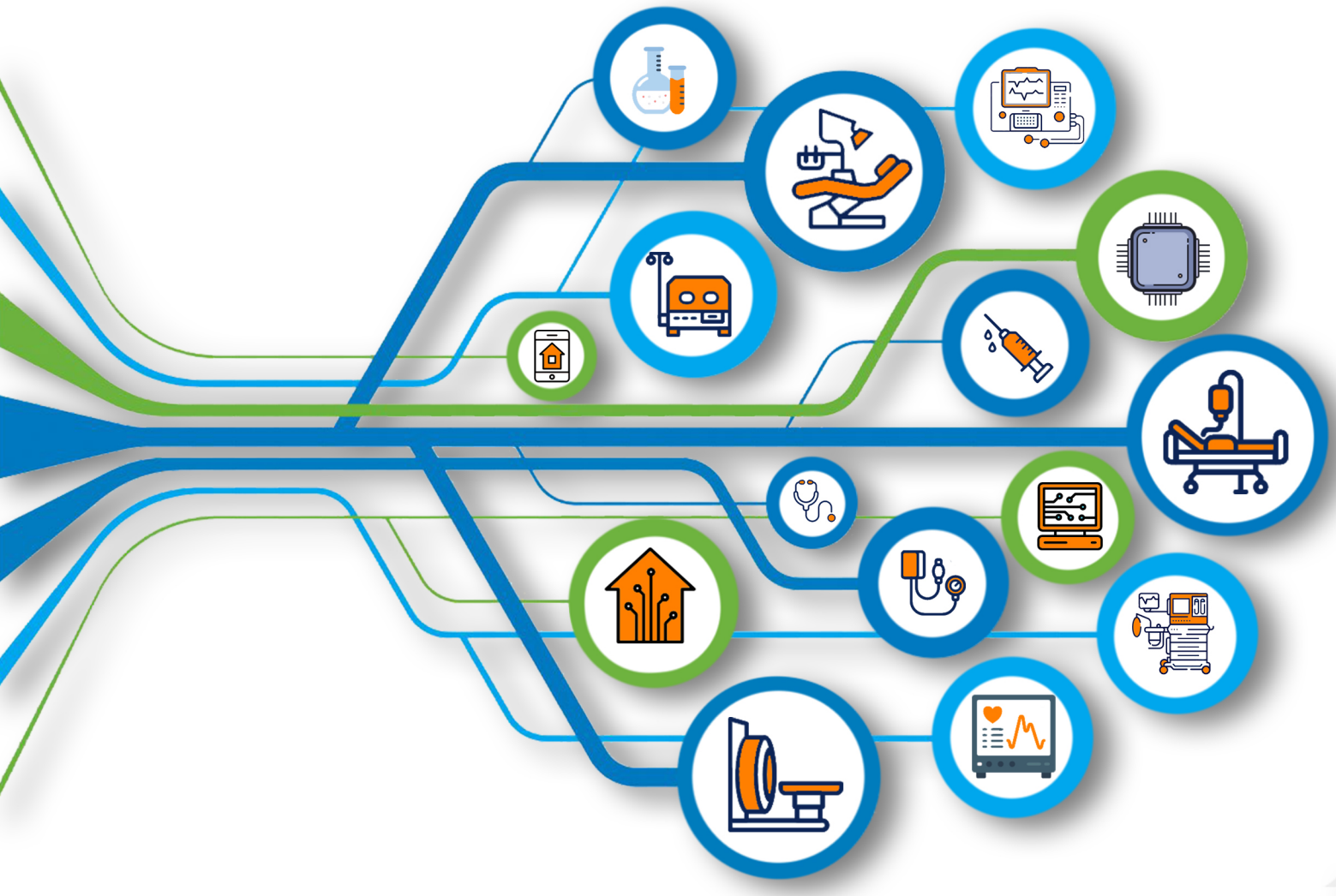
สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 (ระยะที่ 2)

บทสรุปผู้บริหารภาษาไทย-อังกฤษ



ศูนย์บริการวิชาการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พฤศจิกายน 2563

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำบทสรุปผู้บริหารโครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม(Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 (ระยะที่ 2) นี้ ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานด้านเครื่องมือแพทย์และด้านอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะทั้งภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการ คณะที่ปรึกษาขอขอบคุณทางสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่มอบหมายให้ ศูนย์บริการวิชาการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดทำโครงการนี้

โครงการนี้ได้รับความร่วมมือจากผู้ประกอบการ ผู้บริหารหน่วยงานจากสมาคมต่างๆในการให้สัมภาษณ์ตอบแบบสอบถาม อนุเคราะห์ข้อมูล และระดมความคิดเห็นในการเข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อย สัมมนา คณะที่ปรึกษาขอขอบคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนครั้งนี้

ศูนย์บริการวิชาการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พฤศจิกายน 2563

บทสรุปผู้บริหาร
โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม(Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 (ระยะที่ 2)

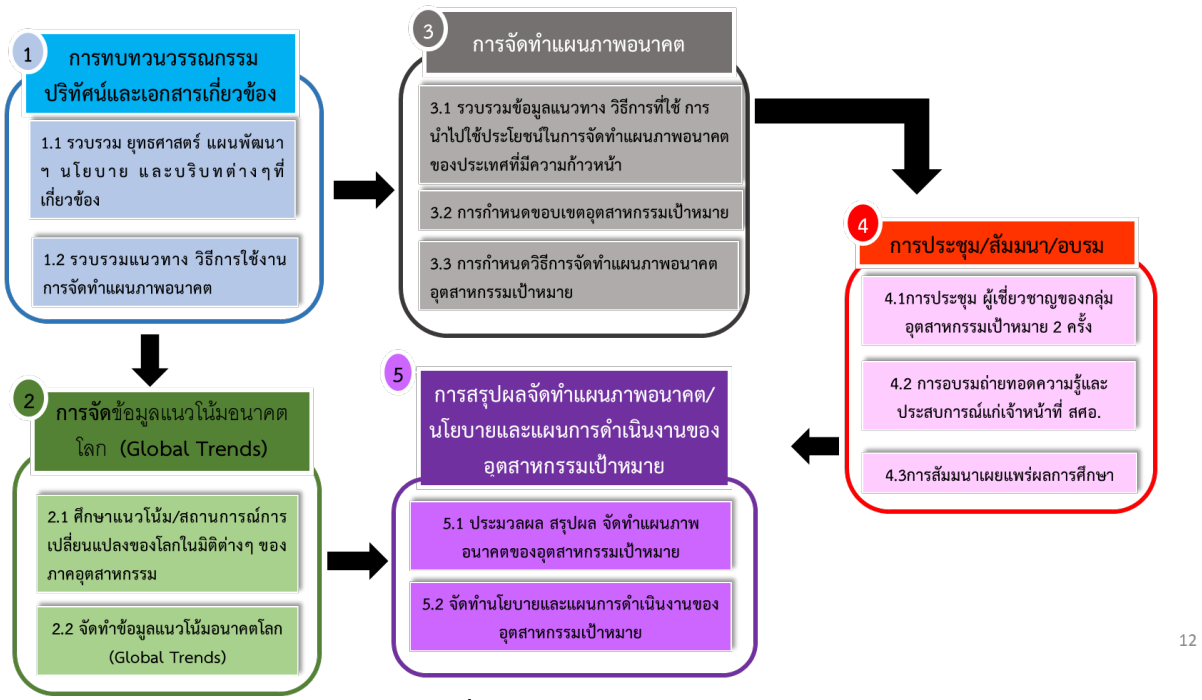
ในปัจจุบันสถานการณ์ที่เต็มไปด้วยความไม่แน่นอนและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคต (Global Trends) การตระหนักถึงปัจจัยหรือเหตุการณ์ที่จะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศ การประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบของเหตุการณ์ในมิติต่าง ๆ รวมถึงการคาดการณ์ผลกระทบต่าง ๆ ที่จะมีต่อภาคอุตสาหกรรมของประเทศ เป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดนโยบาย ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของบริบทโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดทำนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผนการดำเนินงานในการพัฒนาประเทศ ต้องอาศัยกระบวนการวิเคราะห์และประเมินเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในอนาคต (Foresight) ให้เห็นภาพอย่างรอบด้าน ผนวกกับสามารถประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับประเทศภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ และนำไปสู่การตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ (Strategic Option) เพื่อขับเคลื่อนประเทศไปสู่เป้าหมายหรือภาพที่ต้องการ

ทางสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ภายใต้ความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตข้างหน้า การเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงอย่างครอบคลุมและรอบด้านจะช่วยในการพัฒนาอุตสาหกรรมของไทยให้เติบโตอย่างยั่งยืน จนนำมาสู่การดำเนินงาน “โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 (ระยะที่ 2)” โดยดำเนินการศึกษานำร่องในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมกลุ่มเดิมที่มีศักยภาพ (First S-Curve) และอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) ในการจัดทำภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) เพื่อจำลองสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นที่ปรึกษาโครงการ

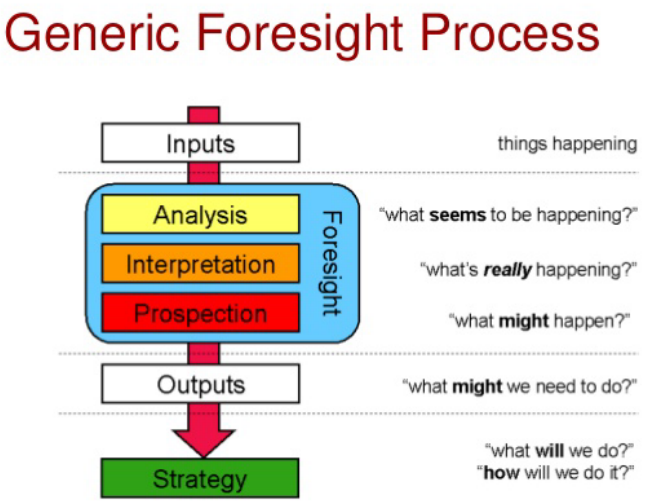
ซึ่งวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลก (Global Trends) ในระยะ 10-20 ปี ข้างหน้า ทั้งในด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม พลังงาน และด้านอื่น ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรม และเพื่อให้สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม มีแนวทางที่เหมาะสมในการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) อันเป็นผลจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกต่าง ๆ (Global Trends) ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย รวมทั้งเพื่อให้สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมมีนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนการดำเนินงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ให้สอดคล้องกับบริบทของการเปลี่ยนแปลงอย่างทันท่วงที และสอดคล้องต่อภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)

ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ ที่ปรึกษาแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 5 ส่วนงานหลัก ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 องค์ประกอบของการศึกษาโครงการ

กรอบแนวทางการศึกษาการจัดทำแผนภาพอนาคต ที่ปรึกษาอาศัยหลักการ**กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต**[1] เป็นเครื่องมือในการอธิบายการดำเนินงานทั้งหมดตลอดโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต

[1] https://www.slideshare.net/mkconway/an-overview-of-foresight-methods

ในการจัดทำแผนภาพอนาคตของทั้งอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ที่ปรึกษาได้กำหนดกรอบการดำเนินงานให้ครอบคลุมกับกระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต (Generic Foresight Process) โดยอาศัยวิธีวิทยาการวิจัยแบบผสม ได้แก่ การระดมสมอง (Brainstorming) การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Expert Interview) การสำรวจข้อมูลด้วยวิธีออนไลน์ (Survey) การสร้างภาพอนาคต (Scenario building) และการประชุมผู้เชี่ยวชาญ (Expert panel) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีวิธีการดำเนินการดังนี้

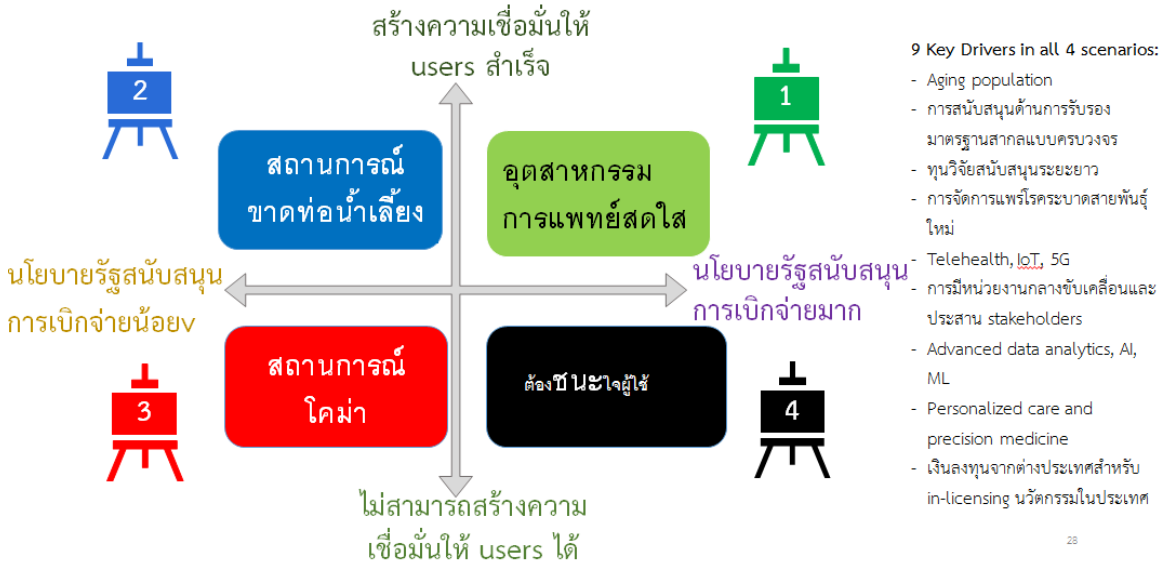
ขั้นตอน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงเวลา (เดือน)	รายละเอียด	ผลลัพธ์
Literature Review	Team	เม.ย.- พ.ค.	Global Trend, Mega Trend in STEEP	Trends
Expert Interview (Expert 1)	15คน /2อุตฯ	มิ.ย.-ก.ค.	Select key drivers among trends (voting)	Draft Key Drivers
Online Survey				Refined Key Drivers, Uncertainties, Challenges
Brainstorming Workshop (Expert 2)	15คน /อุตฯ	ปลายเดือน ก.ค.	Discuss and vote for consensus of scenarios	Draft Scenarios
Scenario Analysis	Team	ส.ค.	Scenario writing based on uncertainties	Refined Scenarios
Strategic Roadmap	Team	ก.ย.	Write the policy for all scenarios	Strategies and Policy
Brainstorming Workshop (Expert 1,2)	15คน/อุตฯ	ปลาย ก.ย.	Discuss the strategies and policy for all scenarios	Refined Strategies and Policy
อบรมเจ้าหน้าที่ สศอ.	20 คน	ก.ย. – ต.ค.		
สัมมนาปิดโครงการ	50คน /อุตฯ	ปลาย ต.ค.		

แผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ประกอบด้วยแผนภาพ 4 ภาพ ดังนี้

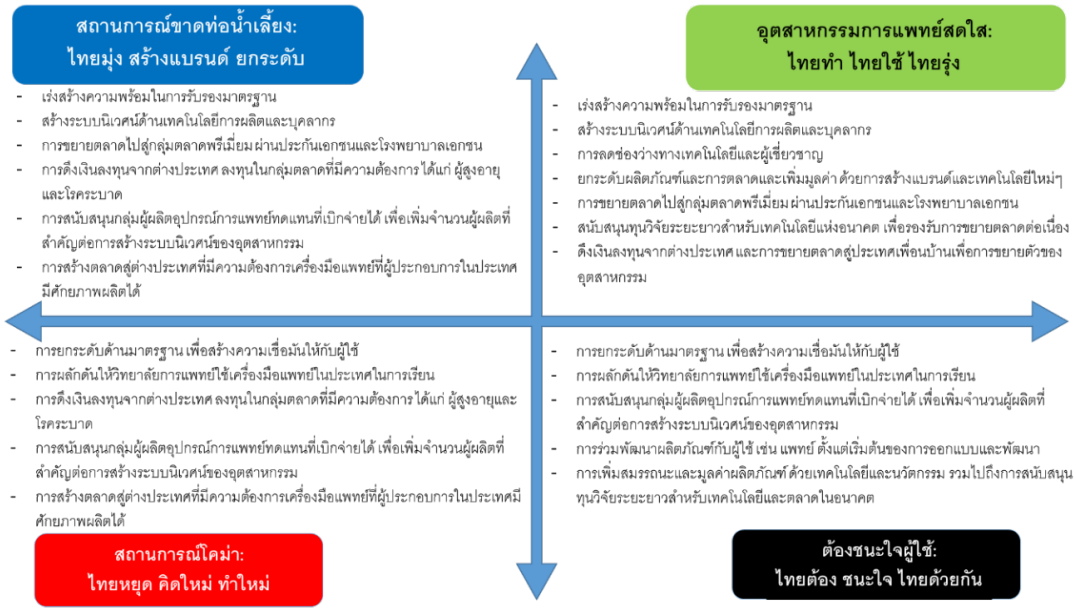
- ฉากทัศน์ที่ 1 **อุตสาหกรรมการแพทย์สดใส** ได้แก่ นโยบายเบิกจ่ายจัดซื้อเครื่องมือแพทย์จากกองทุนภาครัฐที่เอื้อให้ผู้ประกอบการในประเทศแข่งขันได้ ช่วยสร้างรายได้ที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการเติบโตของอุตสาหกรรม และ ผู้ใช้เครื่องมือแพทย์ ทั้งแพทย์และผู้ป่วย มีทัศนคติความเชื่อมั่นที่ดีต่อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตในประเทศ มีผู้ประกอบการประสบความสำเร็จ และเพิ่มเป็นจำนวนมากขึ้น จนก่อให้เกิด ecosystem ที่ยั่งยืนกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ซึ่งหากได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศมีความเข้มแข็ง สามารถแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ ก่อให้เกิดการเติบโตอย่างยั่งยืน เป็นอุตสาหกรรมสำคัญต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ
- ฉากทัศน์ที่ 2 **สถานการณ์ขาดท่อน้ำเลี้ยง** ได้แก่ ผู้ใช้งานมีทัศนคติและความเชื่อมั่นที่ดีต่อเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้ในประเทศ แต่นโยบายเบิกจ่ายจากภาครัฐ ไม่เอื้อต่อการสร้างความเข้มแข็งให้ผู้ประกอบการ เช่น การเบิกจ่ายไม่ครอบคลุมความจำเป็นอย่างแท้จริง หรือข้อกำหนดคุณลักษณะสำหรับเบิกจ่ายไม่มีการปรับปรุง ให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาและผลิตได้ในประเทศ ส่งผลให้แม้ผู้ใช้งานต้องการจะใช้บริการผลิตภัณฑ์ในประเทศ แต่ไม่สามารถเบิกจ่ายจากภาครัฐได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการไม่สามารถสร้างรายได้ ที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาต่อยอดให้แข่งขันได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องสร้างตลาดอื่นๆทดแทน เช่น ตลาดพรีเมี่ยม ในกลุ่มโรงพยาบาลเอกชน หรือ ตลาดต่างประเทศ เป็นต้น รวมไปถึงการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มมูลค่าและยกระดับให้กับผลิตภัณฑ์
- ฉากทัศน์ที่ 3 **สถานการณ์โคม่า** ได้แก่ นโยบายเบิกจ่ายจากกองทุนสวัสดิการภาครัฐไม่เอื้อ และผู้ใช้งานไม่มีความเชื่อมั่นในเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ ส่งผลให้ผู้ประกอบการขาดปัจจัยหนุนในทุกด้าน ไม่สามารถสร้างรายได้เพื่อสร้างความเข้มแข็งและเติบโตได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการในประเทศขาดทุนและไม่สามารถเอาตัวรอดได้ ผู้ประกอบการจำเป็นต้องยกระดับผลิตภัณฑ์ด้วยการได้รับการรับรองมาตรฐานและการใช้งานที่ปลอดภัย เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และมุ่งเป้าหมายเจาะตลาดทดแทนอื่นๆได้แก่ กลุ่มตลาดพรีเมี่ยมและตลาดต่างประเทศ ในขณะที่ภาครัฐฯ จำเป็นจะต้องเร่งหาแนวทางลงทุนสนับสนุนผู้ประกอบการในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพและเกิดประโยชน์สูง เพื่อให้สามารถประคองสถานการณ์นำไปสู่สถานการณ์ที่ดีขึ้นได้
- ฉากทัศน์ที่ 4 **ต้องชนะใจผู้ใช้** ได้แก่ นโยบายเบิกจ่ายจากภาครัฐที่เอื้อให้สามารถเบิกสนับสนุนเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตในประเทศได้ แต่ยังขาดความเชื่อมั่นจากผู้ใช้งานเครื่องมือแพทย์ ส่งผลให้การเลือกใช้เครื่องมือแพทย์ก็อาจจะไม่ได้เลือกใช้เครื่องมือแพทย์ในประเทศอย่างเต็มที่ แม้จะมีนโยบายเบิกจ่ายที่สนับสนุนดีแล้ว ซึ่งในสถานการณ์นี้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องสร้างความเชื่อมั่นด้วยการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานระดับสากล การประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการเพิ่มมูลค่าและสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับแบรนด์ในประเทศ รวมไปถึงสร้างความร่วมมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับผู้ใช้ เช่น แพทย์ ตั้งแต่เริ่มต้นในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ในประเทศอย่างเร่งด่วน

จากการวิเคราะห์แนวโน้มที่สำคัญ (key drivers) ซึ่งสะท้อนถึงมิติด้านผลกระทบและมิติด้านโอกาสของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ พบว่า มีทั้งหมด 9 แนวโน้มสำคัญ ซึ่งจะถูกนำไปประกอบการวางแผน strategy roadmap ในทุกฉากทัศน์ โดยมีแนวโน้มดังต่อไปนี้



รูปที่ 3 เข็มทิศฉากทัศน์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศ และ 9 แนวโน้มสำคัญ (key drivers)

จากภาพฉากทัศน์ และแนวโน้มสำคัญ (key drivers) ข้างต้น สามารถวิเคราะห์หากลยุทธ์ต่าง ๆ สำหรับแต่ละฉากทัศน์ โดยการนำแนวโน้มสำคัญประกอบการพิจารณาเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนกลยุทธ์ เพื่อผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ให้ดำเนินไปได้ในแต่ละฉากทัศน์ โดยกลยุทธหรือมาตรการในแต่ละฉากทัศน์ ดังนี้



รูปที่ 4 กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในแต่ละฉากทัศน์ และสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น

สำหรับข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์ในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการระดมสมองกับผู้เชี่ยวชาญและนำไปทำ พบว่าได้ข้อสรุปโครงสร้างหลักสำคัญ 3 ด้าน ซึ่งถือเป็นวัตถุประสงค์หลักของแผนกลยุทธ์และเป็นเสาหลักสำหรับใช้ในการวางยุทธศาสตร์และมาตรการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวและนำไปสู่การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้ในที่สุด ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักทั้ง 3 ด้านประกอบด้วย

A. การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล – Harmonized national standards
B. การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน – Creation of market and investment for sustainable growth
C. การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล – Creation of ecosystem for medical device industry: technology and human resources

ในส่วนของวัตถุประสงค์ด้านการสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล ได้แบ่งย่อยออกเป็น 3 ยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้งส่วนของ

A1) การสร้างบุคลากร

A2) การสร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน และ

A3) การปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์เพื่อปลดล็อกประตูบานหลักสำคัญ (gateway) ที่นำไปสู่การสร้างหน่วยงานและโครงสร้างในการดูแลและส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์

สำหรับวัตถุประสงค์ด้านการสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืนนั้น ได้ถูกแบ่งย่อยลงมาในระดับยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญต่าง ๆ 3 ด้าน อันประกอบไปด้วย

B1) นโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐ

B2) การยกระดับคุณภาพและการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ และ

B3) การดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศเพื่อสนับสนุนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศและการขยายตลาดสู่ต่างประเทศ

ในส่วนของวัตถุประสงค์สุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบนิเวศของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้เน้นไปด้านการลดช่องว่างของเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคลเป็นสำคัญ เพื่อให้สามารถช่วยให้ประเทศไทยแข่งขันกับต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นยุทธศาสตร์หลัก 3 ด้าน คือ

C1) การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์

C2) การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยี และ

C3) การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาว

แผนงานเชิงกลยุทธ/มาตรการที่สำคัญและเกี่ยวข้องตามวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนงานเชิงกลยุทธ/มาตรการที่สำคัญและเกี่ยวข้องตามวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards **การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล**			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth **การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน**			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource **การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล**		
ยุทธศาสตร์	A1 การสร้างความพร้อมของบุคลากร	A2 การสร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน	A3 การปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้าง ที่เป็น Gateway ในการดูแลและ ส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	B1 นโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐและกลไกการสนับสนุนการลงทุนจากหน่วยงานภาครัฐสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	B2 การยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้ เพื่อสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็งและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	B3 การดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศเพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศและการขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ	C1 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์	C2 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล	C3 การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาวสำหรับพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีทางการแพทย์ สำหรับแนวโน้มเทคโนโลยีและความต้องการแห่งอนาคต
มาตรการ	A1.1 การสร้างและพัฒนาบุคลากร เพื่อสนับสนุน Medical Product Consortium of Thailand (MPCT) เช่น ส่งบุคลากรไป training ด้าน internal review ในต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์, ศึกษากระบวนการของ US FDA และ CE เป็นต้น	A2.1 การจัดตั้งหน่วยงานกลางอิสระ ที่มีตัวตนชัดเจน เพื่อ ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งหมดในประเทศที่มีอยู่ในปัจจุบัน และประสานงานเชื่อมโยงเครือข่ายห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ด้วยกัน เพื่อ service	A3.1 การสร้างตำแหน่งบุคลากรจาก กพร. และผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐาน เพื่อการกำกับดูแล regulations ที่เกี่ยวข้องต่างๆ	B1.1 การเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์จากกองทุนสุขภาพต่าง ๆ และระบบประกันสุขภาพ ที่มีแนวทางในการสนับสนุนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาและผลิตในประเทศที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนในประเทศผู้รับบริการทางการแพทย์	B2.1 การสนับสนุนให้วิทยาลัยการแพทย์ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ที่พัฒนาในประเทศและได้รับมาตรฐานสำหรับการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ เพื่อสามารถให้คำแนะนำข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ให้ถูกใจผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง	B3.1 การดึงเงินลงทุนต่างประเทศเพื่อลงทุนในกลุ่มตลาดผู้สูงอายุ และกลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ที่มีฐานการตลาดในประเทศที่สูง และมีศักยภาพการขยายตลาดต่อยอดไปในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้าน ได้ในอนาคต	C1.1 การผลักดันให้มีผู้มีอำนาจในระดับคณะบริหารประเทศ รวมไปถึง top-tier leadership ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อผลักดันนโยบายแห่งชาติด้านเครื่องมือแพทย์อย่างจริงจัง คล้ายกับตัวอย่างของอุตสาหกรรมพลังงาน ที่มีกระทรวงพลังงาน และ บริษัทยักษ์ใหญ่ด้านพลังงาน เช่น ปตท. ที่มีภาพลักษณ์	C2.1 การวาง technology mapping ของเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ที่มีความสำคัญต่อประเทศ ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors - กลุ่ม personalized treatment/precision medicine รวมไปถึงการจัดทำระบบข้อมูลเพื่อ	C3.1 ทุนวิจัยสนับสนุนบริษัท start-up สำหรับพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์ เพื่อโอกาสของตลาดแห่งอนาคต โดยมุ่งสนับสนุนกลุ่มที่มีผลกระทบต่อประเทศสูง ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล		
		ข้อมูลดังกล่าวให้กับนักวิจัย และผู้ประกอบการ รวมถึงจัดทำ national database ด้านมาตรฐานการทดสอบ ให้ครอบคลุมเครื่องมือแพทย์ทั้งหมดที่ประเทศต้องการพัฒนา และ จัดทำแผนการลงทุนด้านการทดสอบเครื่องมือแพทย์ของประเทศ					ตลาดและการลงทุนในระดับ global อย่างชัดเจน	วิเคราะห์ insight การแพทย์เพื่อใช้พัฒนาและวิจัยเทคโนโลยีการแพทย์ให้สอดคล้องกับความต้องการ	- กลุ่ม personalized treatment/precision medicine
	A1.2 สร้างบุคลากรสำหรับทำหน้าที่ consult ด้านเครื่องมือแพทย์ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำประจำอยู่ตาม node ภูมิภาคต่างๆ หรือ ในรูปแบบ tele-consultation A	A2.2 การสร้างศูนย์ One-stop-service สำหรับสนับสนุนการขอรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ที่สามารถช่วยประสานการดำเนินงานขอมาตรฐานในทุกภาคส่วนต่างๆ ซึ่ง	A3.2 การสร้างและสนับสนุน pre submission program ให้เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง ทั้งในเชิงบุคลากรและหน่วยงานรับผิดชอบ	B1.2 การสร้างฐานข้อมูลการเบิกจ่ายภาครัฐของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อเก็บและทำนายผลความต้องการทางการแพทย์ของประชากรในประเทศ โดยการวิเคราะห์ trends of	B2.2 กลไกการตลาดและประชาสัมพันธ์ ที่ช่วยสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นที่ดีให้กับผู้ใช้ ได้แก่ แพทย์และผู้ป่วยในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ	B3.2 การขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอาเซียน และประเทศกำลังพัฒนา ที่มีความต้องการเครื่องมือแพทย์จำนวนมาก เพื่อขยายตลาดและยกระดับ	C1.2 การมีหน่วยงานกลางเชื่อมโยงอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆในประเทศตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ที่สามารถมีบทบาทสำคัญต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อเอื้อให้ผู้ประกอบการโรงพยาบาล และ	C2.2 การสนับสนุนความร่วมมือกับบริษัทต่างประเทศ เพื่อดึงเทคโนโลยีที่สำคัญจากการวิเคราะห์ technology mapping และ patent landscape ต่อการลดช่องว่างด้านเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถต่อยอดไปสู่การ	C3.2 นโยบายการสนับสนุนการวิจัยหรือการพัฒนาที่นำไปสู่การผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ชัดเจน โดยอาจแยกเป็นกรอบ - เครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นและเร่งด่วน - เครื่องมือแพทย์ที่ใช้ทดแทนของเดิมที่

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล		
		อาจจะใช้แนวทางการดึงหน่วยงานต่างประเทศที่มีความพร้อม เข้ามาช่วยสร้างระบบอย่างเร่งด่วน		disease burden จากหน่วยงานกองทุนกลางของรัฐ เช่น สปสช. กรมบัญชีกลาง และ ประกันสังคม เพื่อทราบความต้องการทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างแท้จริง		กระบวนการผลิตและมาตรฐานของผู้ประกอบการในประเทศ	นักวิจัย สามารถร่วมพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์สู่เชิงพาณิชย์ ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ	สร้างเทคโนโลยีของตนเองได้	สั่งซื้อจากต่างประเทศ ช่วยลดการนำเข้า - เครื่องมือแพทย์ที่รองรับเทคโนโลยีในอนาคต
	A1.3 การร่วมทดสอบ interlaboratory comparison ระหว่างบุคลากรของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ให้บริการการทดสอบแบบเดียวกัน เพื่อสร้างความแม่นยำของผู้ทดสอบ	A2.3 การเร่งสร้าง certifying laboratories ให้ทั่วประเทศ ที่ครอบคลุม รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายไม่สูง รวมไปถึงการมีหน่วยงานกลางในการประสานให้คำปรึกษาและดำเนินการทำ clinical trial ที่ชัดเจนและรวดเร็ว	A3.3 การเร่งสร้างฐานข้อมูลมาตรฐานในระดับ Horizontal standards ให้ครอบคลุม ก่อนนำไปสู่การจัดทำมาตรฐาน vertical standards สำหรับแต่ละเครื่องมือ	B1.3 การสนับสนุนการวิจัยและการลงทุน สำหรับการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ใน sectors ที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors	B2.3 การผลักดันและสนับสนุนให้ผู้ประกอบ การในประเทศ พัฒนาแบรนด์ของผลิตภัณฑ์ที่ยกระดับด้านมาตรฐาน และความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยมีหน่วยงานกลางช่วยสนับสนุนกระบวนการพัฒนาแบรนด์ และมาตรฐาน	B3.3 การสนับสนุนให้มีการส่งเสริมการทำตลาดไปต่างประเทศ เช่น การสนับสนุนการออกบูธใน international expo ที่สำคัญด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของโลก (เช่น การออกหนังสือรับรองที่รวดเร็ว สนับสนุนค่าใช้จ่ายการออกบูธ เป็นต้น) และส่งเสริมการ	C1.3 สร้างฐานข้อมูลนักวิจัย แพทย์ และห้องปฏิบัติการกลางที่สำหรับการรับรองการผลิตเครื่องมือแพทย์ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ นักวิจัย ผู้ประกอบการ และแพทย์สามารถสร้างทีมวิจัยร่วมกันได้	C2.3 การสนับสนุนการจ้างผู้เชี่ยวชาญในเทคโนโลยียุทธศาสตร์ เพื่อมาถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีให้แก่บุคลากรด้านเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	C3.3 การสนับสนุนเทคโนโลยีหุ่นยนต์ และ AI สำหรับพัฒนาเครื่องมือแพทย์ด้าน personalized care และ precision medicine

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล		
				-กลุ่ม personalized treatment/precision medicine		จับคู่เชิงกลยุทธกับ sale offices & distributors ของต่างประเทศ เพื่อก่อให้เกิดการสร้างตลาดในต่างประเทศที่มีขนาดใหญ่ ตรงกลุ่มเป้าหมายอย่างรวดเร็ว			
	A1.4 ให้นักวิจัยและผู้ประกอบการด้านเครื่องมือแพทย์เข้าอบรมหลักสูตรเบื้องต้นของ MPCT (expert training) เพื่อให้เห็นภาพการผลิตเครื่องมือแพทย์อย่างชัดเจน ตั้งแต่ต้นน้ำ ถึงปลายน้ำ	A2.4 สร้างมาตรฐานการรับรองเครื่องมือแพทย์ชนิดเดียวกัน ด้วยระบบเดียวกันที่ชัดเจน เพื่อสนับสนุนการพิจารณาที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ		B1.4 การสร้างระบบฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ที่นำเอาความต้องการจากภาคสาธารณสุข มาทำการ matching กับการวิจัยและพัฒนาของภาควิจัยและอุตสาหกรรม	B2.4 การเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ในประเทศ ด้วยเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการยกระดับ ได้แก่ IoT, 5G, AI และ data analytics		C1.4 การมีโครงสร้างกลไก และ medical hub ที่ช่วยเอื้อให้ผู้ประกอบการในประเทศ มีต้นทุนที่ลดลง (เช่น มาตรการภาษี) เพื่อที่ผู้ประกอบการสามารถมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้แข่งขันได้กับนานาชาติ	C2.4 การสนับสนุนบุคลากรในประเทศเข้าอบรมหรือทำงานในบริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างประเทศ เพื่อสร้างผู้เชี่ยวชาญและเพิ่มพูนความรู้ในกลุ่มเทคโนโลยีที่สำคัญ จาก technology mapping analysis เพื่อสร้างความพร้อมด้านบุคลากร	C3.4 สนับสนุนทุนวิจัยและทุนการศึกษาสำหรับหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับเครื่องมือแพทย์ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีผลกระทบสูง ได้แก่: - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล		
									- กลุ่ม personalized treatment/precision medicine
	A1.5 การตลาดและการสร้างภาพลักษณ์ ให้บริษัทเครื่องมือแพทย์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้ดึงดูดบุคลากรที่มี talent และศักยภาพสูงสนใจเรียนและทำงาน	A2.5 การสนับสนุนการเตรียมแฟ้มเอกสารสำหรับเครื่องมือแพทย์แบบ Common Submission Dossier Template (CSDT) ที่ถูกต้องและครบถ้วน ก่อนที่จะยื่นขอรับรองกับทาง อย. เพื่อช่วยเร่งกระบวนการ pre submission		B1.5 มาตรการสนับสนุน การนำสิทธิบัตรและนวัตกรรมในประเทศไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น Bayh-Dole act, Freedom to Operate เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ	B2.5 การยกระดับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ให้แบรนด์และพัฒนาคุณภาพเข้าสู่ระดับพรีเมี่ยม เพื่อเจาะตลาดกลุ่มโรงพยาบาลเอกชนและนานาชาติ รวมไปถึงการเข้าถึงการเบิกจากกลุ่มประกันสุขภาพเอกชน		C1.5 การสร้างโครงสร้างและระบบที่ดึงดูด international talents รวมไปถึงการสร้างความร่วมมือกับระดับนานาชาติ ที่สามารถสร้างผลกระทบได้อย่างแท้จริง ก่อให้เกิด global eco system แบบ close loop ในประเทศ	C2.5 การเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนและเทคโนโลยีด้านการออกแบบและผลิต chip สำหรับส่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ผ่านระบบไร้สาย ที่ได้มาตรฐานการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลผู้ป่วย ระดับนานาชาติ ซึ่งจะมีความสำคัญสูงในผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในอนาคตที่ต้องพึ่งการเชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สาย	C3.5 การพัฒนาเทคโนโลยีเก็บข้อมูลและวิจัยด้าน data analytics เพื่อการคาดการณ์แนวโน้มของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมวางแผนล่วงหน้า
	A1.6 สร้างหลักสูตร medical regulation affairs ในมหาวิทยาลัยหรือผสานร่วมกับหลักสูตรวิศวกรชีวการแพทย์ในปัจจุบัน เพื่อสร้างบุคลากรที่	A2.6 การจัดทำขั้นตอนการทดสอบกลางเพื่อให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ และคลินิกที่ให้บริการทดสอบแบบเดียวกัน ใช้เป็น		B1.6 มาตรการสนับสนุนต่างๆ เช่น ทางภาษี หรือ BOI ที่สนับสนุนผู้ประกอบการในการสร้างผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทนที่ได้มาตรฐาน เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้	B2.6 ส่งเสริมพัฒนาการวางแผนวิจัยให้สอดคล้องกับความต้องการและง่ายต่อการใช้งาน (usability & human factor engineering)		C1.6 การสร้างนโยบายและระเบียบเพื่อรองรับ software as medical devices เพื่อเตรียมพร้อมต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT, 5G, AI และ ML ในอุตสาหกรรม	C2.6 พัฒนาบุคลากรภาคการศึกษาอุดมศึกษา/อาชีวศึกษา ที่มีความเข้าใจตระหนักการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ ให้ออกแบบตามมาตรฐานการแพทย์ เช่น ความปลอดภัยทางไฟฟ้า รวม	C3.6 การใช้ประโยชน์การวิจัยและพัฒนาจากทุนสนับสนุนของ พรบ. เพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศ ที่ BOI ได้รับมอบอำนาจจัดการ โดยเน้นการ

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล		
	เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐานและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	มาตรฐานในการทดสอบ		และมีราคาถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยกองทุนเบิกจ่ายภาครัฐ จะต้องปรับเพดานการเบิกที่เอื้อให้ผลิตภัณฑ์การแพทย์ดังกล่าวแข่งขันได้	รวมไปถึงการพัฒนาหลักสูตรที่ภาคการศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานให้ตระหนักเรื่องการออกแบบนวัตกรรมทางอุปกรณ์การแพทย์ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง		เครื่องมือแพทย์ ได้อย่างปลอดภัยต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย	ไปถึงมีทักษะในการพัฒนานวัตกรรมที่ต่อยอดในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้เลย รวมไปถึงการก่อตั้งเป็น start-up	สนับสนุนการวิจัยพัฒนาที่มีความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ที่มี externality สูง และเกิดผลกระทบในวงกว้าง ที่ควรมุ่งเน้นสนับสนุนผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ในประเทศที่ตอบโจทย์สังคมอย่างแท้จริง
	A1.7 การสร้างตำแหน่งราชการให้กับวิศวกรชีวการแพทย์ และเจ้าหน้าที่ให้การรับรองมาตรฐานให้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโรงพยาบาลภาครัฐ โดยมีการสนับสนุนการรับรองคุณวุฒิความรู้ รวมทั้งรณรงค์สนับสนุนให้บริษัทเอกชนทั้งด้านการผลิต	A2.7 หาเครือข่าย partner laboratory กับต่างประเทศ เพื่อยืนยันผลการทดสอบและให้ได้มาซึ่งมาตรฐานสากล		B1.7 การเสริมจุดแข็งของโครงสร้างการวิจัยและนวัตกรรมที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน เช่น บัญชีนวัตกรรม ให้มีประโยชน์อย่างแท้จริง เช่น การเบิกจ่ายจากกองทุนภาครัฐ หรือ การลดหย่อนภาษี หรือการสนับสนุนการลงทุนตั้งต้น เป็นต้น			C1.7 ทุนสนับสนุนแบบ strong-up ที่สนับสนุนบริษัทหรือผู้ผลิตในประเทศที่มี core competencies ทางการผลิต ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทน ที่มีตลาดความต้องการอยู่แล้วในปัจจุบัน เพื่อเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการและผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ		C3.7 ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาวัตถุดิบในการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ประเทศมีศักยภาพการแข่งขันสูง เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมต้นน้ำ เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างยั่งยืน

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล		
	วิจัย นำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ควรมีวิศวกรชีวการแพทย์หรือเจ้าหน้าที่ด้านการรับรองมาตรฐานอยู่ในแผนการทำงานของบริษัท								
		A2.8 งบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐที่ไม่บังคับหน่วยงานที่รับงบประมาณในการตั้ง KPI เพื่อแสวงหากำไรหรือคืนทุนโดยเร็วจากการให้บริการห้องปฏิบัติการกลางทดสอบเครื่องมือแพทย์ รวมถึงการทำ interlab comparison กับ partner laboratory ต่างประเทศ		B1.8 นโยบายสนับสนุนการเบิกจ่ายจากภาครัฐสำหรับการเช่าซื้อหรือหมุนเวียนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องใช้ต่อเนื่องหลังจากรักษาหายแล้ว หรือมีการเสียชีวิต เช่น รถเข็นธรรมดา รถเข็นไฟฟ้า โดยจัดระดับสัดส่วนการเบิกจ่ายตามความจำเป็นในการใช้งาน			C1.8 กลไกการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของบริษัทขนาดเล็ก และ การวางแผน exit plan เช่น merging & acquisition, การเข้าตลาด MAI และช่วยสนับสนุนแนวทางการดำเนินการเพื่อไปให้ถึง exit plan		

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

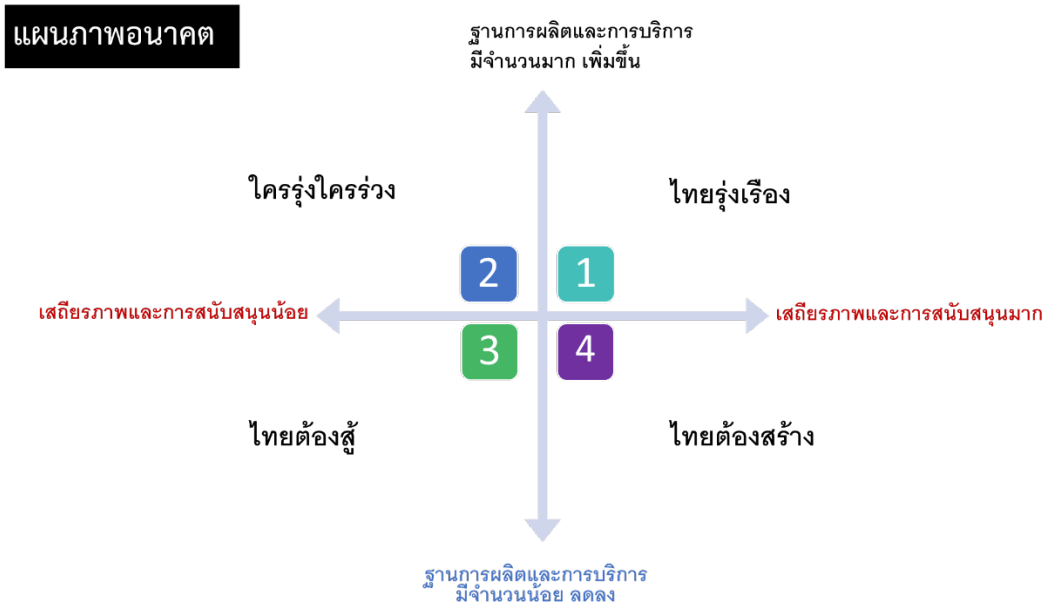
วัตถุประสงค์	A. Harmonized national standards การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล		
		A2.9 การสนับสนุนอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ให้ได้รับมาตรฐานทางการแพทย์ เพื่อการสร้างความพร้อมของวัตถุดิบตั้งต้นที่สำคัญต่อการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์							
		A2.10 การสนับสนุนผู้ประกอบการดังเช่นรูปแบบกฎหมายเฉพาะกาล ในช่วงเปลี่ยนผ่านการปรับปรุงระบบการยื่นขอมาตรฐานเครื่องมือแพทย์และการจัดทำเอกสาร CSDT							

แผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

ประกอบด้วยแผนภาพ 4 ภาพ ดังนี้

- **ฉากทัศน์ที่ 1 ไทยรุ่งเรือง** (มีการเพิ่มฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่สูง) ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นส่วนสำคัญในการผลิต (OEM) ของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในตลาดโลก ภาคธุรกิจในประเทศมีการเติบโตรวดเร็วทั้งบริษัทสัญชาติไทยและนานาชาติ บริษัทสัญชาติไทยมีศักยภาพในการแข่งขัน เพราะมีสนับสนุนและมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพ เป็นที่ดึงดูดของการลงทุนมีสภาพแวดล้อมเหมาะแก่สร้างและพัฒนาธุรกิจทุกระดับและมีความมั่นคงในทรัพยากรมนุษย์สนับสนุนเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ มีการขยายตัวทั้งการส่งออกและการเติบโตตลาดในประเทศและในภูมิภาค ทั้งมีการผลิตการพัฒนาธุรกิจ การบริการครอบคลุมอุตสาหกรรมและคลัสเตอร์ที่มีศักยภาพของประเทศ อาทิด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร การบริการ ด้านการท่องเที่ยว ด้านการค้า ด้านอาหาร ด้านสุขภาพและการแพทย์ รวมถึงตลาดผู้สูงอายุ และ ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อัจฉริยะ ภาคอุตสาหกรรมเอกชนและรัฐบาลมีการนำเทคโนโลยีด้านอิเล็คทรอนิกส์อัจริยะเข้าไปใช้ประโยชน์ได้อย่างทั่วถึง
- **ฉากทัศน์ที่ 2 ใครรุ่งใครร่วง** (มีการเพิ่มฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่น้อย) ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการเจริญเติบโตเพราะอาศัยพื้นฐานเดิม ในการผลิต (OEM) ของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในตลาดโลก ภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมมีการการเติบโตของตลาดในประเทศและในภูมิภาคจากกลไกตลาดโลก ถึงแม้มีการเติบโตของตลาดอย่างไรก็ตามบริษัทสัญชาติไทยมีศักยภาพในการแข่งขันน้อยเพราะไม่ได้รับสนับสนุนอย่างเพียงพอและยังคงมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพจำนวนจำกัด ทั้งมีการผลิตการพัฒนาธุรกิจในวงจำกัด เพราะไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง ภาคเอกชนจำเป็นต้องจับมือร่วมกันสร้างความแข็งแกร่งในการสร้างตลาดเฉพาะในประเทศ
- **ฉากทัศน์ที่ 3 ไทยต้องสู้** (มีการลดฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่น้อย) ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการหดตัวเพราะศักยภาพในการแข่งขันเทียบกับประเทศอื่นลดลงมีการย้ายฐานการผลิต และ รวมถึงไม่มีการผลิตที่ใช้เทคโลยีระดับสูงเพราะ มีสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่ไม่ดึงดูด มีต้นทุนการทำธุรกิจที่ไม่เหมาะ ขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ เสถียรภาพและการสนับสนุนมีจำกัดทำให้อุตสาหกรรมและธุรกิจในประเทศชะงักตัวลง ภาคเอกชนจำเป็นต้องจับมือร่วมกันสร้างความแข็งแกร่งกับตลาดเฉพาะในประเทศ
- **ฉากทัศน์ที่ 4 ไทยต้องสร้าง** (มีการลดฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่สูง) ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการหดตัวและมีการลดหรือย้ายฐานการผลิต อย่างไรก็ตามด้วยการมีเสถียรภาพและการสนับสนุนจากภาครัฐที่ดีทำให้มีการส่งเสริมและขยายตลาดของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและการบริการในประเทศ มีการพัฒนาทักษะและสร้างทรัพยกรมนุษย์ที่ต่อเนื่องและมีศักยภาพที่สูง รัฐบาลส่งเสริมและสร้างกลไกรัฐในการจัดซื้อจัดจ้างให้เกิดความต้องการการใช้ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในประเทศ ส่งเสริมเอกชนในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมาตราฐานและเปิดขยายตลาดสู่ประเทศภูมิภาคที่มีความต้องการเฉพาะสอดคล้องกับประเทศไทย มีการเติบโตตลาดในประเทศและในภูมิภาค ทั้งมีการผลิตการพัฒนาธุรกิจ การบริการครอบคลุมอุตสาหกรรมและคลัสเตอร์ที่มีศักยภาพของประเทศ อาทิด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร การบริการ ด้านการท่องเที่ยว ด้านการค้า ด้านอาหาร ด้านสุขภาพและการแพทย์ รวมถึงตลาด

ผู้สูงอายุ และ ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อัจฉริยะ รัฐบาลมีการนำเทคโนโลยีด้านอิเล็คทรอนิกส์อัจริยะเข้าไปใช้ประโยชน์ได้อย่างทั่วถึง



รูปที่ 5 ฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย

จากภาพฉากทัศน์ข้างต้น สามารถวิเคราะห์หากลยุทธ์ต่าง ๆ สำหรับแต่ละฉากทัศน์ โดยการนำแนวโน้มสำคัญประกอบการพิจารณาเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนกลยุทธ เพื่อผลักดันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะให้มีความสำเร็จในแต่ละฉากทัศน์ โดยกลยุทธหรือมาตรการในแต่ละฉากทัศน์ ดังนี้



รูปที่ 6 กลยุทธ์ในการผลักดันในแต่ละฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย

จากข้อเสนอแนะด้านแนวคิดในการใช้กลยุทธ์ในแต่ละภาพข้างต้น สามารถสร้างข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในแต่ละประเด็นยุทธศาสตร์ ดังนี้

A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์ มีการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะรองรับอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ มีการสร้างกำลังคนตามที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยมีการสอบถามความต้องการในด้านทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น เน้นการสร้าง Developer ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้าน Hardware และ Software ส่งเสริมทักษะในการประยุกต์ใช้ ทักษะใหม่ด้าน Digital เช่น AI, Big-data, Data analytic, Blockchain เป็นต้น จัดตั้งสร้าง Talent pool , HR Space ของชาติ เชื่อมโยง Developers และ บุคลากรมีฝีมือด้านต่าง ๆ เข้าร่วมงานกัน ส่งเสริมการทำงานในลักษณะผสมผสานของผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา เช่น เกษตร การแพทย์ IT Software เข้าร่วมงาน

B. รุก-รับ มาตราฐาน smart devices มีมาตรการคุ้มครองและส่งเสริมธุรกิจของไทย ผ่านการสร้างมาตรฐานกลางของประเทศ ให้มีความมั่นคงในเรื่องของ De-globalization มีมาตรการเชิงรับในเรื่องการช่วยเหลือธุรกิจไทย ให้สามารถผ่านมาตรฐานได้ มีหน่วยงานรับรองและให้คำปรึกษาในการขอรับรองมาตรฐานก่อนที่จะพัฒนาสินค้าขึ้นมา ส่งเสริมมาตรฐานสินค้า Smart electronics ของไทย ประเด็นสำคัญเช่น ด้านการเชื่อมต่อ ความเป็นส่วนตัว และ ความปลอดภัย

C. Enhance Business Strong-up มีมาตรการส่งเสริมและคุ้มครองธุรกิจไทย ให้ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว และได้ศักยภาพในการแข่งขัน ให้เกิดความมั่นคงทางเทคโนโลยีภายในประเทศในยุค de-globalization มีการบูรณาการมาตราการจากกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวงพาณิชย์เข้าด้วยกัน มีการสร้างกลไกในการยกระดับ (strong up) กิจการให้เข้มแข็งและขยายตัวได้ มีการสร้างความต่อเนื่องในด้านแรงงาน เกิดการรับช่วงต่อของเทคโนโลยีในแรงงานรุ่นสู่รุ่น มีการขยายการทำธุรกิจให้ครอบคลุมทั้ง value-chain ทั้งในด้านสุขภาพ ผู้สูงอายุ การแพทย์ การเกษตร อาหารและการท่องเที่ยว

D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics มีการสร้าง platform พื้นฐานของประเทศ ในการสร้างฐานลูกค้าในตลาดเฉพาะด้าน (niche market) ของประเทศ มีการสร้าง platform ต่อเชื่อมระหว่างผลิตภัณฑ์และบริการเข้าด้วยกัน ทั้งด้าน physical และ logical อาทิเช่น การกำหนด protocol ในการติดต่อสื่อสารระหว่างสินค้าต่าง ๆ การการส่งข้อมูลผู้ใช้เข้ามาส่วนกลาง การส่งเสริมการสร้าง IOT platform ของอุตสาหกรรมในประเทศ

E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค สนับสนุนและสร้าง localization product ของลูกค้าในประเทศและในภูมิภาค เช่น ระบบรู้จำภาษา สร้าง niche value chain ให้ครบถ้วนในตลาดเฉพาะของไทย เช่น ในด้านสุขภาพ, การแพทย์, ผู้สูงอายุ, อาหารเพื่อสุขภาพ, "smartfood", การเกษตร "smartfarm" ซึ่งตลาดเหล่านี้ไม่ขึ้นอยู่กับการขึ้นลงของภาคการผลิต โดยทำตลาดแต่ละแห่งในแนวตั้งและ อาจ cross กันหลายตลาดได้ ใช้กลไกของ localization ในการป้องกันการแข่งขันและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับผู้ประกอบการในประเทศ เช่น การใช้การ audit เป็นภาษาไทย มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้การทำ

localization กับเพื่อนบ้าน (Regionalization) เช่น พม่า อินโดนีเซีย CLMV เป็นต้น มีการส่งบุคลากรไปให้ความช่วยเหลือเพื่อนบ้านในด้านต่าง ๆ สร้างเครือข่ายให้ผู้ประกอบการไทยเข้าไปทำตลาดในประเทศเพื่อนบ้านได้

F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน มีการสนับสนุนภาคธุรกิจที่ต้องการทำ R&D เพื่อออกแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีความเสี่ยงและใช้เงินทุนสูง สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน และสนับสนุนการค้าขายผ่านชายแดน มีการส่งเสริมกลุ่มวิจัยที่มีความสามารถ ให้สามารถสร้างสินค้าของตัวเองได้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรับจ้างผลิตในไทย สามารถปรับตัวให้ผลิตสินค้าของตัวเองได้ มีการรวมกลุ่มภาคเอกชนสมาคมในประเทศ มีการแชร์เทคโนโลยีฐานร่วมกัน ร่วมกันพัฒนาและแบ่งปันข้อมูลกัน เพื่อพัฒนาตลาดร่วมกัน สร้างความแข็งแกร่งของคลัสเตอร์โดยมีภาคเอกชน องค์กรวิชาชีพ สมาคม เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก สนับสนุนและเพิ่มบทบาทให้แข็งแกร่งมากขึ้น ส่งเสริมให้เอกชนสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เช่น มาตรการช่วยเหลือทางภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา เป็นต้น

แผนงานเชิงกลยุทธ/มาตรการที่สำคัญและเกี่ยวข้องตามวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ ดังแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนงานเชิงกลยุทธ/มาตรการที่สำคัญและเกี่ยวข้องตามวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ						
วัตถุประสงค์	**A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์**	**B.รุก-รับ มาตรฐาน smart devices**	**C. Enhance Business Strong-up**	**D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics**	**E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค**	**F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน**
ยุทธศาสตร์	A1.มีการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะรองรับอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพ	B1.มีมาตรการคุ้มครองและส่งเสริมธุรกิจของไทย ผ่านการสร้างมาตรฐานกลางของประเทศ ให้มีความมั่นคงในเรื่องของ de-globalization	C1.มีมาตรการส่งเสริมและคุ้มครองธุรกิจไทย ให้ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว และได้เปรียบในการแข่งขันจากต่างชาติ ให้เกิดความมั่นคงทางเทคโนโลยี	D1.มีการสร้าง platform พื้นฐานของประเทศ ในการสร้างฐานลูกค้าในตลาดเฉพาะด้าน (niche market) ของประเทศ	E1.สนับสนุนและสร้าง localization product ของลูกค้าในประเทศและในภูมิภาค	F1.มีการสนับสนุนภาคธุรกิจที่ต้องการทำ R&D เพื่อออกแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีความเสี่ยงและใช้เงินทุนสูง
	A2.มีการสร้างกำลังคนตามที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยมีการสอบถามความต้องการในด้านทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น	B2.มีมาตรการในเรื่องการช่วยเหลือธุรกิจไทย ให้สามารถผ่านมาตรฐานได้	C2.มีการบูรณาการมาตรการจากกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวงพาณิชย์เข้าด้วยกัน	D2.มีการสร้าง platform ต่อเชื่อมระหว่างผลิตภัณฑ์และบริการเข้าด้วยกัน ทั้งด้าน physical และ logical	E2.สร้าง niche value chain ให้ครบถ้วนในตลาดเฉพาะ (niche) ของไทย	F2.สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน และสนับสนุนการค้าขายผ่านชายแดน
	A3.เน้นการสร้าง developer ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้าน Hardware และ Software	B3.มีการออกตรามาตรฐานสินค้า smart electronics ของไทย ด้านการเชื่อมต่อ ความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัย ที่ให้ความมั่นใจกับผู้บริโภค	C3.มีการสร้างกลไกในการยกระดับ (strong up) กิจการให้เข้มแข็งและขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว เช่น SME	D3.การส่งเสริมการสร้าง IOT platform ของอุตสาหกรรมในประเทศ	E3.ใช้กลไกของ localization ในการป้องกันการแข่งขันและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับผู้ประกอบการในประเทศ	F3.มีการส่งเสริมกลุ่มวิจัยที่มีความสามารถ ให้สามารถสร้างสินค้าของตัวเองได้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรับจ้างผลิตในไทยสามารถปรับตัวให้ผลิตสินค้าของตัวเองได้
	A4. สร้างคนที่มีทักษะในการประยุกต์ใช้ ทักษะใหม่ด้าน digital เช่น AI, Big-data,		C4. มีการสร้างความต่อเนื่องในด้านแรงงาน เกิดการรับช่วงต่อของเทคโนโลยีในแรงงานรุ่นสู่รุ่น		E4. มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้านใช้การทำ localization กับ	F4. มีการรวมกลุ่มภาคเอกชนสมาคมในประเทศ มีการแชร์เทคโนโลยีฐานร่วมกัน ร่วมกันพัฒนา

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

วัตถุประสงค์	A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์	B.รุก-รับ มาตรฐาน smart devices	C. Enhance Business Strong-up	D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค	F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน
	Data analytic, Blockchain เป็นต้น				เพื่อนบ้าน (Regionalization) เช่น พม่า อินโดนีเซีย CLMV เป็นต้น	และแบ่งปันข้อมูลกัน เพื่อพัฒนาตลาดร่วมกัน
	A5. มีการสร้าง Talent pool , HR Space ของชาติ เชื่อมโยงแรงงานมีฝีมือด้านต่าง ๆ เข้าร่วมงานกัน		C5. มีการขยายตลาดให้ครอบคลุมทั้ง value-chain ทั้งในด้านสุขภาพ ผู้สูงอายุ การแพทย์ การเกษตร อาหาร และการท่องเที่ยว		E5. มีการส่งบุคลากรไปให้ความช่วยเหลือเพื่อนบ้านในด้านต่าง ๆ สร้างเครือข่ายให้ผู้ประกอบการไทยเข้าไปทำตลาดในประเทศเพื่อนบ้านได้	F5. สร้างความแข็งแกร่งของคลัสเตอร์โดยมีภาคเอกชน องค์กรวิชาชีพ สมาคม เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก สนับสนุนและเพิ่มบทบาทให้แข็งแกร่งมากขึ้น
	A6. ส่งเสริมการทำงานในลักษณะผสมผสานของผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา เช่น เกษตร การแพทย์ IT software เข้าร่วมงาน					F6. ส่งเสริมให้เอกชนสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เช่น มาตรการช่วยเหลือทางภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา เป็นต้น

คณะที่ปรึกษา

ศูนย์บริการวิชาการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ศ.ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล
2. ผศ.ดร.วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์
3. ดร.สุรัฐ ขวัญเมือง
4. รศ.ดร.บุญรัตน์ โลห์วงศ์วัฒน
5. ดร.พิมพ์พร อุทยารัตน์
6. รศ.ดร.ราชธีร์ เตชไพศาลเจริญกิจ
7. น.ส.วิษารัช สัญญาลักษณ์ฤาชัย
8. นางสาวสุภาพ หมุดอุบล

Acknowledgement

This Industry Foresight Project was conducted under cooperation from Medical Device and smart electronics partners from both government and private sectors. The research team would like to thank the Office of Industrial Economics, Ministry of Industry who commissioned Chula Unisearch of Chulalongkorn University to investigate this project.

This project was made possible through data surveys and workshops from operators and executives in related organizations and associations. Our research team would like to express our gratitude for their support.

Chula Unisearch of Chulalongkorn University

November 2020

Executive summary
The study of Industry Foresight to drive industry towards Industry 4.0 (Phase 2)

At present, uncertainties exist with the dynamics of global trends. To efficiently drive the nation's policy and strategy, several factors need to be considered, including the awareness of determinants for country development and the assessment of potential incidents in terms of their impacts to national industry sector.

Addressing the national's key policies, strategies, and action plans require a comprehensive industry foresight in order to assess potential consequences under circumstances and to discretely select appropriate strategic options with the goal of driving the country towards desirable targets.

The Office of Industrial Economics, Ministry of Industry realizes the importance of industrial development towards Industry 4.0 goal under future uncertainties. A prompt and comprehensive plan for changes would help driving towards sustainable economic growth of Thailand. This Industry Foresight Project is conducted targeting two pilot sectors, i.e. Medical Device and smart electronics industries. While smart electronics industry falls into the first S-Curve, Medical Device industry can be considered the New S-Curve. The project has been taken by Chula Unisearch of Chulalongkorn University.

The primary objective of the study is to investigate changes in global trends during the next 10-20 years in terms of technology, economy, social, environment, energy, and others that could affect the industry sector. Guidelines can be derived for the Office of Industrial Economics in order to prepare the Industry Foresight for selected industrial sectors. The Office of Industrial Economics could set relevant key policies, strategies, and actions such that they are consistent with the outcome from the study.

Figure 1 illustrates five key works conducted in the present study. The foresight process is shown in Figure 2.

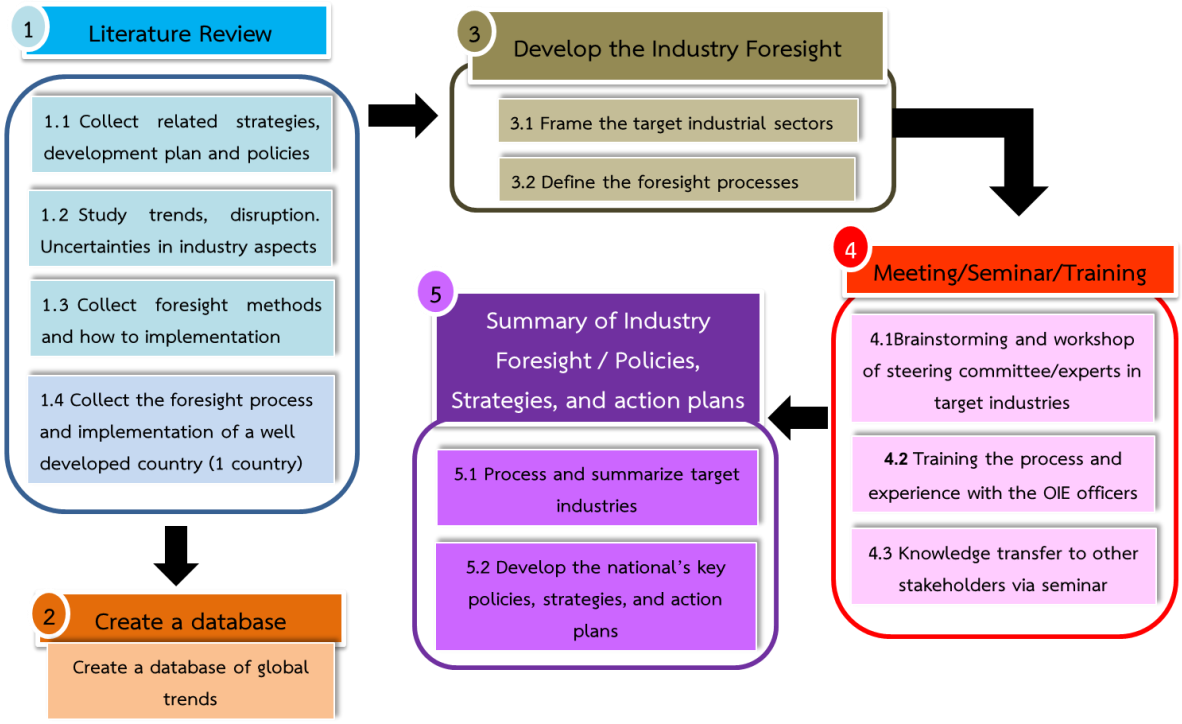


Figure 1. Procedures of Industry Foresight

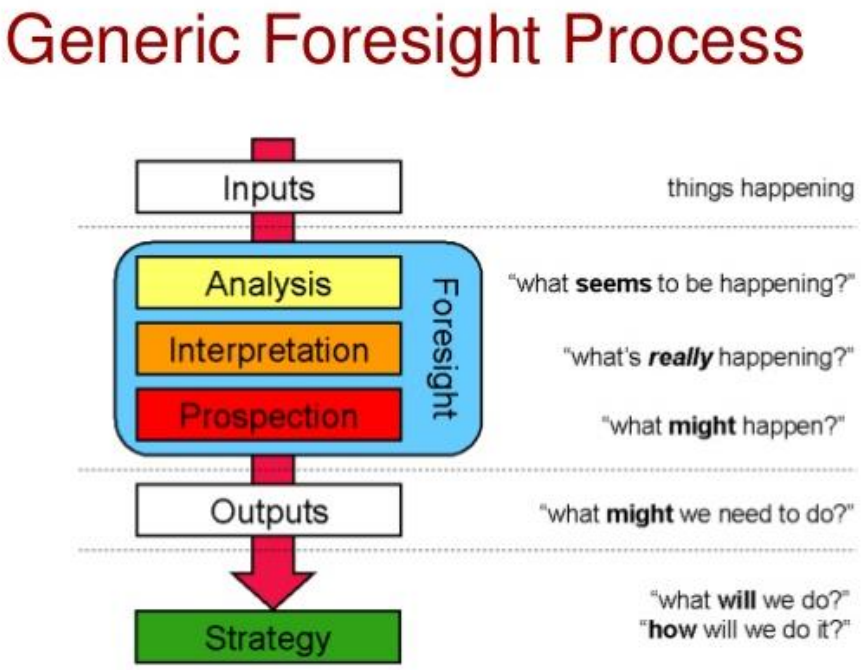


Figure 2.The foresight process

The study framework for both industrial sectors has been set according to the Generic Foresight Process through several research methods, namely, Brainstorming, Expert Interview, Survey, Scenario building, and Expert panel.

Process	Number of Expert	Time Period (Month)	Details	Outputs
Literature Review	Team	April-May 2020	Global Trend, Mega Trend in STEEP	Trends
Expert Interview (Expert 1)	15/2Industrial	June- July 2020	Select key drivers among trends (voting)	Draft Key Drivers
Online Survey				Refined Key Drivers, Uncertainties, Challenges
Brainstorming Workshop (Expert 2)	15/Industrial	July 2020	Discuss and vote for consensus of scenarios	Draft Scenarios
Scenario Analysis	Team	August 2020	Scenario writing based on uncertainties	Refined Scenarios
Strategic Roadmap	Team	September 2020	Write the policy for all scenarios	Strategies and Policy
Brainstorming Workshop (Expert 3)	50/Industrial	October 2020	Discuss the strategies and policy for all scenarios	Refined Strategies and Policy

Medical Device Foresight

: shaping the future of Thai medical device industry

The foresight of Thai medical device industry is identified, analyzed and prepared in 4 development scenarios. Overview of each scenario is provided in detail as follow.

- Scenario 1: **Blue sky industry**

In this best-case scenario, the industry is fully supported by both the government's procurement and reimbursement policy and the confidence from users including doctors and patients, which in turn allow high quality medical products with Thai's nationality to freely compete in the market. This dynamic creates a sustainable 'eco-system' and a strong foundation for both manufacturers and users to prosper. In terms of the Thai manufacturers, they can hugely benefit from such policy through revenue growth, business expansion, and a sense that there is room for newcomers to succeed. To the users' end, the welcoming attitude and pride towards made-by Thais can be developed. Eventually, the medical device industry can be firmly established in the country to take Thai brands to the world market and become an indispensable element that supports the growth of Thai economy.

- Scenario 2: **Lacking the siphon**

In this scenario, the government's procurement and reimbursement policy is missing from the picture despite looming confidence and welcoming attitude from Thai users. Without the funding support, Thai medical devices cannot successfully be reached by users. This in turn affects the Thai manufacturers in raising their revenue and remains competitive in the market. The alternative for Thai manufacturers in this scenario is to seek premium market outside the government subsidiary such as privately-owned hospitals and also markets outside the country. In addition, Thai manufacturers need to apply innovation and technology to add values and upgrade their medical products.

- Scenario 3: **Being in a coma**

This is the worst-case scenario. Both government's procurement and reimbursement policy and confidence from users are missing from the picture. Thai manufacturers lack all means of support for their business. The only way to break through out of a coma is for the Thai manufacturers to upgrade their products to meet with the international standards to ensures users that the devices are safe to use. This in turn will help Thai medical products seek a place in premium as well as foreign markets. In the meantime, the government needs to inject a strategic policy to sustain the situation especially to those manufacturers with high potentials to remain viable.

- Scenario 4: **Winning the heart of Thai users**

In this scenario, the government's procurement and reimbursement policy that supports Thai brands is fully functional. However, lack of confidence and welcoming attitude from Thai users remains an issue. Building confidence and trust among Thai users needs to be initiated and implemented. In this situation, the Thai manufacturers have to focus on raising the standards of their products to meet with the international requirements. In addition, using innovation and new technology in the processing step can also help manufacturers to boost up the product's performance and product's image. The latter is important in attracting users' attention to consider Thai-made medical products. Finally, having doctors involved early in the designing step can gain their welcoming attitude and willingness to use the devices once they are launched into the market.

Based on the identification and analysis of key drivers acquired from literature review of global trends, there are 9 important drivers that can have a huge impact on future medical device industry. All of these drivers will have their roles in the planning of strategic roadmap for each development scenario as outlined in Figure 3.

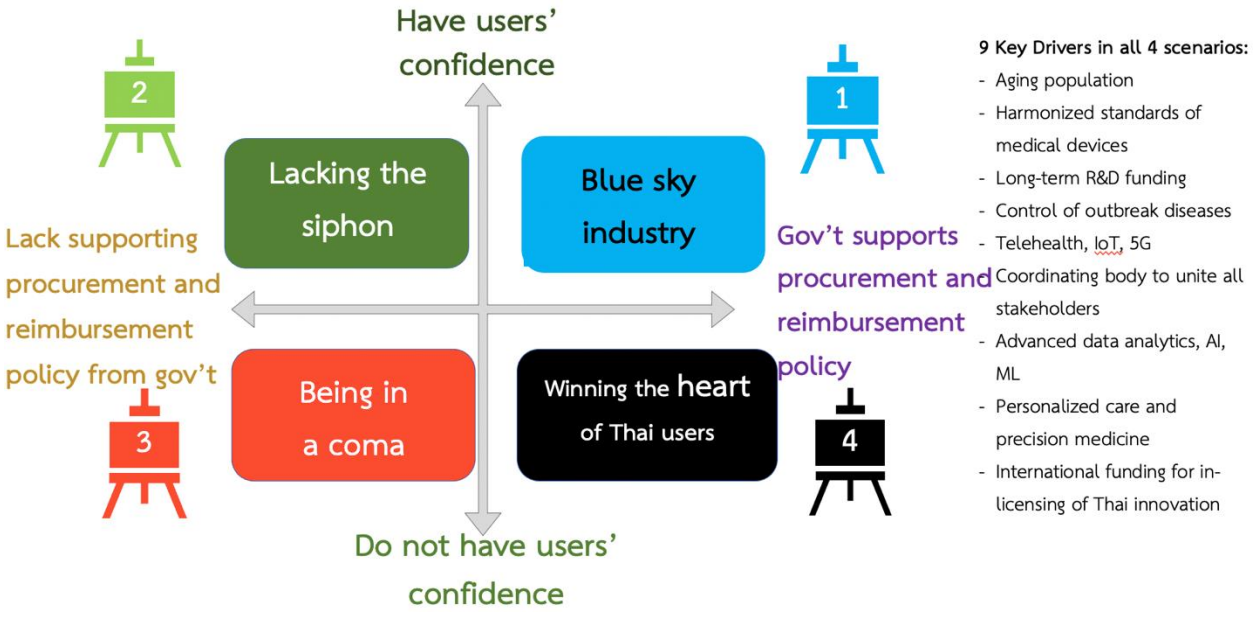


Figure 3. Scenario compass of Thai medical device industry with 9 key drivers

In order to drive Thai medical device industry forward in each of the 4 development scenarios, strategies and measures instrumental for the viable and successful industry are devised as shown in Figure 4.

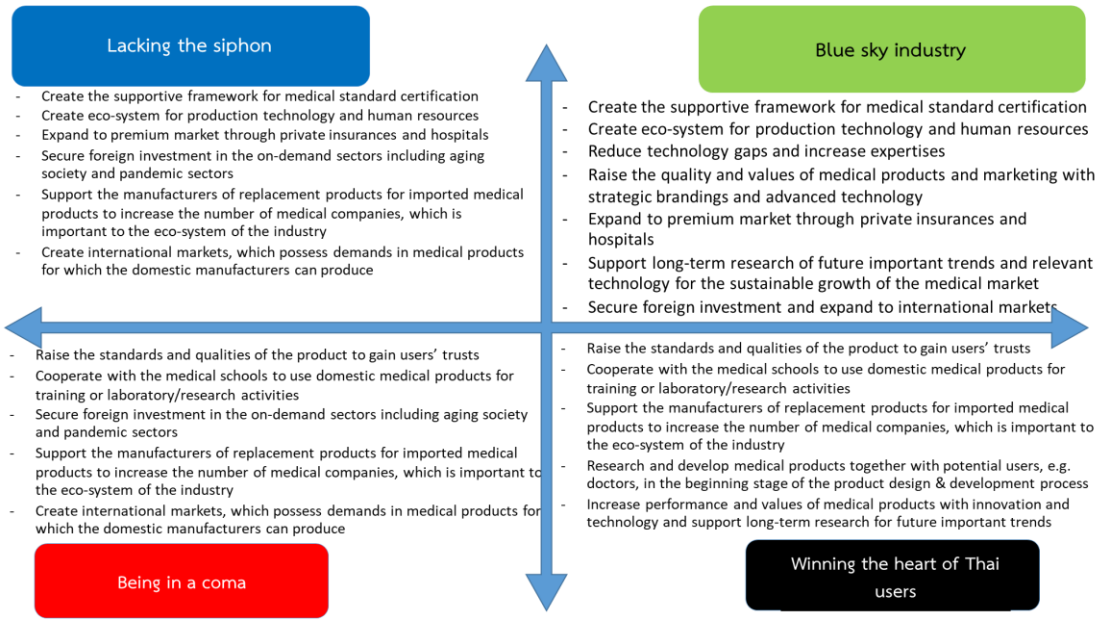


Figure 4. Instrumental strategies in each development scenarios

Using expert panel discussion and brainstorm workshops to refine these strategies and measures, a strategic roadmap is constructed to provide a framework in shaping Thai medical device industry. This roadmap consists of 3 main objectives that serve as supporting pillars for the framework. Each pillar contains strategies and measures that branch out for implementation. The 3 main objectives are

A. Harmonized national standards
B. Creation of market and investment for sustainable growth
C. Creation of eco-system for medical device industry: technology and human resources

In the first pillar, harmonization of national standards is aimed to upgrade Thai medical devices to meet the requirements of already-established international standards. Having such certification, the users can be assured that the devices are safe to use. This first pillar is further divided into 3 strategies:

A1) Building human resources with knowledge in medical device regulations

A2) Creating the coordinated network of infrastructure to support medical device certification

A3) Revising legislative Medical Device Act to facilitate the establishment of official gateway for medical device certification and regulation

For the second pillar, creation of market and investment for sustainable growth covers 3 main strategies as follow

B1) Supportive procurement and reimbursement policies from the government sector on Thai medical devices

B2) Enhancing the quality of Thai medical devices through designing and development for users' satisfactions, brand creation, and value-added products

B3) Engaging foreign investment on domestic IP, innovation, and export of Thai-made medical devices to international market

Finally, creation of ecosystem is focused on lowering the gap in technology and human resources so that Thailand can compete effectively in the world. This objective is further divided into 3 strategies:

C1) Creation of eco-system and preparedness for the entire production and development process of medical devices

C2) Urgent uplifting of domestic expertise and technology to match with the international level

C3) Long-term research funding in the development of human resources and technology related to current as well as future trends in medical device industry

The overall strategic roadmap with objectives, strategies and measures is shown in Table 1.

Table 1 Strategic roadmap including key objectives, strategies and measures to shape the future of Thai medical device industry

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
Strategies	A1 Building human resources with knowledge in medical device regulations	A2 Creating the coordinated network of infrastructure to support medical device certification	A3 Revising legislative Medical Device Act to facilitate the establishment of official gateway for medical device certification and regulation	B1 Supportive procurement and reimbursement policies from the government sector on Thai medical devices	B2 Enhancing the quality of Thai medical devices through designing and development for users' satisfactions, brand creation, and value-added products	B3 Engaging foreign investment on domestic IP, innovation, and export of Thai-made medical devices to international market	C1 Creation of the eco system structures and readiness for production and development of medical devices	C2 Urgent uplifting of domestic expertise and technology to match with the international level	C3 Long-term research funding in the development of human resources and technology related to current as well as future trends in medical device industry
Plans	A1.1 Development of human resources to support Medical Product	A2.1 Independent centralized entity that: - coordinates the network of all the	A3.1 Government's official positions for personnel and expert in medical	B1.1 Medical reimbursement policies from key government's medical funds and social	B2.1 Cooperation with the medical schools to use domestic medical	B3.1 Foreign investment in the high potential markets including aging society	C1.1 Establishment of national authoritative board and top-tier leadership from both	C2.1 Technology mapping of important sectors and technologies including: - Aging society	C3.1 Research funding for start-up companies for the development of medical

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
	Consortium of Thailand (MPCT), e.g. internal review training with leading countries, studying the certification procedures of US FDA and CE, etc.	medical certifying and clinical testing laboratories or centers in Thailand, - creates national database of medical standards for all medical devices in the country, - plan for required investment for medical standard certification and testing infrastructures and equipment	standards and regulations	security, which support the domestic companies and benefit Thai people the most.	products for training or laboratory/research activities, and to provide feedbacks for users' experience enhancement	and pandemic diseases with domestic markets and potential growth to Asean countries	government and private sectors to successfully pass and execute key national policies in medical industry.	- Future pandemic - AI/data analytics - Telehealth /IoT/5G/Sensors - Personalized treatment/precision medicine Data collection and analytics to gain insights into the key medical needs for relevant future trends & technologies	innovation for future potential markets by focusing on high-potential sectors & technologies including: - Aging society - Future pandemic - AI/data analytics - Telehealth /IoT/5G/Sensors - Personalized treatment/precision medicine

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
	A1.2 Full-time supportive personnel and consultants for medical devices from upstream-to-downstream productions, available in all regional parts or in a form of tele-consultation	A2.2 One-stop-service unit that supports medical standard process and coordinates with all stakeholders for the medical standard certifying and testing processes. Outsourcing leading international medical-standard agencies may help expedite	A3.2 Supportive platform and human resource for pre submission program	B1.2 Medical reimbursement and public health databases that are available for data analytics and trend predictions for potential trends of disease burden of Thai people, in order to plan and develop medical products that meet the market needs and trends accurately	B2.2 marketing strategies and advertisement campaigns to build users' trust and confidence in domestic medical devices	B3.2 Foreign market expansion, especially in the Asean countries and developing countries with high demand of medical devices, in order to raise the domestic manufacturing standards and qualities	C1.2 Establishment of a central coordinating unit to connect and network entire value chains and domestic manufacturing sectors in the country from upstream to downstream, which are critical to the design and development of medical devices This network will assist the cooperation of manufacturers,	C2.2 Support of international collaboration and strategic partnership with international companies to reduce technological gap in the key technologies from the technology mapping and patent landscape	C3.2 R&D support leading to the production of medical devices, which may be classified into three groups: - Medical devices with urgent needs - Medical devices for import replacement - Medical devices for future trends & technology -

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
		the process in the beginning.					researchers, and doctors for the development of medical innovation to commercialization.		
	A1.3 Collaboration between staffs from different certifying and clinical testing laboratories, e.g. interlaboratory comparison, for unified testing standards	A2.3 Rapid creation of certifying laboratories and clinical testing units throughout the country for fast, effective, and low-cost medical standard certifying processes	A3.3 Constitution of exhaustively horizontal standard framework for overall medical industry, followed by the vertical standards for individual medical devices	B1.3 Research and investment for medical products in high-impact sectors and technologies, including: - Aging society - Future pandemic - AI/data analytics	B2.3 Coordinating agency to support domestic manufacturers and companies for the complete process of brand and product development and medical standard certifications,	B3.3 Supportive mechanism for foreign market expansion, e.g. international expo showcase, strategic partnership with foreign sale offices & distributors in	C1.3 Creation of database of the certification and clinical test laboratories, doctors and researchers in medical device sectors to support the cooperation of academic, public health,	C2.3 Recruitment of International experts in key technologies for technology and knowledge transfers to domestic personnel	C3.3 Integration of AI technology with personalized care and precision medicine for medical devices

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
	and accuracy assurance			- Telehealth /IoT/5G/Sensors - Personalized treatment/precision medicine	for users' satisfaction and confidence	potential countries	and private sectors		
	A1.4 MPCT's expert training for researchers and manufacturers on the medical device standard certifications throughout the supply chain of the medical device industry	A2.4 Homogenization of medical standard certification of medical devices in similar categories for fast and efficient certifying process		B1.4 Public health database to analyze trend of disease burdens in order to match with R&D supports for related research problems from academic and industrial sectors	B2.4 Increase in performance and value of domestic medical products with high-potential technologies including IoT, 5G, AI and data analytics		C1.4 Policy, framework and medical hub that help reduce the capital and production costs of domestic manufacturers and entrepreneurs. The cost saving can be invested in R&D to raise the qualities	C2.4 Supportive program for Thai personnel to train or work in high-technology foreign medical-device companies to create more experts in key technologies from technology mapping analysis	C3.4 Funding for R&D and academic tuitions for the graduate-level study of the medical deivces and technology, especially in high-impact sectors and technology, including: - Aging society - Future pandemic

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
							and values of medical products for international competitiveness		- AI/data analytics - Telehealth /IoT/5G/Sensors - Personalized treatment/precision medicine
	A1.5 Marketing and talent attraction campaign for the medical industry to recruit domestic talents and skillful workers to study and work in the medical device	A2.5 Supportive pre-submission program and filing preparation for the Common Submission Dossier Template (CSDT) with accuracy and complete required		B1.5 Supportive measures to reduce critical legal deadlocks and to effectively commercialize domestic IP and innovation, e.g. Bayh-Dole act, Freedom to Operate	B2.5 Raise the standard and quality of domestic medical devices and brands for premium market penetration of private/international hospitals and private insurance system		C1.5 Policy and infrastructures to attract international talents and international collaboration to create global close-loop eco system in the country	C2.5 Prepare for human resource and technology in chip design and manufacturing, which will be critical to wireless communication of future medical devices and will be enforced international medical standards for	C3.5 Development of data collection and analytics for the prediction and preventive preparation of the future pandemic threat

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
	industry and medical regulation affair	documents, before filing for actual certifications from FDA						patients' privacy and security	
	A1.6 Creation of an academic program in medical regulation affairs, or integration with the current academic program in bio-medical engineering, in order to produce human resource for medical	A2.6 Creation of standard procedures of medical device testing, which can be standard references for testing laboratories, research units, and clinics in the country		B1.6 Supportive measures, e.g. tax incentives, reimbursement policies, BOI, to support domestic companies for production of import-replacement medical products with relatively low cost, high standard and users' satisfaction	B2.6 R&D of medical products that focus on users' empathy usability & human factor engineering. Academic medical program that focus on the product and innovation design that answer users' actual needs		C1.6 Policies and regulations to support software as medical devices to be ready for the application of IoT, 5G, AI and ML in medical device industry and to ensure security and privacy of users	C2.6 Development of human resources in university and vocational education with understanding of the design and production of medical devices and their corresponding medical standards, along with the skills to develop innovation and found start-up business	C3.6 Utilize the supportive measures from the legislation act of increasing the domestic manufacturers' competitiveness, which is in charge by BOI. The act focuses on support R&D with industry and private sector collaboration with high externality and social impact

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
	standard certification and medical product development								
	A1.7 Creation of government's official position for bio-medical engineering and medical regulation officers for related departments, e.g. public hospitals, FDA. Moreover, the professional	A2.7 Strategic partnership and networking with international partner laboratory for international standard testing assurance		B1.7 Utilization of any of current research and innovation frameworks, e.g. Thailand innovation and invention account books, to generate commercial values and impacts from the listed innovations			C1.7 Strong-up funding to support domestic companies and manufacturers with core competencies in the production of medical devices that are in high demand in order to increase and strengthen the		C3.7 R&D support in the production of key raw materials for medical devices to strengthen the upstream industry of the medical device industry for future sustainable growth of the medical device indsutry

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
	practice certification for bio-medical engineering or related field should be introduced to the medical industry to encourage with incentives the private companies and research institutes to hire bio-medical engineers and medical standard			and inventions			domestic companies		

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
	officers in their institutions.								
		A2.8 Government budget to support centralized medical testing laboratories and clinical testing units as non-profit organizations to effectively support the medical industry, as well as interlab comparison		B1.8 Medical reimbursement policies that support rental fee of reusable medical products, e.g. wheeling chairs, medical beds for bed-bound patients, depending on the patients' needs			C1.8 Supportive mechanism for the technology and innovation development of start-up companies or SME. Assistance for strategic roadmaps for exit plan of the start-up and SMEs, e.g. merging & acquisition or MAI.		

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
		with foreign partner laboratories							
		A2.9 Support the standard certification processes for upstream-to-downstream manufacturing companies in order to prepare for key raw materials for medical the device industry							
		A2.10 Temporary supportive measure to assist the							

Strategic Roadmap for Medical Device Industry									
Objectives	A. Harmonized national standards			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth			C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource		
		domestic companies during the transition of the modified medical standard certification process and the preparation of the Common Submission Dossier Template (CSDT)							

Smart electronics foresight

: shaping the future of Thai smart electronics industry

There are 4 scenarios for electronics industries in Thailand.

- **Scenario 1 (Thai Rung Rueang)** (Manufacturing base has been added - high stability and support) The smart electronics manufacturing sector is growing rapidly. It is an important part of the manufacturing (OEM) of smart electronic products in the world market. The domestic business sector is growing rapidly for both Thai and international companies. Thai companies have competitive advantage from support and human capital. It is an attraction of investment, has an environment suitable for building and developing businesses at all levels. Thai companies also have the stability of human resources for supporting intelligent electronic technology. There was an expansion in both the export, domestic and regional market. The expansion includes production segment, business development and service segment in potential industries and industrial clusters. Such industries are agriculture and agriculture industry, tourism services, trade, food, health and medicine, the elderly market, and smart appliances products. Private sector and government are able to make use of smart electronic technology.
- **Scenario 2 (Khai Rung, Khai Rung)** (Manufacturing base has been added - low stability and support) The smart electronics manufacturing sector is growing because it relies on the legacy of manufacturing (OEM) of smart electronic products in the world market. The business and industrial sectors have grown in domestic and regional markets thanks to the global market forces. Despite the market growth, however, Thai companies have little competitive potential because they do not receive adequate support and still have limited potential human resources. These companies have limited production and business development due to the lack of ongoing support. The private sector needs to work together hand in hand to strengthen the local niche market.
- **Scenario 3 (Thai tong sue)** (Manufacturing base has been reduced - low stability and support) The smart electronics manufacturing sector has contracted due to lower competitiveness compared to other countries, relocation of production bases, and no high-technology production. There is a business environment that is not attractive, unsuitable business costs and lack of human resources, stability, and support. This causes domestic industries and businesses to collapse. The private sector needs to work together to strengthen the local niche market.
- **Scenario 4 (Thai tong sang)** (Manufacturing base has been reduced - high stability and support) The smart electronics manufacturing sector has contracted, and production base has been reduced or relocated. However, with the stability and good government support, the market

for smart electronic products and services has been promoted and expanded in the country. There is a continuous development of human resource skills and creation of high potential. The government promotes and establishes a state procurement mechanism to create demand for smart electronic products in the country. Promote private sector to create standardized products and expand markets to countries and regions with specific needs in line with Thailand. There is a growing market in the country and in the region. Including production, business development. The service covers potential industries and clusters of the country. Such as agriculture and agriculture industry, tourism services, trade, food, health, and medicine. Including the elderly market and smart appliances products. The government has applied intelligent electronic technology to be thoroughly utilized.

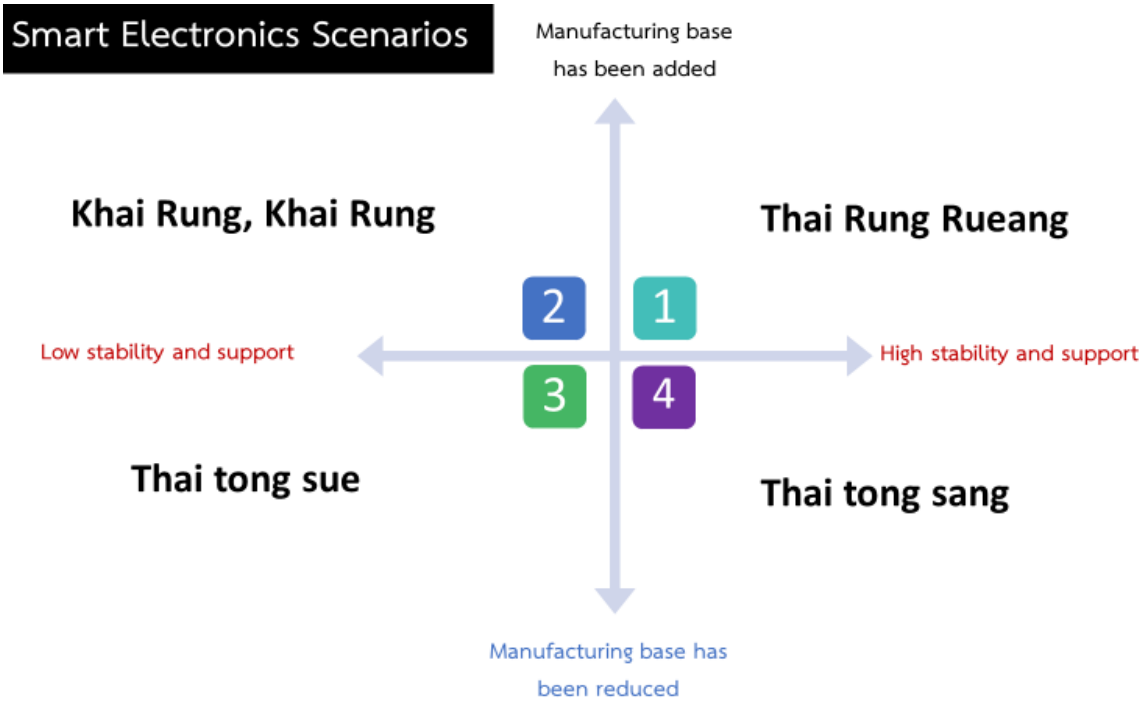


Figure 5 Scenario of the future of the smart electronics industry in Thailand

From the above scenarios, we can create different strategies for each scenario by taking important trends into consideration as a tool to drive the strategy for the smart electronics industry. The strategies or measures in each scene as follows:

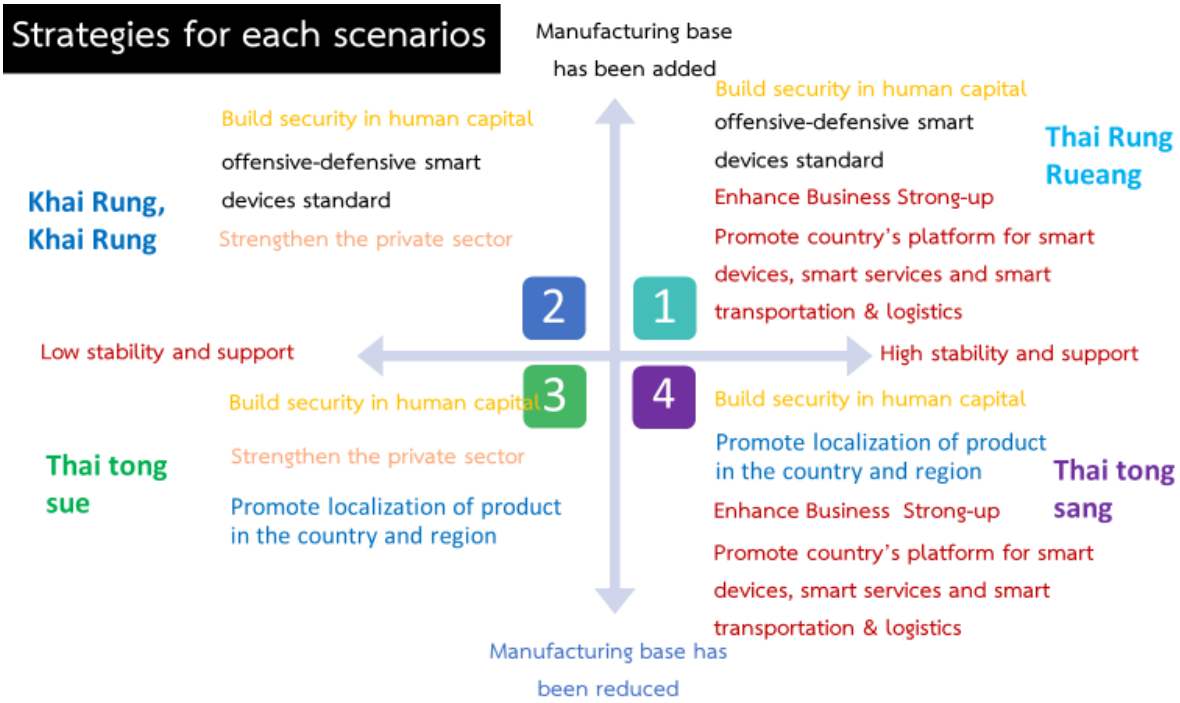


Figure 6 Strategies to drive each scene for the future of the smart electronics industry in Thailand.

From the conceptual suggestions of the strategies in each of the pictures above, policy recommendations for each strategic can be described as follows:

A. Build security in human capital There is a development of personnel to be skilled to support the efficient smart electronics industry. The workforce is created as required by the industrial sector. Inquiring about the skills needed to build a developer with expertise in both hardware and software that promotes application skills. The new digital skill such as AI, Big-data, Data analytic, Blockchain, etc. Establish a talent pool, a national HR space to connect developers and skilled personnel to join the event. Promote work in a blend of experts from various fields such as agriculture, medicine, IT Software, attend the event.

B. Offensive-defensive smart devices standard There are measures to protect and promote Thai businesses through the creation of the national standard. In the matters of De-globalization, there are measures for stabilization. There are passive measures in helping Thai businesses to be able to pass the standard. There is a certification and consulting agency for certification standards and give advice to companies before developing products. Therefor promote Thai Smart electronics product standards, such as Connection, Privacy and Security

C. Enhance Business Strong-up There are measures to promote and protect Thai businesses to expand quickly and gain the potential to compete. Also, to create technological stability in the country in the de-globalization. Ministry of Industry and the Ministry of Commerce should be integrated their efforts and measures together. There is a mechanism to build up (strong up) business to be strong and expandable. It has created continuity in labor. The succession of technology in the workforce of generation to generation. The business has been expanded to cover the entire value-chain in healthcare, aging, medicine, agriculture, food, and tourism.

D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics Establishing a national platform to build a customer base in the country's niche market. So, platform for physical and logical connections between products and services is created, such as defining protocols for communication between products, data transmission. Promoting the creation of a domestic industry IOT platform.

E. Promote localization of product in the country and region. Support and build localization products of customers in the country and in the region, such as language recognition system, complete niche value chain in Thai specific market such as in health, medicine, elderly people, health food, "smart-food", agriculture "smart-farm. " These markets are independent of the fluctuation of the manufacturing sector. By marketing each bar vertically and may cross each other, using localization mechanisms to prevent competition and strengthen the operators in the country, such as the use of audit in Thai, expanding the market to the country. Neighbors use localization with neighbors. (Regionalization) such as Myanmar, Indonesia, CLMV, etc., has sent personnel to help neighbors in various fields, creating a network for Thai entrepreneurs to market in neighboring countries.

F. Strengthen the private sector Support businesses that want to do R&D to compete in the global market. Which is risky and uses high capital Build cooperation with neighboring countries and support cross-border trade Competent research groups are being promoted. To be able to create their own products as well as encouraging entrepreneurs in Thailand Able to adapt to produce their own products There is a group of private sector associations in the country. The base technology is shared with each other. Jointly develop and share information together To develop a market together Building cluster strength with private sector Professional organizations,

associations are the main drivers support and strengthen roles Encourage the private sector to strengthen the development of knowledge by themselves, such as tax relief measures for the expenses of education or research and development, etc.

Strategic Plan / Measures Important and Relevant Objectives and Strategies for the Smart Electronics Industry as shown in Table 2

Table 2 Strategic plan and key measures, according to the goals and Strategies of the smart electronics industry

Strategic Roadmap for Driving the Smart Electronics Industry						
Objectives	**A Build security in human capital**	**B. Offensive-defensive smart devices standard**	**C. Enhance Business Strong-up**	**D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics**	**E. Promote localization of product in the country and region**	**F. Strengthen the private sector**
Strategies	A1. develop personnel to support the industry effectively.	B1. Protect and promote Thai business through the creation of the country's central standards to ensure the stability in the case of de-globalization.	C1. promote and protect Thailand's rapid growth and international competitiveness	D1. Building a basic platform of the country to build a customer base in the country's niche market.	E1. Support and build localization products of customers in the country and in the region.	F1. Supporting businesses that want to do R&D to compete in the global market which is risky and uses high capital
	A2. Creating the workforce required by the industrial sector in which the	B2. Assist Thai businesses to be able to pass the standard certification	C2. Integration of measures from the Ministry of Industry	D2. Building a platform connecting products and	E2. Create a niche value chain in the	F2. Establishing cooperation between neighboring countries

Strategic Roadmap for Driving the Smart Electronics Industry						
Objectives	A Build security in human capital	B. Offensive-defensive smart devices standard	C. Enhance Business Strong-up	D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	E. Promote localization of product in the country and region	F. Strengthen the private sector
	skill requirements are inquired		and the Ministry of Commerce	services, both physical and logical.	niche market of Thailand.	and supporting border trade
	A3. Focus on building a developer with expertise in both hardware and software.	B3. Creation of Thai's smart electronics branding with include connectivity, privacy and security that reassure consumers	C3. Creating a mechanism for enhancing businesses to be strong and expand rapidly, such as SME.	D3. Promoting the creation of the IOT platform of the domestic industry	E3. Local mechanism should be used to prevent competition and strengthen domestic enterprises.	F3. Competent research groups are being promoted to be able to create their own products. Also, encouraging entrepreneurs in Thailand to be able to adapt to produce their own products.
	A4. Build workforce with applicable new		C4. Creation of continuity in labor force. The		E4. Expanding the market to neighboring	F4. Private sector integration, technical basis, joint

Strategic Roadmap for Driving the Smart Electronics Industry						
Objectives	A Build security in human capital	B. Offensive-defensive smart devices standard	C. Enhance Business Strong-up	D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	E. Promote localization of product in the country and region	F. Strengthen the private sector
	digital skills such as AI, Big-data, Data analytic, Blockchain, etc.		succession of technology in the workforce of generation to generation		countries using regionalization such as Myanmar, Indonesia, CLMV, etc.	development and sharing of information, common development of the market.
	A5. Build a talent pool, national human resources space, connect all kinds of skilled workers.		C5. Expanding the market to cover the entire value-chain in healthcare, aging, medicine, agriculture, food, and tourism.		E5. Sending personnel to assist neighbors in various areas to build a network for Thai	F5. Private sector, professional organizations are the main drivers in support and strengthen cluster

Strategic Roadmap for Driving the Smart Electronics Industry						
Objectives	A Build security in human capital	B. Offensive-defensive smart devices standard	C. Enhance Business Strong-up	D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	E. Promote localization of product in the country and region	F. Strengthen the private sector
					entrepreneurs to market in neighboring countries.	
	A6. Promote work in a combination of experts from various fields such as agriculture, medicine, IT software.					F6. Encourage the private sector to strengthen the development of knowledge on its own, such as tax assistance measures for educational or research and development expenses.

Chula Unisearch of Chulalongkorn University Team

1. Prof. Supot Teachavorasinskun , Ph.D.
2. Asst. Prof. Witaya Wannasuphoprasit, Ph.D.
3. Surat Kwanmuang, Ph.D
4. Assoc. Prof. Boonrat Lohwongwatana, Ph.D
5. Miss Pimpon Uttayarat, Ph.D
6. Assoc. Ratchatee Techapiesancharoenkij, Ph.D.
7. Miss Visarat Sunyaluckluechai
8. Miss. Suphap MouUbon

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำและกรอบแนวคิด

1.1 บทนำ 1-1
1.2 กรอบแนวทางการศึกษา 1-4
1.3 องค์ประกอบรายงานความก้าวหน้า 1-17
1.4 ความคืบหน้าการดำเนินงานและงานที่ส่งมอบ 1-18

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาในภาพรวมของประเทศ 2-1
2.2 ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาอุตสาหกรรม 2-12
2.3 แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย 2-25

บทที่ 3 แนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคต

3.1 ประเทศที่มีความก้าวหน้าในกลุ่มเอเชีย 3-1
3.2 ประเทศที่มีความก้าวหน้านอกกลุ่มเอเชีย 3-67

บทที่ 4 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลง (Global Trends) และการจัดทำข้อมูล

4.1 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกในมิติต่างๆ 4-1
4.2 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอนาคตในมิติต่างๆ 4-14
4.3 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกในมิติต่างๆของอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ 4-31
4.4 การจัดทำฐานข้อมูล 4-36

บทที่ 5 แนวคิดการจัดทำแผนภาพอนาคต

5.1 การเขียนแผนภาพอนาคต 5-1
5.2 ขั้นตอนการจัดทำแผนภาพอนาคต 5-34

สารบัญ

หน้า

บทที่ 6 การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

6.1 แผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ 6-1

6.2 ข้อเสนอกลยุทธ์ในการผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์สำหรับแต่ละฉากทัศน์ 6-25

6.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ 6-38

6.4 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเฉพาะแต่ละแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ 6-65

บทที่ 7 การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ

7.1 แผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ 7-1

7.2 กลยุทธ์ในการผลักดันอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะสำหรับแต่ละฉากทัศน์ 7-14

7.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ 7-16

7.4 ประชาพิจารณ์ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ 7-25

7.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเฉพาะแต่ละประเด็นยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ 7-34

ภาคผนวก ก สรุปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ และรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมสัมมนากลุ่มย่อยเพื่อจัดทำภาพจำลองอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ภาคผนวก ข สรุปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะและรายชื่อประชุมสัมมนากลุ่มย่อยเพื่อจัดทำภาพจำลองอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ

ภาคผนวก ค สรุปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในประเทศ

ภาคผนวก ง สรุปประชุมสัมมนาเผยแพร่

ภาคผนวก จ สรุปการอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำแผนภาพอนาคต

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.2-1	วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต	1-8
1.2-2	สรุปการประชุม/สัมมนา/อบรม	1-16
1.4-1	หัวข้อนำส่งผลงานในโครงการฯ	1-17
1.4-2	ความคืบหน้าในการดำเนินงานโครงการ	1-18
3.1-1	สรุปเมกะเทรนด์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคต จากการวิเคราะห์แบบ STEEP ในรายงาน the 5th Science and Technology Foresight ประเทศเกาหลี	3-18
3.1-2	การแบ่งกลุ่มของประเด็นสาคัญหลัก 40 ประเด็น โดยวิธีการ Big-data based network analysis	3-21
3.1-3	ตัวอย่างของความต้องการ (Needs) ด้านเทคโนโลยีที่จำเป็นเพื่อรับมือประเด็นปัญหาหลัก (Major issues)	3-22
3.1-4	นิยามและการคาดการณ์จุดพลิกผันของ 24 กลุ่มเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม	3-26
3.1-5	ตารางแสดงจำนวนเทคโนโลยีแห่งอนาคตในแต่ละกลุ่มประเด็นหลัก 6 กลุ่ม และตัวอย่างของชื่อ และคำบรรยายเทคโนโลยี	3-29
3.1-6	นโยบายภาครัฐที่จำเป็นต่อการผลักดันการเป็นรูปธรรมของเทคโนโลยีแห่งอนาคตต่าง ๆ	3-32
3.1-7	หน่วยงานหลักในการวิจัยที่จะผลักดันการเกิดเป็นรูปธรรมของเทคโนโลยีแห่งอนาคต	3-32
3.1-8	รายชื่อ Sub fields และ Nano techniques ภายใต้กลุ่มสาขา Nano Materials	3-41
3.1-9	รายชื่อ Sub fields และ Nano techniques ภายใต้กลุ่มสาขา Nano Electronic & Semiconductor	3-42
3.1-10	รายชื่อ Sub fields และ Nano techniques ภายใต้กลุ่มสาขา Nano Bio Medicine	3-42
3.1-11	ดัชนีชี้วัดที่ออกแบบสำหรับแบบสำรวจ	3-43
3.1-12	ผลการสำรวจเทคนิคนาโนต่าง ๆ ในกลุ่ม Nano material	3-47
3.1-13	ผลการสำรวจเทคนิคนาโนต่างๆในกลุ่ม Nano Electronic & Semiconductor	3-47
3.1-14	ผลการสำรวจเทคนิคนาโนต่าง ๆ ในกลุ่ม Nano Bio Medicince	3-48
3.1-15	หัวข้อการวิจัย 10 อันดับแรกของการคาดการณ์เทคโนโลยีการเกษตรของประเทศไต้หวันในปี 2025	3-66
3.2-1	Trend themes และ technology areas ในการจัดกลุ่มเครื่องมือแพทย์	3-69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.2-2	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คนและสังกัดที่ทำงาน	3-70
3.2-3	คะแนนเฉลี่ยแนวโน้มการคาดการณ์ในระดับหมวดหมู่ตาม trend themes	3-74
3.2-4	คะแนนเฉลี่ยแนวโน้มการคาดการณ์ในแต่ละด้านของ technology areas	3-77
3.2-5	ลำดับ technology areas ที่สำคัญและเป็นนวัตกรรม ที่เป็นไปได้ภายในปี 2018	3-80
3.2-6	เครื่องมือแพทย์ที่แบ่งออกตาม trend themes, technology areas, product groups	3-80
3.2-7	ลำดับ product groups ที่สำคัญและเป็นนวัตกรรม ที่เป็นไปได้ภายในปี 2018	3-84
3.2-8	ลำดับกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ (product groups) ที่สำคัญและเป็นนวัตกรรมภายใต้ technology areas ทั้ง 13 ด้าน ที่เป็นไปได้ภายในปีระยะเวลา 10 ปี	3-85
4.1-1	ความสอดคล้องของแนวโน้มของโลกตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหาร	4-9
4.2-1	Medical Device Social Trend (แนวโน้มทางด้านสังคมต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)	4-15
4.2-2	Medical Device Technological Trend (แนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)	4-20
4.2-3	Medical Device Environmental Trend (แนวโน้มทางด้านสิ่งแวดล้อมต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)	4-26
4.2-4	Medical Device Economic Trend (แนวโน้มทางด้านเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)	4-27
4.2-5	Medical Device Political/Legal Trend (แนวโน้มทางด้านการเมืองการปกครองนโยบายต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)	4-30
4.3-1	Smart Electronics Social Trend (แนวโน้มทางด้านสังคมต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะ)	4-32
4.3-2	Technology Trend (แนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อัจฉริยะ)	4-33
4.3-3	Economics Trend (แนวโน้มทางด้านเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะ)	4-35
4.3-4	Environmental Trend (แนวโน้มทางด้านสิ่งแวดล้อมต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ)	4-35
4.3-5	Political and Legal Trend (แนวโน้มทางด้านการเมืองการปกครองนโยบายต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะ)	4-36
4.4-1	สรุปรายการข้อมูล	4-38
5.1-1	วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต	5-4
5.1-2	แนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อฉากทัศน์	5-13

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
5.1-3	เปรียบเทียบวิธี Foresight 5 วิธีนิยม	5-28
5.2-1	ขั้นตอนการเขียนแผนภาพอนาคต	5-36
6.1-1	ข้อมูลเชิงลึกที่สังเคราะห์ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในบริบทของ STEEP	6-7
6.4-1	ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 1	6-58
6.4-2	ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 2	6-60
6.4-3	ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 3	6-62
6.4-4	ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 4	6-64
7.1-1	วิเคราะห์แนวโน้มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและระบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการ STEEP	7-4
7.1-2	คะแนนของแนวโน้มของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ เรียงตามผลกระทบ (Impact) และโอกาสในการเกิด (Possibility)	7-5
7.1-3	คะแนนรวมความไม่แน่นอนในด้านระดับของความไม่แน่นอน (Degree of Uncertainty) และผลกระทบ (Impact)	7-8
7.1-4	ความไม่แน่นอนที่สำคัญจากการลงคะแนน คะแนนรวมความไม่แน่นอนในด้านระดับของความไม่แน่นอน (Degree of Uncertainty) และผลกระทบ (Impact)	7-9
7.3-1	ร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	7-21
7.4-1	ระดับความเห็นด้วยในประเด็นยุทธศาสตร์โดยรวมสำหรับทุกแผนภาพ (สเกล 5 ระดับ)	7-25
7.4-2	ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์	7-25
7.4-3	ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ รุก-รับ มาตราฐาน smart devices	7-26
7.4-4	ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ Enhance Business Strong-up	7-27
7.4-5	ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ Promote country’s platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	7-28
7.4-6	ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค	7-28
7.4-7	ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ ส่งเสริมสร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน	7-29
7.5-1	ประเด็นยุทธศาสตร์สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์	7-30

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
7.5-2	ประเด็นยุทธศาสตร์รุก-รับ มาตราฐาน smart devices	7-31
7.5-3	ประเด็นยุทธศาสตร์ Enhance Business Strong-up	7-31
7.5-4	ประเด็นยุทธศาสตร์ Promote country’s platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	7-32
7.5-5	ประเด็นยุทธศาสตร์ ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค	7-33
7.5-6	ประเด็นยุทธศาสตร์ ส่งเสริมสร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน	7-34
ก-1	แบบสอบถามเรื่องในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการทา online survey	ก-33
ก-2	แบบสอบถามปรับปรุงสาหรับ brainstorm workshop จากการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการทา online survey	ก-37
ก-3	แบบสอบถามที่ปรับปรุงเพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม brainstorm workshop	ก-41

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.2-1	กรอบแนวทางการศึกษา	1-4
1.2-2	องค์ประกอบของการศึกษาโครงการ	1-5
1.2-3	ขั้นตอนและรายละเอียดการศึกษาและทบทวน	1-6
1.2-4	ขั้นตอนและรายละเอียดการศึกษาแนวโน้มโลก	1-9
1.2-5	กรอบแนวโน้มโลก (Mega Trends)	1-10
1.2-6	ขั้นตอนและรายละเอียดการจัดทำแผนภาพอนาคต	1-11
1.2-7	กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์และเครื่องมือทางการแพทย์	1-14
1.2-8	รายละเอียดการประชุม/สัมมนา/อบรมในการจัดทำแผนภาพอนาคต	1-15
1.2-9	รายละเอียดการสรุปผลการจัดทำแผนภาพอนาคต	1-16
2.1-1	แผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)	2-2
2.1-2	โมเดลประเทศไทย 1.0 ถึง 4.0	2-7
2.1-3	ความได้เปรียบในการแข่งขันของประเทศ	2-8
2.1-4	การปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไทย	2-9
2.2-1	กรอบแนวคิดในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยภายใต้โมเดลประเทศไทย 4.0	2-13
2.2-2	ภูมิทัศน์ดิจิทัลของไทยในระยะเวลา 20 ปี	2-22
2.3-1	โมเดลประเทศไทย 1.0 ถึง 4.0 (วิสัยทัศน์ ยุทธศาสตร์การปฏิรูปประเทศไทย และการปรับเปลี่ยนกลไกภาครัฐ)	2-25
2.3-2	ดัชนีผลผลิต	2-28
2.3-3	มูลค่าการนำเข้า และมูลค่าการส่งออก	2-29
2.3-4	สิทธิประโยชน์ตามประเภทกิจการต่าง ๆ [คู่มือการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก BOI]	2-30
2.3-5	โครงร่างโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	2-32
2.3-6	ประเทศผู้นำเข้าและส่งออกเครื่องมือแพทย์ในตลาดโลกในปี 2018	2-35
2.3-7	ด้านบน: ประเทศผู้นำเข้าและส่งออกเครื่องมือแพทย์ใน 5 อันดับแรกของอาเซียน ปี 2018 ด้านล่าง: สัดส่วนเครื่องมือแพทย์ที่ไทยส่งออกและนำเข้าตามลักษณะการใช้งาน	2-37
2.3-8	บริษัทผู้ประกอบการรายใหญ่ด้านเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย ปี 2018	2-39
3.1-1	ภาพโดยรวมของการทำการมองภาพอนาคต	3-2
3.1-2	กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 กลุ่มจากสาขาต่าง ๆ เพื่อทำการเลือกหัวข้อที่น่าสนใจ	3-2
3.1-3	ตัวอย่างของแบบสอบถาม	3-3
3.1-4	หัวข้อที่สำคัญที่ได้รับจากการออกแบบสอบถาม	3-4

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1-5	การแนะนำการจัดอันดับความสำคัญของรัฐบาล	3-5
3.1-6	สถานการณ์ทั้ง 12 สถานการณ์ ที่ถูกนำมาวิเคราะห์	3-5
3.1-7	ตัวอย่างของ Scenario	3-6
3.1-8	ตัวอย่างแผนภาพที่ 1	3-8
3.1-9	ตัวอย่างแผนภาพที่ 2	3-9
3.1-10	ตัวอย่างแผนภาพที่ 3	3-11
3.1-11	ความก้าวหน้าของ S&T Foresight ในประเทศเกาหลีใต้	3-12
3.1-12	ระบบและกระบวนการดำเนินการจัดทำ the 5th Science and Technology Foresight ประเทศเกาหลีใต้	3-15
3.1-13	กระบวนการคาดการณ์สังคมแห่งอนาคต	3-15
3.1-14	ตัวอย่างการแสดงผลเชิงกราฟสำหรับการประเมินประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับเมกะเทรนด์ด้าน Human Empowerment (ค่าเฉลี่ยในแต่ละแกน เป็นค่าเฉลี่ยของ 40 ประเด็นหลักของทั้งหมดในทุกเมกะเทรนด์	3-17
3.1-15	ตัวอย่างการแสดงการเชื่อมโยงที่สำคัญในเครือข่ายของประเด็นปัญหาหลัก จากการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงปี 2012 – 2015	3-19
3.1-16	กราฟ Knowledge Map แสดงการเชื่อมโยงของงานวิจัยที่สำคัญในสาขา Biotechnology ในช่วงปี 2010 – 2014	3-23
3.1-17	Technology adoption life cycle model สำหรับใช้พิจารณาวิเคราะห์หาจุดพลิกผัน	3-25
3.1-18	การกระจายตัวของช่วงเวลาที่เทคโนโลยีอนาคตจะอุบัติเป็นรูปธรรมของในประเทศและต่างประเทศ	3-31
3.1-19	การกระจายตัวของความแตกต่างของระยะเวลาในการพัฒนาทางเทคโนโลยีไปสู่รูปธรรมระหว่างประเทศเกาหลีและประเทศชั้นนำอื่น ๆ	3-31
3.1-20	การกระจายตัวของเทคโนโลยีแห่งอนาคต ตามเกณฑ์ตัวแปรด้าน Innovativeness และ Uncertainty	3-33
3.1-21	การกระจายตัวของเทคโนโลยีอนาคต ตามเกณฑ์ตัวแปรด้าน Technical competitiveness และ Significance in future society	3-34
3.1-22	โครงสร้างเชิงแนวคิด (Conceptual framework) ในการศึกษา Taiwan nanotechnology foresight	3-35
3.1-23	แผนผังการไหลของขั้นตอนการวิจัยสำรวจแบบ Delphi	3-39
3.1-24	จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีที่มาจากสาขาต่าง ๆ กัน	3-39

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1-25	แผนผังของหน่วยงาน EKI ของ ITRI ที่รับผิดชอบด้านการทำ Foresight	3-49
3.1-26	พัฒนาการของเทคโนโลยีในแต่ละช่วงเวลาของไต้หวัน	3-49
3.1-27	วิสัยทัศน์ในปี 2020 ของไต้หวัน	3-50
3.1-28	งานวิจัยในหลากหลายสาขาของไต้หวัน	3-50
3.1-29	กระบวนการจัดทำแผนภาพอุตสาหกรรมของไต้หวันในปี 2025	3-52
3.1-30	ขั้นตอนในการวางโครงร่างการวิจัยและพัฒนา	3-52
3.1-31	แนวโน้มที่สำคัญสำหรับไต้หวัน	3-53
3.1-32	สถานการณ์ที่มีแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่และมีโอกาสทางการตลาด	3-54
3.1-33	Roadmap ของแรงขับ สถานการณ์ เทคโนโลยี และนโยบายที่คาดการณ์ในแต่ละช่วงเวลา	3-55
3.1-34	เทคโนโลยีที่สำคัญในปี 2025	3-56
3.1-35	ขั้นตอนการเลือก Technology Portfolio Planning ที่มีความเป็นไปได้และนำไปปรับใช้ได้	3-57
3.1-36	การวางแผนของแผนที่นำทางสำหรับเทคโนโลยีแต่ละประเภท	3-57
3.1-37	กระบวนการแผนภาพอนาคตของเทคโนโลยีแบบ Top Down	3-58
3.1-38	โครงการภาพอนาคตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (MOST) ไต้หวัน	3-59
3.1-39	ขั้นตอนของการเขียนภาพอนาคตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ MOST ไต้หวัน	3-60
3.1-40	Benchmark: Problem Centric and user-oriented technology/product/service development strategy	3-60
3.1-41	โครงร่างงานวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่สร้างคุณค่าในการแก้ปัญหาของส่วนท้องถิ่นในไต้หวัน	3-61
3.1-42	ไต้หวันใช้ Smart Cities เพื่อจัดตั้งระบบ User-Centric Ecosystem	3-62
3.1-43	โครงสร้างของโครงการมองภาพอนาคตเทคโนโลยีการเกษตรของประเทศไต้หวันปี 2025	3-64
3.2-1	ภาพรวมความคิดรวบยอดในการจัดทำแผนภาพอนาคต	3-68
3.2-2	ตัวอย่างแบบสอบถาม	3-72
3.2-3	ผลการสัมภาษณ์แนวโน้มการคาดการณ์ความเป็นไปได้ของ trend themes แต่ละหมวดหมู่	3-74
3.2-4	ผลการสัมภาษณ์แนวโน้มการคาดการณ์ความเป็นไปได้ของ technology areas แต่ละด้าน	3-78
3.2-5	บทบาทของ JRC ต่อการวางนโยบายของสหภาพยุโรป	3-86
3.2-6	ระดับชั้นของ ILV2015 และความสัมพันธ์ต่อทุกด้านใน STEEP	3-88
4.1-1	กรอบแนวโน้มโลก (Mega Trends)	4-1
4.4-1	จัดเก็บข้อมูลบน Cloud Service ของ Google หรือ Google Drive	4-37

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.4-2	ฐานข้อมูล Frost & Sullivan	4-60
5.1-1	กรอบแนวทางการศึกษา	5-1
5.1-2	Foresight Methods Diamond	5-6
5.1-3	วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคตที่นิยมใช้ในแต่ละช่วงเวลา	5-7
5.1-4	การกำหนดกรอบระยะเวลาของฉากทัศน์	5-12
5.1-5	การคัดเลือกความไม่แน่นอนที่สำคัญ	5-14
5.1-6	การสร้าง 4 ฉากทัศน์	5-15
5.1-7	ขั้นตอนการทำแผนที่นำทาง	5-22
5.1-8	แผนที่นำทางสื่อทั้งกลยุทธ์และกลวิธี	5-24
5.1-9	แผนที่นำทางประเภทต่าง ๆ ที่อยู่ในกระบวนการตัดสินใจขององค์กร	5-26
5.1-10	องค์ประกอบที่นำไปสู่ความสำเร็จของแผนที่นำทาง	5-26
6.1-1	กราฟแสดงความสำคัญของแนวโน้ม (driving trends) ที่มีผลกระทบ (impact) และโอกาสที่อาจเกิดขึ้น (possibility) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอีก 10 ปีข้างหน้า ตัวอักษร A-U (1–21) เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 (ส่วนที่ 1 และ 2)	6-13
6.1-2	กราฟแสดงความสำคัญของความไม่แน่นอนที่มีผลกระทบ (impact) และระดับความไม่แน่นอน (uncertainty) ที่อาจเกิดขึ้นต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ตัวอักษร A-O (1-15) เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 (ส่วนที่ 3 และ 4)	6-15
6.1-3	กราฟแสดงความสำคัญของแนวโน้ม (driving trends) ที่มีผลกระทบ (impact) และโอกาสที่อาจเกิดขึ้น (possibility) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอีก 10 ปีข้างหน้า จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิใน brainstorm workshop โดย 1-29 เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในตารางที่ ก-3 (ส่วนที่ 1 และ 2)	6-19
6.1-4	กราฟแสดงความสาคัญของสถานการณ์ความไม่แน่นอน (uncertainty scenario) ที่มีผลกระทบ (impact) และความไม่แน่นอน (uncertainty) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอีก 10 ปีข้างหน้า จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิใน brainstorm workshop โดย 1-15 เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในตารางที่ ก-3 (ส่วนที่ 3 และ 4)	6-21
6.1-5	เข็มทิศฉากทัศน์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศ และ 9 แนวโน้มสำคัญ (key drivers)	6-22
6.2-1	กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในแต่ละฉากทัศน์ และสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น	6-25

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
6.2-2	โครงสร้างและการขับเคลื่อนกลยุทธ์ต่อกลุ่มตลาดเป้าหมาย	6-27
6.2-3	ร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	6-37
7.1-1	ความสัมพันธ์ของระดับของโอกาสในการเกิดและผลกระทบของแนวโน้มเพื่อหา Driver	7-7
7.1-2	ความสัมพันธ์ของระดับของความไม่แน่นอน (Degree of Uncertainty) และผลกระทบ (Impact) ของความไม่แน่นอน 8 ปัจจัย	7-9
7.1-3	ฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย	7-10
7.1-4	ชื่อของฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย	7-13
7.2-1	กลยุทธ์ในการผลักดันในแต่ละฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย	7-15

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

1.1.1 หลักการและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงในบริบทโลกในมิติต่าง ๆ เช่น ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยี และด้านการเมือง เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรง โดยเฉพาะความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี การสื่อสารและสารสนเทศเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ต่าง ๆ ของโลกในปัจจุบัน เทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยให้เกิดการเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์นี้ย่อมส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว รุนแรง และมีความผันผวนสูง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคต (Global Trends) ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยี และด้านการเมือง ต่าง ๆ เหล่านี้ จะส่งผลกระทบเชื่อมโยงไปยังมิติอื่น ๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อภาคอุตสาหกรรมที่เป็นปัจจัยหนึ่งในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในเรื่องประเภทอุตสาหกรรม ตัวสินค้า วิธีการผลิตซึ่งรวมถึงเทคนิคการผลิตและการบริหารจัดการห่วงโซ่คุณค่า ช่องทางการจัดจำหน่าย การจัดเก็บและกำจัดซากสินค้า ซึ่งจะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมบางประเภทที่เคยเติบโตและยิ่งใหญ่ในอดีตกลับมีแนวโน้มเติบโตลดลง เช่น อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ บางอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตและ มีการปรับเปลี่ยนการใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้น เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรม Hard Disk Drive รวมถึงมีการคิดค้นสินค้าใหม่ ๆ ขึ้นมา เป็นผลให้สินค้าเดิมหมดความสำคัญลงไป เช่น การผลิตกล้องดิจิทัลแทนกล้องและฟิล์มถ่ายรูปแบบเดิม

การพัฒนาประเทศในสถานการณ์ที่เต็มไปด้วยความไม่แน่นอนและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคต (Global Trends) นั้น จำเป็นต้องตระหนักถึงปัจจัยหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นและจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศ และต้องประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบของเหตุการณ์ในมิติต่าง ๆ อย่างรอบด้าน รวมถึงคาดการณ์ผลกระทบต่าง ๆ ที่จะมีต่อภาคอุตสาหกรรมของประเทศทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงสินค้า การผลิต การจัดจำหน่าย ฯลฯ เพื่อสามารถกำหนดนโยบาย ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของบริบทโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดทำนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผนการดำเนินงานในการพัฒนาประเทศ ต้องอาศัยกระบวนการวิเคราะห์และประเมินเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในอนาคต (Foresight) ให้เห็นภาพต่าง ๆ อย่างรอบด้าน สามารถประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับประเทศภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ และนำไปสู่การตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ (Strategic Option) เพื่อขับเคลื่อนประเทศไปสู่เป้าหมายหรือภาพที่ต้องการ การพัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ภายใต้ความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตข้างหน้า

การเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงอย่างครอบคลุมและรอบด้านจะช่วยในการพัฒนาอุตสาหกรรมของไทยให้เติบโตอย่างยั่งยืน

ดังนั้น การศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่ Industry 4.0 ซึ่งเป็นการจัดทำภาพอนาคตของอุตสาหกรรม (Industry Foresight) จะช่วยจำลองสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อให้กระทรวงอุตสาหกรรมทราบถึงแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น และสามารถจัดทำนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผนการดำเนินงาน เพื่อเป็นการพัฒนาและเตรียมความพร้อมภาคอุตสาหกรรมไทยอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง ตลอดจนให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสมและมีการพัฒนาได้อย่างยั่งยืน

1.1.2 วัตถุประสงค์โครงการ (Objectives)

1) เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลก (Global Trends) ในระยะ 10-20 ปี ข้างหน้า ทั้งในด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม พลังงาน และด้านอื่น ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรม

2) เพื่อให้สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม มีแนวทางที่เหมาะสมในการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)

3) เพื่อศึกษาภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) อันเป็นผลจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกต่าง ๆ (Global Trends) ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

4) เพื่อให้สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมมีนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนการดำเนินงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ให้สอดคล้องกับบริบทของการเปลี่ยนแปลงอย่างทันท่วงที และสอดคล้องต่อภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)

1.1.3 วิธีการดำเนินงาน/กิจกรรม (Activities)

1) กำหนดแนวคิดในการศึกษาและแผนการดำเนินงานโครงการ
2) ทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์และเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3) ศึกษาแนวทางในการจัดทำภาพอนาคตภาคอุตสาหกรรมโดยละเอียด ดังนี้
   - ประเทศที่มีความก้าวหน้าในเอเชียอย่างน้อย 1 ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์
   - ประเทศที่มีความก้าวหน้านอกกลุ่มเอเชียอย่างน้อย 1 ประเทศ เช่น เยอรมนี สหราชอาณาจักร และไอร์แลนด์

ทั้งนี้ ประเทศที่ทำการศึกษาต้องมีแนวทางในการจัดทำภาพอนาคตภาคอุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน

4) จัดทำข้อมูลแนวโน้มอนาคตโลก (Global Trends) โดยมีข้อมูลเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในระยะ 10–20 ปีข้างหน้า

5) เก็บรวบรวมข้อมูลแนวทาง วิธีการที่ใช้ การนำไปใช้ประโยชน์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) ของประเทศที่มีความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ประเทศ

6) เลือกวิธีในการจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเป้าหมายจำนวน 2 อุตสาหกรรม คือ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยใช้วิธีที่นิยม 5 อันดับแรก เช่น Scenario Planning เป็นต้น หรือวิธีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างที่ปรึกษาโครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 (ระยะที่ 2) เห็นชอบ

7) เก็บข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อจัดทำแผนภาพอนาคตสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย 2 อุตสาหกรรม

8) ประชุมสัมมนา/การประชุมอื่น ๆ เพื่อจัดทำภาพจำลองอนาคต จำนวน 2 อุตสาหกรรม จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 อุตสาหกรรม/วัน

9) ประมวลผล สรุปผล จัดทำแผนภาพอนาคตในแต่ละอุตสาหกรรม พร้อมทั้งจัดทำนโยบายและแผนการดำเนินงานในการผลักดันอุตสาหกรรมเป้าหมายสำหรับแต่ละแผนภาพ

10) ประชุมสัมมนา/การประชุมอื่น ๆ เพื่อสรุปผลและแนวนโยบาย/ แผนการดำเนินการของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำนวน 2 อุตสาหกรรม จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 อุตสาหกรรม/วัน

11) พัฒนาความสามารถและทักษะให้กับเจ้าหน้าที่ สศอ. อย่างน้อย 4 คน เพื่อให้สามารถจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) โดยมีการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน (On the job training) โดยให้มีส่วนร่วมในการศึกษาทุกขั้นตอน

ทั้งนี้ เจ้าหน้าที่ สศอ ที่เข้าร่วมการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน (On the job training) ไม่จำเป็นต้องไปพร้อมกันในแต่ละขั้นตอน แต่ต้องร่วมศึกษาในทุกขั้นตอน รวมทั้งที่ปรึกษาเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

12) จัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำภาพอนาคต (Foresight) ให้แก่เจ้าหน้าที่ สศอ. จำนวน 1 ครั้ง อย่างน้อย 20 คน

13) จัดสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นจำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 อุตสาหกรรม/วัน อุตสาหกรรมละ 50 คน

1.1.4 ตัวชี้วัดเป้าหมายโครงการ (Outputs) และตัวชี้วัดผลลัพธ์ (Outcomes)

1) ระดับผลผลิต:

- รายงานการศึกษาภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรมใน 2 อุตสาหกรรมเป้าหมาย จำนวน 1 รายงาน
- ข้อเสนอแนะ นโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนการดำเนินงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ที่มีความสอดคล้องต่อภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) ของ 2 อุตสาหกรรมเป้าหมาย
- มีผู้เข้าร่วมรับฟังและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดทำแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (Industry Foresight) รวมถึงนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผนการดำเนินการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 อุตสาหกรรม/วัน อุตสาหกรรมละ 50 คน

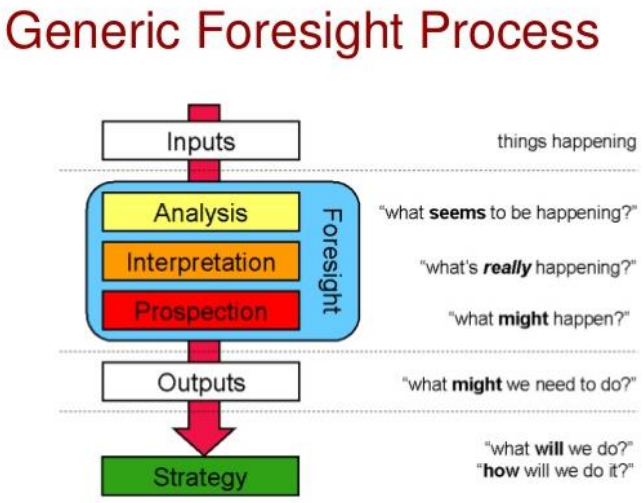
- ฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์ในการจัดทำภาพอนาคต (Foresight) แก่เจ้าหน้าที่ สศอ. 1 ครั้ง อย่างน้อย 20 คน

2) ระดับผลลัพธ์:

ผู้บริหารและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมายมากำหนดนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนการดำเนินการ สามารถนำไปใช้ผลักดันการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายสู่อุตสาหกรรม 4.0

1.2 กรอบแนวทางการศึกษา

กรอบแนวทางการศึกษา *"โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0"* จะพิจารณาโดยอาศัยหลักการ**กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต**[1] เป็นเครื่องมือในการอธิบายถึงภาพรวมของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 1.2-1



รูปที่ 1.2-1 กรอบแนวทางการศึกษา

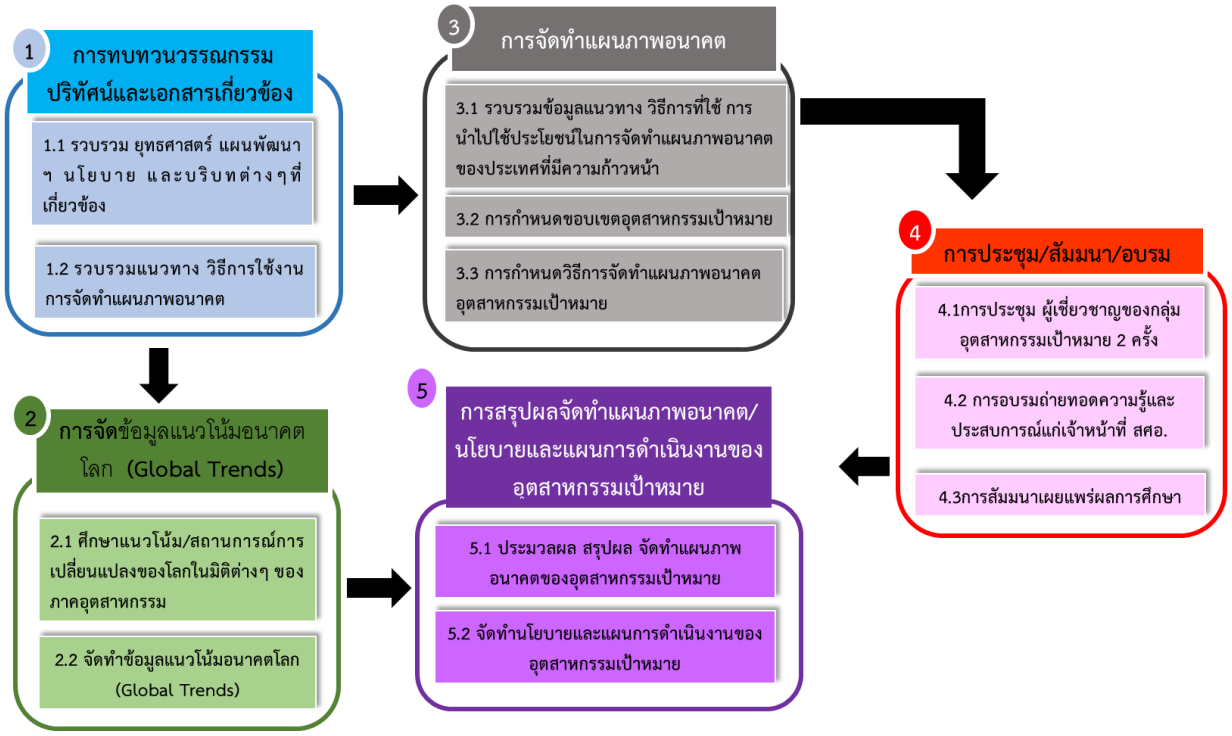
การมองอนาคต (Foresight) เป็นเทคนิคในการวางแผนระยะยาวที่สามารถนำมาใช้ในทุก ๆ ระดับ ตั้งแต่ระดับองค์กรจนถึงระดับประเทศ เครื่องมือ Foresight ใช้หลักสำคัญในการมองอนาคตด้วยกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจนและเป็นระบบ เน้นการมีส่วนร่วมจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholder) ในประเด็นอนาคตที่ต้องการศึกษา เพื่อให้เข้าใจถึงแรงผลักดันต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้ในอนาคต ไม่ว่าจะเป็น

[1] https://www.slideshare.net/mkconway/an-overview-of-foresight-methods

แรงผลักดันที่เห็นได้อย่างชัดเจน และจากแรงผลักดันที่ยังไม่เห็นชัดเจน มาประเมินความไม่แน่นอนต่าง ๆ ที่สามารถเป็นตัวกำหนดภาพอนาคตขึ้น โดย**กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต**[2] ประกอบด้วย

- ปัจจัยนำเข้า (Input) หมายถึง ประเด็น บริบท หรือสิ่งที่เกิดขึ้น
- แผนภาพอนาคต (Foresight) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ว่าน่าจะเกิดอะไรขึ้น (Analysis) การตีความว่าอะไรที่เกิดขึ้นจริง ๆ (Interpretation) และการคาดการณ์ว่าอะไรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Prospection)
- ผลผลิต (Output) หมายถึง อะไรคือสิ่งที่จำเป็นต้องทำ
- กลยุทธ์ (Strategy) หมายถึง กลยุทธ์ที่ถูกกำหนดขึ้นว่าควรจะทำอะไรและทำอย่างไรเพื่อให้สอดคล้องกับแผนภาพอนาคตที่คาดการณ์ไว้

จากการพิจารณาข้อกำหนดโดยละเอียดที่ปรึกษาสามารถแบ่งองค์ประกอบของโครงการออกเป็น 5 ส่วนงานหลัก ดังแสดงในรูปที่ 1.2-2



12

รูปที่ 1.2-2 องค์ประกอบของการศึกษาโครงการ

ทั้งนี้ ในการศึกษามุ่งเน้นที่จะฉายแผนภาพในอนาคตของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายสำคัญของประเทศไทย 2 กลุ่ม ได้แก่ “อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ” ซึ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมต่อยอด

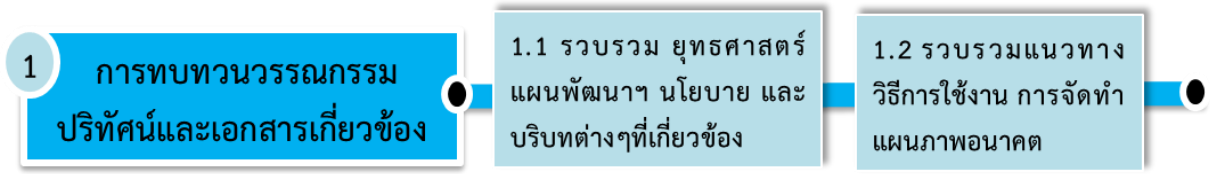
[2] https://www.slideshare.net/mkconway/an-overview-of-foresight-methods

อุตสาหกรรมกลุ่มเดิมที่มีศักยภาพ (First S Curve) และ “อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์” โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

งานส่วนที่ 1 การทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เป็นส่วนงานทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับยุทธศาสตร์ แผนพัฒนาฯ นโยบายของภาคอุตสาหกรรม และข้อมูลเกี่ยวกับแนวทาง วิธีการที่ใช้ และการนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight)

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเอกสารเพื่อให้ที่ปรึกษาทราบเงื่อนไขและข้อจำกัดในการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) และนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือเก็บข้อมูลและเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของโครงการต่อไป



รูปที่ 1.2-3 ขั้นตอนและรายละเอียดการศึกษาและทบทวน

1.1) การรวบรวม ยุทธศาสตร์ แผนพัฒนาฯ นโยบาย และบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เป็นการศึกษา ทำความเข้าใจเกี่ยวกับนโยบายและกรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย ที่ปรึกษาจะดำเนินการศึกษาและรวบรวมยุทธศาสตร์ แผนพัฒนาฯ นโยบาย และบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมายจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยมีตัวอย่างนโยบายและกรอบยุทธศาสตร์เป้าหมาย ดังนี้

1.1.1) <u>ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาในภาพรวมของประเทศ</u> เช่น

- ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)
- แนวคิด Thailand 4.0
- นโยบายส่งเสริม 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย

1.1.2) <u>ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาอุตสาหกรรม</u> เช่น

- แผนแม่บทและแผนปฏิบัติการการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพการผลิตของภาคอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559 – 2564
- แผนยุทธศาสตร์ประจำปี พ.ศ. 2560 – 2564 สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (ฉบับทบทวน)
- แผนยุทธศาสตร์กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2562 – 2564

ผลที่ได้จากการรวบรวมจะแสดงให้เห็นถึงประเด็น (Issue) สำคัญจากแผนการพัฒนาของประเทศไทยที่มีผลต่ออุตสาหกรรมเป้าหมายในอนาคต และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลสำหรับการจัดทำแผนภาพในอนาคต (Foresight) ของงานส่วนที่ 3 ต่อไป

1.2) การทบทวนแนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคต

การจัดทำแผนภาพอนาคตเป็นผลการวิจัยอนาคตซึ่งประกอบด้วยแนวคิด วิธีการ กระบวนการและระเบียบวิธีที่ใช้ศึกษาแนวโน้มที่เป็นไปได้ในอนาคต วิธีการวิจัยอนาคตมีหลายวิธีแต่ละวิธีจะมีระเบียบวิธีที่แตกต่างกันออกไป การเลือกวิธีการวิจัยอนาคตขึ้นอยู่กับ วัตถุประสงค์ เงื่อนไขและข้อจำกัดของการวิจัย อาทิ ลักษณะของข้อมูล (เชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ) ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา งบประมาณ

วิธีการ Foresight นี้มีความแตกต่างจากวิธีการวางแผนแบบปกติซึ่งไม่เหมาะกับการนำมาวางแผนระยะยาว โดยเทคนิคสำคัญในประเทศที่มีการนำ Foresight มาใช้ในการวางนโยบายของประเทศ เช่น การสำรวจแบบเดลไฟล์ (Delphi Survey) การกวาดสัญญาณแนวราบ (Horizon Scanning) และการวิเคราะห์ผลกระทบของแนวโน้ม (Trend Impact Analysis) โดยข้อมูลที่ได้จากเทคนิคเหล่านี้จะนำไปใช้ในการสร้างภาพอนาคต (Scenarios Building) เพื่อที่จะใช้ทำนายว่าอนาคตของประเทศจะเป็นอย่างไร โดยจะมีการสร้างภาพอนาคตที่ดีที่สุด (Best Case Scenario) เพื่อใช้ในการวางแผนให้เกิดภาพนั้นให้ได้ และสร้างภาพอนาคตที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) เพื่อใช้ในการวางแผนป้องกันไม่ให้เกิดภาพนั้น โดย **วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต**[3] ประกอบด้วย 33 วิธี โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- **ประเภทที่ 1 : วิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative Method)** เป็นวิธีการที่จัดหาความหมายของเหตุการณ์และมุมมองซึ่งเป็นไปตามความคิดเห็นของบุคคลหรือความคิดสร้างสรรค์ที่ค่อนข้างยากในการสนับสนุน เช่น ความคิดเห็น การระดมสมอง การสัมภาษณ์
- **ประเภทที่ 2 : วิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Method)** เป็นวิธีการที่วัดตัวแปรและวิเคราะห์เชิงสถิติ มีกระบวนการสร้างข้อมูลที่น่าเชื่อถือ วิธีนี้นำไปใช้ในการจัดทำแผนภาพอนาคตเพื่อนำเสนอหลักฐานประกอบการคิดในอนาคตหรือเพื่อเป็นเครื่องมือในการพยากรณ์
- **ประเภทที่ 3 : วิธีกึ่งเชิงปริมาณ (Semi-quantitative)** เป็นวิธีที่นำหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการประเมินค่าของความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

[3] https://rafaelpopper.wordpress.com/foresight-methods/

ตารางที่ 1.2-1 วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต

เชิงคุณภาพ (Qualitative)	เชิงปริมาณ (Quantitative)	กึ่งเชิงปริมาณ (Semi-quantitative)
Backcasting	Benchmarking	Cross-impact/ Structural Analysis (SA)
Brainstorming	Bibliometrics	**Delphi**
Citizens Panels	Indicators/Time Series Analysis (TSA)	Key/Critical technologies
Conferences/Workshops	Modelling	Multi-criteria analysis
Essays/Scenario Writing	Patent Analysis	Polling/Voting
Expert Panels	Trend Extrapolation/ Impact Analysis	Quantitative scenarios/SMIC
Genius Forecasting		**Roadmapping**
Interviews		Stakeholder Analysis/ MACTOR
Literature Review (LR)		
Morphological Analysis		
Relevance Trees/ Logic Charts		
Role play/Acting		
Horizontal Scanning		
Scenarios		
Science Fictioning (SF)		
Simulation Gaming		
Surveys		
SWOT		
Wild Cards & Weak Signals (Wi-We)		

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้นำแนวคิดและวิธีการ Foresight ซึ่งเป็นวิธีการหลักสำหรับการเขียนภาพอนาคตเนื่องจาก Foresight เป็นวิธีที่เหมาะกับการนำมาวางแผนระยะยาว และมีตัวอย่างความสำเร็จของประเทศอื่น ๆ ที่มีการนำ Foresight มาใช้ในการวางนโยบายของประเทศ อาทิ สิงค์โปร์ สำหรับวิธีการศึกษาที่นิยมสำหรับการรวบรวมข้อมูลประกอบการเขียนแผนภาพอนาคต ตามขั้นตอน foresight ได้แก่ การสำรวจแบบเดลไฟล์ (Delphi Survey) การกวาดสัญญาณแนวราบ (Horizon Scanning) และการวิเคราะห์ผลกระทบของแนวโน้ม (Trend Impact Analysis) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากเก็บรวบรวมจากเทคนิคเหล่านี้จะนำไปใช้ในการ

สร้างภาพอนาคต (Scenarios Building) เพื่อที่จะใช้ทำนายว่าอนาคตของสิ่งที่ศึกษาจะเป็นอย่างไร ซึ่งการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำเสนอโดยการสร้างภาพอนาคตที่ดีที่สุด (Best Case Scenario) เพื่อใช้ในการวางแผนให้เกิดภาพนั้นให้ได้ และสร้างภาพอนาคตที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) เพื่อใช้ในการวางแผนป้องกันไม่ให้เกิดภาพนั้น

งานส่วนที่ 2 การจัดทำข้อมูล (Global Trends)

เป็นการศึกษาทำความเข้าใจถึงบริบทและทิศทางความเป็นไปของโลก ที่มีผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมไทยทั้งทางตรงและทางอ้อม และนำผลการศึกษารข้อมูลแนวโน้มอนาคตโลก (Global Trends) มาจัดทำให้เป็นรายนามเอกสาร (Directory) ที่มีการแบ่งกลุ่มเอกสารอย่างชัดเจนเพื่อความสะดวกในการค้นหา (Searching) และตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับ (Traceability) รวมทั้งมีการอ้างอิงถึงที่มาของข้อมูลเพื่อความน่าเชื่อถือของเอกสารซึ่งที่ปรึกษาใช้ในการอ้างอิงการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)



รูปที่ 1.2-4 ขั้นตอนและรายละเอียดการศึกษาแนวโน้มโลก

2.1) การศึกษาแนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกในมิติต่าง ๆ ของภาคอุตสาหกรรม

เป็นการศึกษาทำความเข้าใจถึงบริบทและทิศทางความเป็นไปของโลก ที่มีผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมไทยทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่ปรึกษาจะทำการรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในบริบทโลกในมิติต่าง ๆ เช่น ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยี ด้านการเมือง เป็นต้น รวมทั้งศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภาคอุตสาหกรรมของโลกในอนาคต (Global Trends) ในภาพรวม และเน้นกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยอาศัยกรอบแนวโน้มโลก (Mega Trends) ที่มีผลต่อภาคอุตสาหกรรม



รูปที่ 1.2-5 กรอบแนวโน้มโลก (Mega Trends)

2.2) การจัดทำข้อมูลแนวโน้มอนาคตโลก (Global Trends)

เป็นส่วนของการนำผลการศึกษารวบรวมข้อมูลแนวโน้มอนาคตโลก (Global Trends) ซึ่งได้ทำการศึกษาในหัวข้อที่ 2.1 มาจัดทำให้เป็นรายนามเอกสาร (Directory) ที่มีการแบ่งกลุ่มเอกสารอย่างชัดเจนเพื่อความสะดวกในการค้นหา (Searching) และตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับ (Traceability) รวมทั้งมีการอ้างอิงถึงที่มาของข้อมูล เพื่อความน่าเชื่อถือของเอกสารซึ่งที่ปรึกษาใช้ในการอ้างอิงการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)

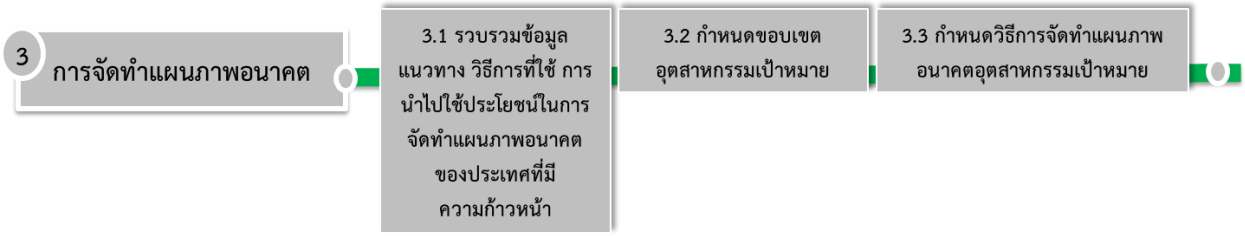
ผลที่ได้จากการรวบรวมจะแสดงให้เห็นถึงบริบทการเปลี่ยนแปลงของโลกอนาคตในมิติต่าง ๆ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยี และด้านการเมือง รวมถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภาคอุตสาหกรรมของโลกในอนาคต โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดทำเป็นชุดข้อมูลแนวโน้มอนาคตโลก (Global Trends) ในงานส่วนที่ 2 และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในการจัดทำแผนภาพในอนาคต (Foresight) ของงานส่วนที่ 3 ต่อไป

งานส่วนที่ 3 การจัดทำแผนภาพอนาคต

เป็นส่วนงานการจัดทำแผนภาพอนาคต โดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจากงานส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 มาทำการต่อยอด โดยที่ปรึกษา**รวบรวมแนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม** (Industry Foresight) จากประเทศที่ก้าวหน้า และทำ**การระบุขอบเขตอุตสาหกรรมเป้าหมาย**ที่เหมาะสมกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ จากนั้นจะดำเนินการ**คัดเลือกวิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต** และกำหนด**ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล/เทคนิคที่ใช้การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเป้าหมาย**

วัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนภาพอนาคต เพื่อนำปัจจัยนำเข้า (Input) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากงานส่วนที่ 1 และงานส่วนที่ 2 นำเข้ามาจัดแผนภาพอนาคต (Foresight) เพื่อวิเคราะห์ว่าน่าจะเกิดอะไรขึ้น ตีความว่าอะไรที่เกิดขึ้นจริง ๆ และคาดการณ์ว่าอะไรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (งานส่วนที่ 3-4) และให้ได้มา

ซึ่งผลผลิต (Output) หมายถึง อะไรเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องทำ หลังจากนั้นจึงกำหนดเป็นกลยุทธ์ ซึ่งหมายถึงควรจะทำอะไรและอย่างไรเพื่อให้สอดคล้องกับแผนภาพอนาคตที่คาดการณ์ไว้ (งานส่วนที่ 5)



รูปที่ 1.2-6 ขั้นตอนและรายละเอียดการจัดทำแผนภาพอนาคต

3.1) การรวบรวมแนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) จากประเทศที่ก้าวหน้า

เป็นการศึกษาทำความเข้าใจถึงแนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) โดยที่ปรึกษาจะศึกษารวบรวมแนวทาง วิธีการใช้งาน และการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรมโดยละเอียด โดยมีกลุ่มเป้าหมายในการศึกษา ดังนี้

(1) ประเทศที่มีความก้าวหน้าในเอเชียอย่างน้อย 1 ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ไต้หวัน และสิงคโปร์ เป็นต้น

(2) ประเทศที่มีความก้าวหน้านอกกลุ่มเอเชียอย่างน้อย 1 ประเทศ เช่น เยอรมนี สหราชอาณาจักร และสวิสเซอร์แลนด์ เป็นต้น

ผลที่ได้จากการศึกษา คือ แนวทางและวิธีการในการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) ที่มีมาตรฐานจากประเทศที่มีความก้าวหน้า เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้งสองในส่วนงานที่ 3.3 ต่อไป

พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลแนวทาง วิธีการที่ใช้ การนำไปใช้ประโยชน์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) ของประเทศที่มีความก้าวหน้า 1 ประเทศอย่างละเอียด โดยที่ปรึกษาจะรวบรวมข้อมูลแนวทาง วิธีการที่ใช้งาน การนำไปใช้ประโยชน์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) ของประเทศที่มีความก้าวหน้า 1 ประเทศ โดยคัดเลือกจากข้อมูลที่ได้จากหัวข้อ 3.1 ทั้งนี้ ที่ปรึกษาเสนอให้มีการเก็บข้อมูลเชิงลึกด้วยวิธีสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญระดับนานาชาติ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางและรายละเอียดการจัดทำแผนภาพในอนาคตที่ชัดเจนจากผู้มีประสบการณ์ตรง รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนภาพอนาคตในอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศไทย ต่อไป

3.2) การกำหนดขอบเขตอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะฉายแผนภาพในอนาคตของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายสำคัญของประเทศไทย 2 กลุ่มคือ “อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ” ซึ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมต่อยอดอุตสาหกรรมกลุ่มเดิมที่มีศักยภาพ (First S Curve) และ “อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร” อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรม

เป้าหมายดังกล่าวในประเทศไทยถือเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ **เพื่อการจัดทำแผนภาพในอนาคตที่มีความแม่นยำมากขึ้น** ที่ปรึกษาจะดำเนินการ**ทบทวนภาพรวมอุตสาหกรรมเป้าหมาย**ทั้งสองและ**ร่วมหารือกับคณะกรรมการ**เพื่อกำหนดขอบเขตอุตสาหกรรมเป้าหมายให้มุ่งเป้าไปยัง**หมวดธุรกิจ (Sector)** ที่มีความสำคัญภายใต้กลุ่มอุตสาหกรรม (Industry Group) อีกครั้ง

ที่ปรึกษาได้ทบทวนภาพรวม**อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ**พบว่าตลอดห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วย

- อุตสาหกรรมต้นน้ำ ได้แก่ การออกแบบวงจรไฟฟ้า (IC Design) การผลิตและเจือสารแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Fabrication)
- อุตสาหกรรมกลางน้ำ ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน และส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยการผลิต แผงวงจรไฟฟ้า (Integrated Circuit) แผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board: PCB) ไดโอด ทรานซิสเตอร์และอุปกรณ์กึ่งตัวนำ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) มอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ เป็นต้น
- อุตสาหกรรมปลายน้ำ ได้แก่ การนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูป เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าสำเร็จรูป คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์โทรคมนาคม เป็นต้น
- อุตสาหกรรมสนับสนุน เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานในการผลิตของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ชิ้นส่วนโลหะ ชิ้นส่วน

เพื่อให้การวางแผนการส่งเสริมของอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะในไทยซึ่งมีความเชื่อมโยงกันและสามารถมองได้ในองค์รวมอย่างครอบคลุม ที่ปรึกษาจึงเลือกที่จะกำหนดขอบเขตอุตสาหกรรมเป้าหมายให้ครอบคลุมทั้งห่วงโซ่อุปทานในการทำแผนภาพอนาคต

สำหรับภาพรวม**อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร**พบว่า เบื้องต้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

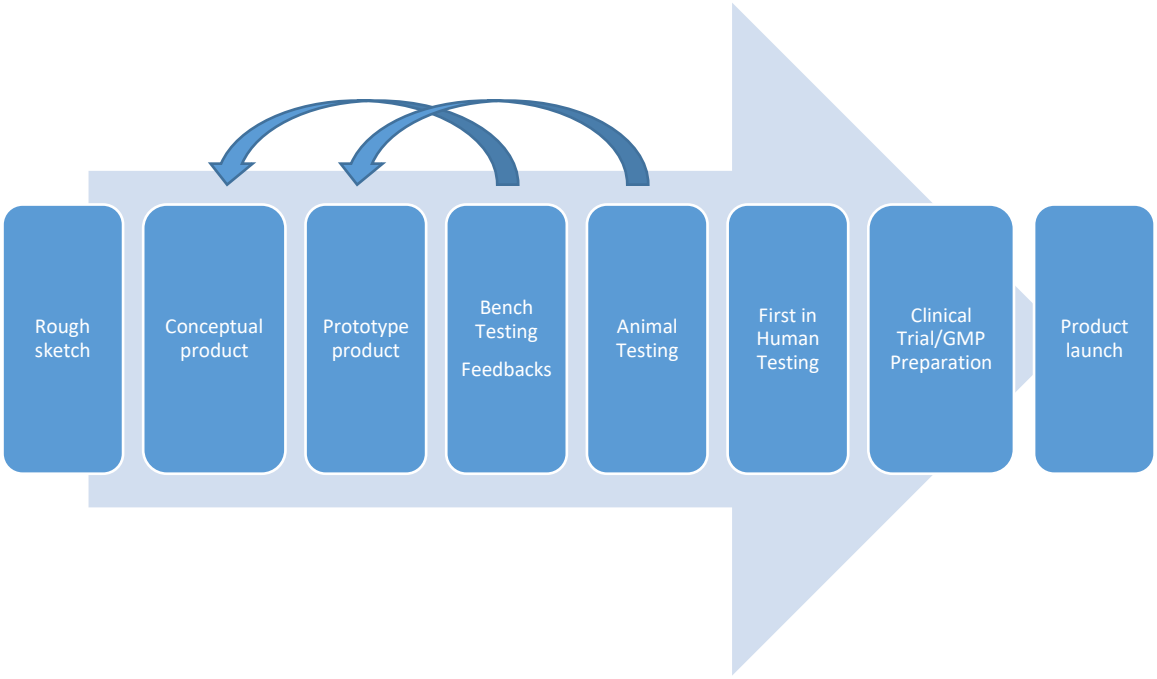
(1) อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ (Medical devices) ได้แก่ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องมือ อุปกรณ์ ชิ้นส่วน และวัสดุทางการแพทย์ เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ และรวมไปถึงชุดอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ (Diagnostic kits) เป็นต้น

(2) อุตสาหกรรมเวชกรรม (Medicine industry) ได้แก่ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตยาและชีววัตถุ สำหรับรักษาหรือบำบัดโรค เช่น ยาพาราเซตามอล แอนติบอดี้สำหรับรักษามะเร็ง วัคซีนป้องกันไข้หวัด เป็นต้น

(3) อุตสาหกรรมบริการสาธารณสุขและการแพทย์ (Healthcare service and delivery) ได้แก่ อุตสาหกรรมที่ให้บริการสุขภาพ ระบบการดูแลรักษาและติดตามโรค การป้องกันและติดตามสุขภาพ

จะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร มีขนาดอุตสาหกรรมที่ใหญ่และหลากหลายมาก ซึ่ง**การจัดทำแผนภาพในอนาคตที่แม่นยำมากขึ้น ที่ปรึกษาจึงกำหนดขอบเขตอุตสาหกรรมเป้าหมาย มุ่งเป้าจัดทำแผนภาพอนาคตสำหรับ “อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์”** เนื่องจากหากประเมินศักยภาพอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศ รวมไปถึงแนวโน้มการพัฒนาของเทคโนโลยีการผลิตแบบก้าวกระโดด พบว่าอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ จะมีบทบาทสำคัญในภาคอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศ ที่ผู้ประกอบการในประเทศสามารถพัฒนารากฐานความเข้มแข็งการผลิตเดิมของตนเอง ก้าวสู่การเป็นผู้ประกอบการผลิตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ล้ำสมัยที่ได้มาตรฐานยอมรับระดับนานาชาติ หากได้รับการผลักดันและสนับสนุนจากภาครัฐอย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรมเวชกรรม ต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนายาใหม่ ๆ เป็นเวลานาน เพราะต้องทำการทดลองกับคนไข้หลายเฟส ใช้เงินในการลงทุนมาก เหมาะสำหรับบริษัทที่มีเงินทุน สามารถรอผลกำไรระยะยาวมากกว่า 5-10 ปีได้ แต่อย่างไรก็ตามยังมีกลุ่มอุตสาหกรรมเวชกรรมในประเทศบางส่วน ที่สามารถผลิตยาที่หมดสิทธิบัตรแล้ว เพื่อนำมาขายทดแทนเป็นยาชนิดเทียบเท่า (generic drug) ซึ่งจะไม่ต้องมีการทำการทดลองในคนไข้

แนวทางการจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อมุ่งเน้นยกระดับผู้ประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ให้สามารถออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อยกระดับความสามารถทางการผลิต และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแนวคิด Thailand 4.0 สอดคล้องกับยุทธศาสตร์สำหรับกระบวนการพัฒนาและผลิตเครื่องมือแพทย์ การจัดทำแผนอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ควรพิจารณากระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์อย่างครบวงจร ตั้งแต่กระบวนการออกแบบ ต้นแบบ ทดสอบผลิตภัณฑ์ระดับ clinical test การขอรับรองมาตรฐานจนออกไปเป็นผลิตภัณฑ์ ดังแสดงขั้นตอนในรูปที่ 1.2-7 โดยกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์และเครื่องมือทางการแพทย์ มีความท้าทายตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบแนวคิดผลิตภัณฑ์และพัฒนาต้นแบบที่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตเข้ามาช่วย ขั้นตอนการทดสอบผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ในระดับห้องปฏิบัติการไปจนถึงทดสอบทางคลินิกในโรงพยาบาลที่ต้องมีศักยภาพความพร้อมในการทดสอบเครื่องมือแพทย์ต้นแบบก่อนนำไปใช้ในผู้ป่วย และการยื่นขอรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ที่จำเป็นต้องพึ่งพาหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนที่สามารถให้การรับรองมาตรฐานและมีมาตรฐานการทดสอบที่สอดคล้องกัน จนนำไปสู่การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ท้องตลาด จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือทางการแพทย์มีความท้าทายและจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรต้นทุนและบุคลากรที่มีคุณภาพสูง ตั้งแต่ต้นจนจบวงจร ดังนั้นที่ปรึกษาจึงเห็นควรจัดทำแนวทางการจัดทำแผนอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ที่ครอบคลุมกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์อย่างครบวงจร เพื่อที่จะช่วยสร้างแนวทางการสนับสนุนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้ครอบคลุมอย่างมีประสิทธิผล



รูปที่ 1.2-7 กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์และเครื่องมือทางการแพทย์

3.3) การกำหนดวิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต

จากการศึกษาแนวทาง วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคตหัวข้อ 1.2 และการรวบรวมข้อมูลแนวทางวิธีการที่ใช้ การนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดทำแผนภาพอนาคตของประเทศก้าวหน้าหัวข้อ 3.1 ในส่วนนี้ที่ปรึกษาจะกำหนดวิธีการจัดทำแผนภาพอนาคตที่เหมาะสมและสมบูรณ์แบบมาประยุกต์กับการจัดทำแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้งสอง

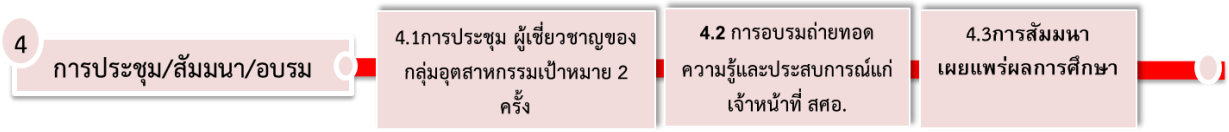
ซึ่งวิธีการวิจัยอนาคตมีหลายวิธีแต่ละวิธีจะมีระเบียบวิธีที่แตกต่างกันออกไป การเลือกวิธีการวิจัยอนาคตขึ้นอยู่กับ วัตถุประสงค์ เงื่อนไขและข้อจำกัดของการวิจัย อาทิ ลักษณะของข้อมูล (เชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ) ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา งบประมาณ

ทั้งนี้ ในการขั้นตอนการทำวิจัย การเก็บข้อมูลเชิงลึก ที่ปรึกษาขอให้เจ้าหน้าที่ สศอ. อย่างน้อย 4 คน เข้าร่วมปฏิบัติงาน (On the job training) เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถ ทักษะ พร้อมทั้งเรียนรู้การจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight)

งานส่วนที่ 4 การประชุม/สัมมนา/อบรม

ในการศึกษานี้มีความจำเป็นที่จะต้องรวบรวมข้อมูลเชิงความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน จึงมีการจัดกิจกรรมเพื่อเป็นเวทีในการรวบรวมความคิดเห็น พร้อมทั้งให้คณะกรรมการกำกับการ

ดำเนินการโครงการฯ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจถึงบริบทต่าง ๆ ในการจัดแผนภาพอนาคต อีกทั้งถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้กับเจ้าหน้าที่ สศอ. โดยมีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 1.2-8 รายละเอียดการประชุม/สัมมนา/อบรมในการจัดทำแผนภาพอนาคต

4.1) การประชุม ผู้เชี่ยวชาญของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง 2 อุตสาหกรรม

การประชุมกลุ่มย่อยครั้งที่ 1 จัดในโรงแรมพื้นที่เขตกรุงเทพฯ ที่มีผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และหน่วยงานวิชาการที่เกี่ยวข้องเข้าร่วม ทั้งสองอุตสาหกรรม ผู้เข้าร่วม 15 ท่านต่ออุตสาหกรรม เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดทำภาพจำลองอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมายให้แก่ผู้เข้าร่วมงานรับทราบ สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับทิศทาง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมเป้าหมาย เพื่อจัดทำแผนภาพจำลองอนาคต

4.2) การประชุม ผู้เชี่ยวชาญของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง 2 อุตสาหกรรม

การประชุมกลุ่มย่อยครั้งที่ 2 จัดในโรงแรมพื้นที่เขตกรุงเทพฯ ที่มีผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และหน่วยงานวิชาการที่เกี่ยวข้องเข้าร่วม ทั้งสองอุตสาหกรรม ผู้เข้าร่วม 15 ท่านต่ออุตสาหกรรม เพื่อนำเสนอผลการศึกษาและแนวนโยบาย/แผนการดำเนินการของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

4.3) การอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์แก่เจ้าหน้าที่ สศอ.

จัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำภาพอนาคต (Foresight) ให้แก่เจ้าหน้าที่ สศอ. จำนวน 1 ครั้ง อย่างน้อย 20 คน ภายในเดือนที่ 8

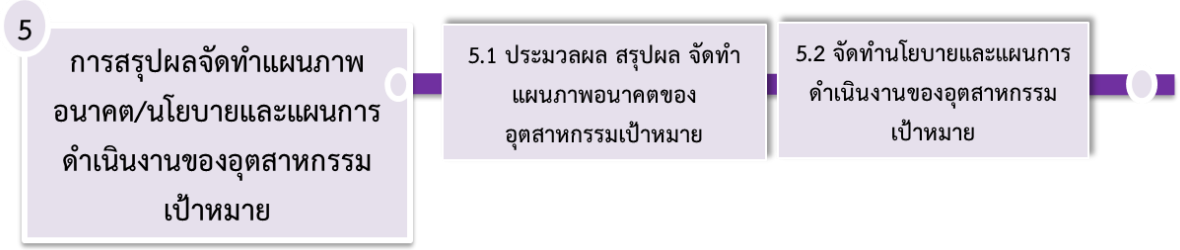
4.4) การสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษา

จัดสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นจำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 อุตสาหกรรม/วัน อุตสาหกรรมละ 50 คน

ตารางที่ 1.2-2 สรุปการประชุม/สัมมนา/อบรม

ครั้งที่	เป้าหมายของการประชุมกลุ่มย่อย	ช่วงระยะเวลา
1	- ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดทำภาพจำลองอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมายให้แก่ผู้เข้าร่วมงานรับทราบ - สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับทิศทาง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมเป้าหมาย เพื่อจัดทำแผนภาพจำลองอนาคต	ภายในเดือนที่ 5
2	- นำเสนอผลการศึกษาและแนวนโยบาย/แผนการดำเนินการของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย	ภายในเดือนที่ 7
3	- อบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์แก่เจ้าหน้าที่ สศอ.	ภายในเดือนที่ 8
4	- สัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็น	ภายในเดือนที่ 8

งานส่วนที่ 5 การสรุปผลจัดทำแผนภาพอนาคต/นโยบายและแผนการดำเนินงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย



รูปที่ 1.2-9 รายละเอียดการสรุปผลการจัดทำแผนภาพอนาคต

5.1) ประมวลผล สรุปผล จัดทำแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง 2 อุตสาหกรรม

ที่ปรึกษาจะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญใช้เทคนิคการการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

5.2) จัดทำนโยบายและแผนการดำเนินงานในการผลักดันอุตสาหกรรมเป้าหมายสำหรับแต่ละแผนภาพ

จากผลสรุปที่ได้จากข้อที่ 5.1 ที่ปรึกษาจะจัดทำนโยบายและแผนงานเพื่อรองรับการผลักดันอุตสาหกรรมเป้าหมายสำหรับแต่ละแผนภาพ

1.3 องค์ประกอบรายงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 1 บทนำและกรอบแนวคิด
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์และเอกสารที่เกี่ยวข้อง
บทที่ 3 แนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพนาคต
บทที่ 4 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงและการจัดทำข้อมูล
บทที่ 5 การจัดทำแผนภาพอนาคต
บทที่ 6 การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์
บทที่ 7 การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

1.4 ความคืบหน้าการดำเนินงานและงานที่ส่งมอบ

โครงการฯ ได้ระบุวันเริ่มต้นสัญญาอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2563 โดยมีกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานรวม 240 วัน จนถึงวันที่ 18 พฤศจิกายน 2563 โดยตลอดระยะเวลาโครงการฯ มีการส่งงานรวม 4 ครั้ง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1.4-1 และการดำเนินงานโครงการ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1.4-2

ตารางที่ 1.4-1 หัวข้อนำส่งผลงานในโครงการฯ

ครั้งที่	ชื่อรายงาน	ระยะเวลา (เดือน)	กำหนดการส่งงาน	หัวข้องานที่ส่งมอบตามข้อเสนอทางเทคนิค (ข้อ 2.1)
1	รายงานการศึกษาขั้นต้น	0.5	อังคารที่ 7 เม.ย พ.ศ. 2563	1) กรอบการศึกษาและแผนงาน
2	รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1	2	ศุกร์ที่ 22 พ.ค. พ.ศ. 2563	2) และ 3) และ 4)
3	รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2	5	พฤหัสบดีที่ 20 ส.ค. พ.ศ. 2563	5) และ 6) และ 7) และ 8)
4	**รายงานฉบับสมบูรณ์**	**8**	**พุธที่ 18 พ.ย. พ.ศ. 2563**	**9) และ 10) และ 12) และ 13)**
งานส่วนที่ 11 พัฒนาความสามารถและทักษาะให้กับเจ้าหน้าที่ สศอ. อย่างน้อย 4 คน (on the job training) โดยให้มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน				

ตารางที่ 1.4-2 ความคืบหน้าในการดำเนินงานโครงการ

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือนที่)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	กำหนดแนวคิดในการศึกษาและแผนการดำเนินงานโครงการ	■							
2	ทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์และเอกสารที่เกี่ยวข้อง	■	■						
3	จัดทำรายงานการศึกษาขั้นต้น (Inception Report)	●							
4	ศึกษาแนวทางในการจัดทำภาพอนาคตภาคอุตสาหกรรมโดยละเอียดของประเทศที่มีความก้าวหน้าในเอเชียอย่างน้อย 1 ประเทศ และประเทศที่มีความก้าวหน้านอกกลุ่มเอเชียอย่างน้อย 1 ประเทศ	■	■						
5	จัดทำข้อมูลแนวโน้มอนาคตโลก (Global Trends)	■	■						
6	จัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 (Progress Report I)		●						
7	เก็บรวบรวมข้อมูลแนวทาง วิธีการที่ใช้ การนำไปใช้ประโยชน์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) จากผู้เชี่ยวชาญในประเทศด้านการจัดทำแผนภาพอนาคต		■	■	■	■	■	■	
8	เลือกวิธีในการจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำนวน 2 อุตสาหกรรม โดยใช้วิธีที่นิยม 5 อันดับแรก เช่น Scenario Planning เป็นต้น หรือวิธีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างที่ปรึกษาเห็นชอบ		■	■	■	■			
9	เก็บข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อจัดทำแผนภาพอนาคตสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย 2 อุตสาหกรรม		■	■	■	■			
10	ประชุมสัมมนา/การประชุมอื่น ๆ เพื่อจัดทำภาพจำลองอนาคต จำนวน 2 อุตสาหกรรม จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 อุตสาหกรรม			■	■	■			
11	จัดทำรายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 (Progress Report II)					●			
12	ประมวลผล สรุปผล จัดทำแผนภาพอนาคตในแต่ละอุตสาหกรรม พร้อมทั้งจัดทำนโยบายและแผนการดำเนินงานในการผลักดันอุตสาหกรรมเป้าหมายสำหรับแต่ละแผนภาพ					■	■	■	
13	ประชุมสัมมนา/การประชุมอื่น ๆ เพื่อสรุปผลและแนวนโยบาย/ แผนการดำเนินการของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย					■	■	■	
14	พัฒนาความสามารถและทักษะให้กับเจ้าหน้าที่ สศอ. อย่างน้อย 4 คน เพื่อให้สามารถจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) โดยมีการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน (On the job training) โดยให้มีส่วนร่วมในการศึกษาทุกขั้นตอน		■	■	■	■	■	■	
15	จัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำภาพอนาคต (Foresight) ให้แก่เจ้าหน้าที่ สศอ. จำนวน 1 ครั้ง อย่างน้อย 20 คน							■	■
16	จัดสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นจำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 อุตสาหกรรม อุตสาหกรรมละ 50 คน							■	■
17	จัดทำรายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์และบทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Final Report)								●

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

บทนี้เป็นการทบทวน รวบรวม ยุทธศาสตร์ แผนพัฒนาฯ นโยบาย และบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับนโยบายและกรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศไทย และทบทวนแนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคต เพื่อค้นหาวิธีการจัดทำแผนภาพอนาคตที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมเป้าหมายจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ดังนี้

2.1 ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาในภาพรวมของประเทศ ประกอบด้วย

2.1.1 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)

2.1.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564)

2.1.3 แนวคิด Thailand 4.0

2.2 ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ ประกอบด้วย

2.2.1 ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579)

2.2.2 พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560

2.2.3 แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย (Digital Thailand)

2.3 แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

2.3.1 การบูรณาการแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

2.3.2 แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

2.3.3 แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

2.1 ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาในภาพรวมของประเทศ

2.1.1 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เป็นยุทธศาสตร์ฉบับแรกของประเทศไทยตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย ซึ่งจะต้องนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ *“ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนา ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง”* หรือเป็นคติพจน์ประจำชาติว่า “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” โดยมีเป้าหมายการพัฒนาประเทศ คือ *“ประชาชนมั่นคง ประชาชนมีความสุข เศรษฐกิจพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สังคมเป็นธรรม ฐานทรัพยากรธรรมชาติยั่งยืน”*

การพัฒนาประเทศในช่วงระยะเวลาของยุทธศาสตร์ชาติ จะมุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในรูปแบบ “ประชารัฐ” โดยประกอบด้วย

6 ยุทธศาสตร์ ได้แก่ (1) ยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง (2) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน (3) ยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน (4) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างโอกาสความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม (5) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ (6) ยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ โดยแต่ละยุทธศาสตร์มีเป้าหมายและประเด็นการพัฒนา



รูปที่ 2.1-1 แผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ในการพัฒนาเพื่อเสริมสร้างความสามารถของประเทศที่มีเป้าหมายในการยกระดับการพัฒนาประเทศให้เป็นประเทศที่มีรายได้สูงได้อย่างประสบความสำเร็จใน 20 ปี ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการขยายตัวและการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่อง รวมทั้งขีดความสามารถทางการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นในเวทีสากล ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันจึงกำหนดแนวทางการพัฒนาความสำคัญกับกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคตที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ทั้งภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการและการท่องเที่ยว โดยให้ประเทศสามารถยกระดับการผลิตทางการเกษตรเพื่อสร้างมูลค่าให้สูงขึ้น ขณะที่มีอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตที่จะเป็นกลไกในการขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่ประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีแห่งอนาคต ซึ่งประกอบด้วย (1) อุตสาหกรรมชีวภาพ (2) อุตสาหกรรมและบริการการแพทย์ครบวงจร (3) อุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์ (4) อุตสาหกรรมและบริการขนส่งและโลจิสติกส์ และ (5) อุตสาหกรรมความมั่นคงของประเทศ โดยอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ คือ อุตสาหกรรมและบริการการแพทย์ครบวงจร และอุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์

1) อุตสาหกรรมและบริการการแพทย์ครบวงจร อาศัยความเชี่ยวชาญด้านบริการการแพทย์ของไทย เพื่อสร้างอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องในประเทศเพื่อรองรับความต้องการใช้บริการการแพทย์ที่จะเพิ่มมากขึ้นทั้งจากสังคมผู้สูงอายุ และความต้องการการแพทย์ที่เพิ่มขึ้นจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อนำไปสู่ศูนย์กลางอุตสาหกรรมและบริการการแพทย์ โดยการพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการการแพทย์ครอบคลุมการผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ การผลิตอวัยวะเทียม การผลิตเวชภัณฑ์และครุภัณฑ์การแพทย์ การผลิตเภสัชภัณฑ์ซึ่งรวมถึงชีวเภสัชภัณฑ์ และการให้บริการการแพทย์ที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการส่งเสริมการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีการแพทย์ใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตให้กับคนไทย การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในบริการการแพทย์ เพื่อลดต้นทุนการรักษาพยาบาล ยกระดับการให้บริการการแพทย์อย่างมีคุณภาพในระดับสากล และสร้างความมั่นคงให้กับระบบสาธารณสุขของไทย พร้อมทั้งการเชื่อมโยงอุตสาหกรรมทางการแพทย์และบริการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ เพื่อเป็นศูนย์กลางการส่งเสริมและดูแลสุขภาพและรักษาผู้ป่วยทั้งด้านร่างกายและจิตใจ

2) อุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์ ใช้เทคโนโลยี ดิจิทัล ข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ในการเพิ่มศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมและบริการ ครอบคลุมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของภาคเศรษฐกิจไทยทั้งระบบ สร้าง แพลทฟอร์ม สำหรับเศรษฐกิจในอนาคต และเพิ่มคุณภาพชีวิตให้กับประชาชน โดยการสร้างอุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเป็นแรงขับเคลื่อนประเทศไทยและส่งเสริมการลงทุนระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน ไทย และบริษัทชั้นนำของโลกในอุตสาหกรรมเหล่านี้ เพื่อให้ไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตและการวิจัย และพัฒนา การสร้างความตระหนักและให้ความรู้แก่ประชาชน และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์ สำหรับภาคการผลิตและบริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สร้างนวัตกรรม และดำเนินธุรกิจใหม่ ๆ การผลักดันให้ผู้ประกอบการได้รับการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรมในระดับสากล และสร้างคลัสเตอร์อุตสาหกรรมเพื่อขยายธุรกิจไทยในอุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ และอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะให้ครอบคลุมตลอดทั้งห่วงโซ่มูลค่าระดับโลก การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของผู้ประกอบการที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ สร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษาต่าง ๆ และสนับสนุนการใช้ข้อมูลเปิดที่ไม่กระทบต่อสิทธิส่วนบุคคลเพื่อประโยชน์ในการศึกษา การวิจัยและพัฒนา และการต่อยอดทางธุรกิจ พร้อมทั้งการสร้างและพัฒนาบุคลากรที่มีทักษะความรู้เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์ รวมทั้งอุตสาหกรรมและบริการที่ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ และสร้างแรงจูงใจให้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญจากทั่วโลกให้มาทำงานในไทย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือและเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงและรวดเร็วของเทคโนโลยี

2.1.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ได้ยึดเป้าหมายอนาคตประเทศไทยปี 2580 ที่เป็นเป้าหมายของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี มาเป็นกรอบในการกำหนดเป้าหมายที่จะบรรลุใน 5 ปี โดยยุทธศาสตร์

ในแผนพัฒนาฯ มีทั้งหมด 10 ยุทธศาสตร์ โดยมี 6 ยุทธศาสตร์ตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และอีก 4 ยุทธศาสตร์ที่เป็นปัจจัยสนับสนุน ดังนี้

1) การเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์ โดยให้ความสำคัญกับการวางรากฐานการพัฒนาคนให้มีความสมบูรณ์ เพื่อให้คนไทยมีทัศนคติและพฤติกรรมตามบรรทัดฐานที่ดีของสังคม ได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพสูงตามมาตรฐานสากล และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง มีสุขภาวะที่ดีขึ้น คนทุกช่วงวัยมีทักษะ ความรู้ และความสามารถเพิ่มขึ้น รวมทั้งสถาบันทางสังคมมีความเข้มแข็งและมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศเพิ่มขึ้น

2) การสร้างความเป็นธรรมและลดความเหลื่อมล้ำทางสังคม โดยมุ่งเน้นการลดปัญหาความเหลื่อมล้ำด้านรายได้ของกลุ่มคนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจสังคมที่แตกต่างกัน แก้ไขปัญหาความยากจน เพิ่มโอกาสการเข้าถึงบริการพื้นฐานทางสังคมของภาครัฐ รวมทั้งเพิ่มศักยภาพชุมชนและเศรษฐกิจฐานรากให้มีความเข้มแข็ง เพื่อให้ชุมชนพึ่งพาตนเองและได้รับส่วนแบ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจมากขึ้น

3) การสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและการแข่งขันได้อย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นให้เศรษฐกิจเติบโตได้ตามศักยภาพและมีเสถียรภาพ ภาคส่งออกมีการพัฒนาจนสามารถขยายตัวและเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทย ผลิตภาพการผลิตของประเทศเพิ่มขึ้น การลงทุนภาครัฐและเอกชนมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องและมาจากความร่วมมือกันมากขึ้น ประชาชนและผู้ประกอบการเข้าสู่ระบบภาษีมากขึ้น และประเทศไทยมีขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจสูงขึ้น นอกจากนี้ ยังเน้นให้เศรษฐกิจรายสาขามีการเติบโตอย่างเข้มแข็ง ภาคการเกษตรเน้นเกษตรกรรมยั่งยืนและให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น มีการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมนิเวศ การท่องเที่ยวสามารถทำรายได้และแข่งขันได้มากขึ้น วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีบทบาทต่อระบบเศรษฐกิจมากขึ้น ภาคการเงินมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยมีแนวทางการพัฒนาที่สำคัญ คือ การบริหารจัดการเศรษฐกิจส่วนรวม การเสริมสร้างและพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคการผลิตและบริการ มุ่งเน้นการสร้างความเชื่อมโยงของห่วงโซ่มูลค่าระหว่างภาคเกษตร อุตสาหกรรม บริการ และการค้าและการลงทุนเพื่อยกระดับศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ โดยยกระดับการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ต่อยอดความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพปัจจุบันเพื่อยกระดับไปสู่อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง วางอนาคตรากฐานการพัฒนาอุตสาหกรรม เสริมสร้างขีดความสามารถการแข่งขันในเชิงธุรกิจของภาคบริการ ปรับปรุงแก้ไขกฎหมายและกฎระเบียบเพื่อส่งเสริมการค้าที่เป็นธรรมและอำนวยความสะดวกด้านการค้าการลงทุน

4) การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการรักษาและฟื้นฟูฐานทรัพยากรธรรมชาติ การสร้างความมั่นคงด้านน้ำ และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้มีประสิทธิภาพ การสร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดมลพิษ และลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและระบบนิเวศ การเพิ่มประสิทธิภาพการลดก๊าซเรือนกระจกและขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ และลดความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินที่เกิดจากสาธารณภัย

5) การเสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน โดยเน้นในเรื่องการปกป้องและเชิดชูสถาบันพระมหากษัตริย์ให้เป็นสถาบันหลักของประเทศ สังคมมีความสมานฉันท์ ประชาชนมีส่วนร่วมป้องกันแก้ไขปัญหาความมั่นคง ประชาชนในจังหวัดชายแดนภาคใต้มีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน มีโอกาสในการศึกษาและการประกอบอาชีพที่สร้างรายได้เพิ่มขึ้น ประเทศไทยมีความสัมพันธ์และความร่วมมือด้านความมั่นคงกับนานาประเทศในการป้องกันภัยคุกคามในรูปแบบต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการรักษาผลประโยชน์ของชาติ มีความพร้อมต่อการรับมือภัยคุกคามทั้งภัยคุกคามทางทหารและภัยคุกคามอื่น ๆ และแผนงานด้านความมั่นคงมีการบูรณาการสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

6) การบริหารจัดการในภาครัฐ การป้องกันการทุจริตประพฤติมิชอบ และธรรมาภิบาลในสังคมไทย โดยมุ่งเน้นในเรื่องการลดสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการและการให้บริการของภาครัฐ รวมทั้งประสิทธิภาพการประกอบธุรกิจของประเทศ การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการที่ดีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การปรับคะแนนดัชนีการรับรู้การทุจริตให้อยู่ในระดับที่ดีขึ้น และการลดจำนวนการดำเนินคดีกับผู้มิได้กระทำความผิด

7) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ โดยเน้นในเรื่องการลดความเข้มของการใช้พลังงานและลดต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศ การพัฒนาระบบขนส่งทางรางและทางน้ำ เพิ่มปริมาณการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง และขยายขีดสามารถในการรองรับปริมาณผู้โดยสารของท่าอากาศยานในกรุงเทพมหานครและท่าอากาศยานในภูมิภาค การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านโลจิสติกส์และการอำนวยความสะดวกทางการค้า การพัฒนาด้านพลังงานเพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย และลดการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า การพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล และการพัฒนาด้านสาธารณูปการ (น้ำประปา)

8) การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม โดยเน้นในเรื่องการเพิ่มความเข้มแข็งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ และการเพิ่มความสามารถในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อยกระดับความสามารถการแข่งขันของภาคการผลิตและบริการ และคุณภาพชีวิตของประชาชน

9) การพัฒนาภาค เมือง และพื้นที่เศรษฐกิจ โดยมุ่งเน้นในเรื่องการลดช่องว่างรายได้ระหว่างภาคและมีการกระจายรายได้ที่เป็นธรรมมากขึ้น การเพิ่มจำนวนเมืองศูนย์กลางของจังหวัดเป็นเมืองน่าอยู่สำหรับคนทุกกลุ่มในสังคม พื้นที่ฐานเศรษฐกิจหลักมีระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการเพิ่มมูลค่าการลงทุนในพื้นที่เศรษฐกิจใหม่บริเวณชายแดน

10) ความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อการพัฒนา โดยมุ่งเน้นในเรื่องการมีเครือข่ายการเชื่อมโยงตามแนวระเบียงเศรษฐกิจที่ครอบคลุมและมีการใช้ประโยชน์ได้เต็มศักยภาพ การเพิ่มระบบห่วงโซ่มูลค่าในอนุภูมิภาคและภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยเป็นฐานเศรษฐกิจ การค้าและการลงทุนที่สำคัญในภูมิภาคอนุภูมิภาค อาเซียน และเอเชีย รวมทั้งมีการพัฒนาส่วนขยายจากแนวระเบียงเศรษฐกิจในอนุภูมิภาค

ให้ครอบคลุมภูมิภาคอาเซียน เอเชียตะวันออก และเอเชียใต้ และประเทศไทยเป็นหุ้นส่วนการพัฒนาที่สำคัญทั้งในทุกระดับ

การสร้างความสามารถในการแข่งขันได้กำหนดแนวทางการพัฒนาความสำคัญกับกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคตที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ทั้งภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการและการท่องเที่ยว โดยให้ประเทศสามารถยกระดับการผลิตทางการเกษตรเพื่อสร้างมูลค่าให้สูงขึ้น ขณะที่มีอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตที่จะเป็นกลไกในการขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่ประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีแห่งอนาคต ซึ่งการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมมีการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ดังนี้

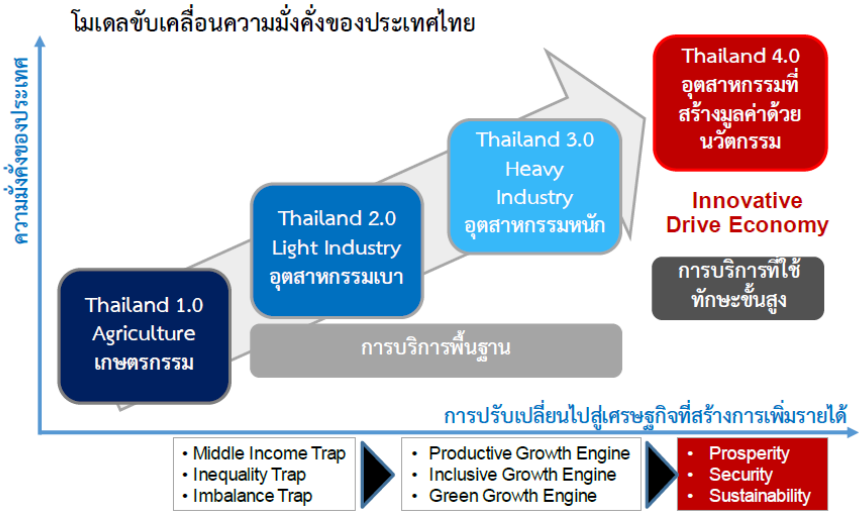
1) กลุ่มอุตสาหกรรมที่ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นฐานที่เข้มแข็งที่จะต่อยอดไปสู่อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นก้าวหน้ามากขึ้น โดยการพัฒนาต่อยอดความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพปัจจุบันเพื่อยกระดับไปสู่อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงด้วยการพัฒนานวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิด สร้างสรรค์บนพื้นฐานของการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้แก่ (1) อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนที่พัฒนาไปสู่ยานยนต์ในอนาคต อาทิ ยานยนต์ไฟฟ้า (2) **อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถพัฒนาไปสู่อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ** (3) อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ที่สามารถต่อยอดการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ชีวภาพและพลาสติกชีวภาพ (4) อุตสาหกรรมเกษตรและอาหารที่พัฒนาเป็นอาหารสุขภาพ อาหารสร้างสรรค์และอาหารสำหรับกลุ่มเฉพาะ อาทิ ฮาลาล อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานต่อยอดสู่อุตสาหกรรมชีวภาพต่าง ๆ (5) อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติกซึ่งมีการต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น อาทิ ผลิตภัณฑ์ยางล้อ ผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ และ (6) อุตสาหกรรมที่ใช้ศักยภาพของทุนมนุษย์

2) กลุ่มอุตสาหกรรมอนาคตที่ใช้โอกาสจากบริบทใหม่ๆ ของโลก โดยมุ่งสร้างอุตสาหกรรมใหม่ที่ผสานโอกาสจากแนวโน้มบริบทโลกในอนาคตและการปรับเปลี่ยนเข้าสู่การใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในตลาดเฉพาะและตลาดที่รองรับความต้องการรูปแบบใหม่ในอนาคต โดยให้ความสำคัญในลำดับต้นกับอุตสาหกรรมที่สามารถพัฒนาต่อยอดจากฐานความเก่งของอุตสาหกรรมศักยภาพในปัจจุบัน ได้แก่ (1) อุตสาหกรรมหุ่นยนต์อัตโนมัติเพื่อสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพของภาคการผลิตและบริการ โดยระยะแรกต้องมุ่งส่งเสริมให้ผู้ประกอบการใช้ระบบอัตโนมัติมากขึ้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดอุปสงค์ในประเทศที่เพียงพอเพื่อให้เกิดแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการผลิต พัฒนา และออกแบบระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์สำหรับการผลิตและธุรกิจบริการในอนาคต (2) อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอากาศยาน โดยระยะแรกอาจเน้นด้านการผลิตชิ้นส่วนอากาศยานที่สามารถต่อยอดจากศักยภาพของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ และขณะเดียวกันควรเร่งวางระบบและพัฒนาบุคลากรด้านการซ่อมบำรุงอากาศยานอย่างเข้มข้นและต่อเนื่องเพื่อรองรับธุรกิจการซ่อมบำรุงอากาศยานในระยะต่อไป (3) **อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์** โดยในระยะแรกเน้นอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีปริมาณความต้องการใช้ในประเทศสูงและใช้เทคโนโลยีที่ยังไม่สูงนักก่อนเพื่อสนับสนุนการเป็นศูนย์กลางการบริการสุขภาพนานาชาติและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ และขณะเดียวกันต้องเร่งวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีระดับความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และ (4) อุตสาหกรรมพลังงานชีวภาพเพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการ

ใช้และสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าเกษตรและวัตถุดิบชีวมวล ซึ่งต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาปัจจัยสนับสนุนเพื่อวางรากฐานการพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมอนาคต

2.1.3 แนวคิด Thailand 4.0

ในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยมีการปรับเปลี่ยนโมเดลเศรษฐกิจมาหลายครั้ง โดยเริ่มจาก “Thailand 1.0” ที่เน้นภาคเกษตรกรรม “Thailand 2.0” ที่เน้นอุตสาหกรรมเบา โดยใช้ประโยชน์จากค่าจ้างแรงงานราคาถูกและทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ มุ่งเน้นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าเป็นสำคัญ “Thailand 3.0” ในปัจจุบันที่เน้นอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศเพื่อให้มาใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตเพื่อส่งออกไปตลาดโลก อย่างไรก็ดีภายใต้ “Thailand 3.0” นั้น แม้จะทำให้ประเทศไทยมีเศรษฐกิจที่เติบโตเพิ่มขึ้นแต่ก็ต้องเผชิญกับ “กับดักประเทศรายได้ปานกลาง” “กับดักความเหลื่อมล้ำของความมั่งคั่ง” และ “กับดักความไม่สมดุลในการพัฒนา” กับดักเหล่านี้เป็นประเด็นท้าทายของประเทศไทยในปัจจุบัน นำไปสู่การปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจเพื่อก้าวข้าม “Thailand 3.0” ไปสู่ “Thailand 4.0”



รูปที่ 2.1-2 โมเดลประเทศไทย 1.0 ถึง 4.0
ที่มา : สภาการปฏิรูปแห่งชาติ (อ้างถึงในกระทรวงอุตสาหกรรม, ตุลาคม 2559)

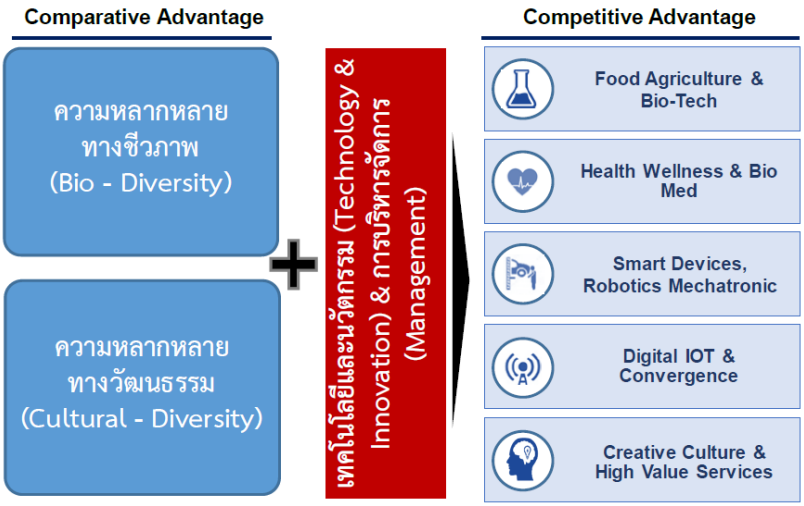
Thailand 4.0 เป็นโมเดลเศรษฐกิจที่จะนำพาประเทศไทยให้หลุดพ้นจาก 3 กับดักดังกล่าว พร้อมกับเปลี่ยนผ่านประเทศไทยไปสู่ “ประเทศในโลกที่หนึ่ง” ที่มีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ในบริบทของการปฏิวัติอุตสาหกรรมยุคที่ 4 อย่างเป็นรูปธรรม ตามแนวทางที่แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีได้วางไว้ด้วยการสร้างความเข้มแข็งจากภายในควบคู่ไปกับการเชื่อมโยงกับประชาคมโลก ตามแนวคิด “ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” โดยขับเคลื่อนผ่านกลไก “ประชารัฐ”

Thailand 4.0 เป็นแนวคิดที่ต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ “Value – Based Economy” หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” ซึ่งเป็นการขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลง 3 มิติสำคัญ คือ

(1) เปลี่ยนจากการผลิตสินค้า“โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม”

(2) เปลี่ยนจากการเน้นภาคการ “ผลิตสินค้า” ไปสู่การเน้นภาค “บริการ” มากขึ้น

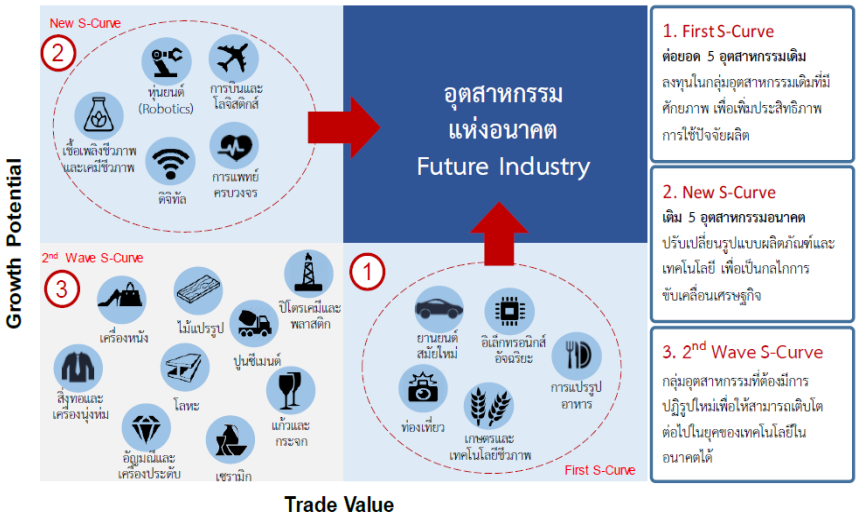
(3) เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศไทยด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม



รูปที่ 2.1-3 ความได้เปรียบในการแข่งขันของประเทศ
ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม, ตุลาคม 2559.

Thailand 4.0 เป็นการแสวงหากลไกในการขับเคลื่อนความมั่งคั่ง (Engines of Growth) ชุดใหม่ โดยการแปลงความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบของประเทศที่มีอยู่ 2 ด้าน คือ ความหลากหลายเชิงชีวภาพและความหลากหลายเชิงวัฒนธรรมให้เป็นความได้เปรียบในเชิงแข่งขัน โดยการเติมความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม การวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยี รวมถึงการบริหารจัดการเพื่อต่อยอดความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งหากกล่าวในบริบทของภาคอุตสาหกรรมก็คือการปรับโครงสร้างจากกลุ่มอุตสาหกรรมดั้งเดิมสู่กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าและความซับซ้อนสูง ซึ่งขับเคลื่อนด้วย 5 กลุ่มเทคโนโลยีและนวัตกรรม ได้แก่ (1) กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ (2) **กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์** (3) **กลุ่มเครื่องมือ อุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม** (4) กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่าง ๆ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว และ(5) กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าสูง

การพัฒนาประเทศให้หลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง แล้วก้าวไปสู่ประเทศที่มีรายได้สูงนั้น จำเป็นต้องมีการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมอันเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต และเป็นอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมต่าง ๆ



รูปที่ 2.1-4 การปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไทย
ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม, ตุลาคม 2559.

กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศไทยในปัจจุบันสามารถจำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 3 กลุ่ม ตามมูลค่าทางเศรษฐกิจ และแนวโน้มในการเติบโตในอนาคต ได้แก่

กลุ่มที่ 1 อุตสาหกรรมต่อยอดอุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-Curve) คือ อุตสาหกรรมที่ประเทศไทยมีศักยภาพความเชี่ยวชาญในการผลิต และเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ สร้างมูลค่าการค้าเป็นจำนวนมาก แต่หากขาดการพัฒนาต่อยอดด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่อุตสาหกรรมกลุ่มนี้จะถึงจุดอิ่มตัว และมีความสามารถในการเติบโตต่ำ จึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ มาช่วยพัฒนาให้กลุ่มอุตสาหกรรมนี้เติบโตต่อไปได้

กลุ่มที่ 2 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) คือ กลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ที่มีการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างเข้มข้น กลุ่มนี้มีความสามารถในการเติบโตต่อไปในอนาคตสูง แต่เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมใหม่ยังมีผู้ประกอบการน้อย กลุ่มอุตสาหกรรมยังไม่เข้มแข็ง มูลค่าทางเศรษฐกิจยังไม่มากนักเมื่อเทียบกับกลุ่มแรก ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้ผู้ประกอบการในกลุ่มนี้

กลุ่มที่ 3 อุตสาหกรรมที่ควรปฏิรูป เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีแบบเดิมในการผลิต มีความสามารถในการเติบโตจำกัด และบางอุตสาหกรรมสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจไม่มากนักเมื่อเทียบกับกลุ่มแรก ดังนั้นในอุตสาหกรรมกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีการปฏิรูปอุตสาหกรรมใหม่ เช่น การรวมกลุ่มเป็นคลัสเตอร์อุตสาหกรรมใหญ่เพิ่มการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ มีการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม เพื่อให้อุตสาหกรรมในกลุ่มนี้สามารถพัฒนาต่อไปได้

ประเทศไทยสามารถผลักดันการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (S-Curve) ได้ใน 2 กลุ่มอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมกลุ่มเดิมที่มีศักยภาพ (First S-Curve) ซึ่งเป็นการลงทุนในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีอยู่แล้วในประเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยผลิตโดยการลงทุนชนิดนี้จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะสั้นและระยะกลาง แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มอุตสาหกรรมในปัจจุบันนั้นไม่เพียงพอที่จะทำให้เศรษฐกิจของประเทศไทยเติบโตได้อย่างก้าวกระโดด จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนา S-Curve ในกลุ่มอุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) ควบคู่ไปด้วย ซึ่งเป็นรูปแบบของการลงทุนในอุตสาหกรรมใหม่ เพื่อเปลี่ยนรูปแบบสินค้าและเทคโนโลยี โดยอุตสาหกรรมใหม่หรืออุตสาหกรรมอนาคตเหล่านี้จะเป็นกลไกที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ (New Growth Engines) ของประเทศ ซึ่งการต่อยอดอุตสาหกรรมเดิมจะสามารถเพิ่มรายได้ ของประชากรได้ประมาณ ร้อยละ 70 จากเป้าหมาย ส่วนอีกร้อยละ 30 จะมาจากอุตสาหกรรมใหม่

เมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2558 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบนโยบายส่งเสริม 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยมีหลักการข้อเสนอ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (New Engine of Growth) จำนวน 10 คลัสเตอร์ ซึ่งประกอบไปด้วย

การต่อยอด 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-Curve) เป็นอุตสาหกรรมที่มีรากฐานแข็งแรงอยู่แล้วในระดับหนึ่ง แต่จำเป็นต้องต่อยอดให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี และรังสรรค์นวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก ประกอบด้วย

(1) อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next - Generation Automotive)

(2) **อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics)**

(3) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism)

(4) การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)

(5) อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (Food for the Future)

การเติม 5 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) เพื่อพัฒนาขีดความสามารถให้มีศักยภาพรองรับการแข่งขันในอนาคต ประกอบด้วย

(1) อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)

(2) อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)

(3) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Bio-Chemicals)

(4) อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)

(5) **อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)**

ทั้งนี้ 10 อุตสาหกรรมดังกล่าวเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพและเป็นที่สนใจของนักลงทุนทั่วโลก ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญในการผลักดันเศรษฐกิจของไทยในอนาคต โดยขณะนี้สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนร่วมกับคณะกรรมการขับเคลื่อนและปฏิรูปการบริหารราชการแผ่นดินและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอยู่ระหว่างการจัดทำมาตรการส่งเสริมการลงทุนให้สอดคล้องกับ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายดังกล่าวข้างต้น

อาทิ มาตรการด้านสิทธิพิเศษ ด้านการส่งเสริมการลงทุน การเงิน และมาตรการด้านการคลัง รวมทั้งแต่งตั้งคณะอนุกรรมการเร่งรัดการลงทุนอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งจะจัดตั้งขึ้นภายใต้พระราชบัญญัติเขตเศรษฐกิจพิเศษ เพื่อทำหน้าที่ “คัดเลือก – เจรจา” โครงการลงทุนรายสำคัญที่จะให้สิทธิประโยชน์เพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้อุตสาหกรรมเป้าหมายเกิดขึ้นได้โดยเร็ว

2.2 ยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนการพัฒนาอุตสาหกรรม

2.2.1 ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579)

ปัจจุบันประเทศไทยต้องเผชิญกับดักที่เป็นอุปสรรคต่อการเติบโตต่อไปในอนาคต ได้แก่ กับดักประเทศรายได้ปานกลาง (Middle Income Trap) กับดักความไม่เท่าเทียม (Inequality Trap) และกับดักความไม่สมดุลของการพัฒนา (Imbalance Trap) อีกทั้งยังมีปัญหาเชิงโครงสร้างที่สะสมมาเป็นเวลานาน ส่งผลให้มีขีดความสามารถในการแข่งขันต่ำ กระทรวงอุตสาหกรรม โดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม จึงได้จัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 -2579) ขึ้น ภายใต้วิสัยทัศน์ “มุ่งสู่อุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาและเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจโลก” โดยตั้งเป้าหมายในระยะ 20 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2560 - 2579) ให้ภาคอุตสาหกรรมไทยมีอัตราการเติบโตของ GDP เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.5 ต่อปี การลงทุนเติบโตเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ต่อปี มูลค่าการส่งออกขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 8 ต่อปี และ TFP เติบโตเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.0 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราการขยายตัวที่จะส่งผลให้ประเทศไทยสามารถขยับสู่การเป็นประเทศรายได้สูงภายในปี 2579 โดยกำหนดเป้าหมายไว้ 5 ประการ ในอีก 20 ปีข้างหน้า คือ

1) ภาคอุตสาหกรรมไทยมีอัตราการเติบโตของ GDP เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.5 ต่อปี

2) การลงทุนเติบโตเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ต่อปี

3) มูลค่าการส่งออกของภาคอุตสาหกรรมขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 8 ต่อปี

4) ผลิตภาพรวม (Total Factor Productivity: TFP) ภาคอุตสาหกรรมเติบโตเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ต่อปี

5) มีนักรบอุตสาหกรรมพันธุ์ใหม่ (New Warrior 4.0) จำนวน 150,000 ราย

ภายใต้ยุทธศาสตร์จะมุ่งเน้น 10 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายที่เป็นกลไกการขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต ตามที่คณะรัฐมนตรีได้ให้ความเห็นชอบแล้ว (First S-Curve and New S-Curve) โดยจำแนกเป็น 5 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้แก่

1) กลุ่มเกษตรแปรรูป อาหาร และเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เกษตรแปรรูป อุตสาหกรรมชีวภาพ

2) **กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ เช่น อุตสาหกรรมยาและสมุนไพร อุปกรณ์การแพทย์ และบริการทางการแพทย์**

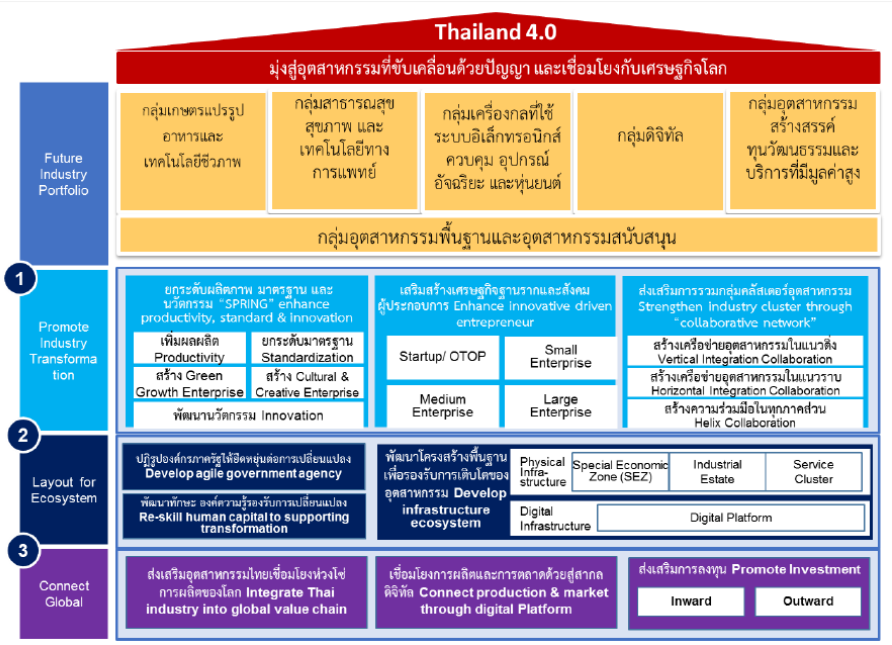
3) กลุ่มเครื่องกลที่ใช้**ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม อุปกรณ์อัจฉริยะ** และหุ่นยนต์ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์โทรคมนาคม หุ่นยนต์ อากาศยานและชิ้นส่วน

4) กลุ่มดิจิทัล เช่น เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ ปัญญาประดิษฐ์ ธุรกิจพัฒนาและให้บริการซอฟแวร์ พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ Data Center Cloud Computing

5) กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ทุนวัฒนธรรมและบริการที่มีมูลค่าสูง เช่น ท่องเที่ยว อุตสาหกรรมแฟชั่น อุตสาหกรรมไลฟ์สไตล์ อุตสาหกรรมสื่อสร้างสรรค์และแอนิเมชั่น ภาพยนตร์ การพิมพ์ สิ่งพิมพ์

นอกจากกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง 5 กลุ่มแล้ว ยังจำเป็นต้องมีการปรับโครงสร้างและยกระดับความสามารถในการแข่งขันของกลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐานและอุตสาหกรรมสนับสนุนเพื่อรองรับการเติบโตของกลุ่มยุทธศาสตร์เป้าหมาย เช่น ปิโตรเคมีและพลาสติก เคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมพลังงาน เป็นต้น

กรอบยุทธศาสตร์เพื่อการขับเคลื่อน ประกอบด้วย 3 ยุทธศาสตร์สำคัญ คือ (1) การปฏิรูปอุตสาหกรรม (2) การปฏิรูปนิเวศอุตสาหกรรม และ (3) การเชื่อมโยงอุตสาหกรรมไทยกับเศรษฐกิจโลก โดยมีรายละเอียดของยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 2.2-1 กรอบแนวคิดในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยภายใต้โมเดลประเทศไทย 4.0
ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม, ตุลาคม 2559.

ยุทธศาสตร์ที่ 1: ปฏิรูปภาคอุตสาหกรรมไทยสู่อุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญา (Promote Industry Transformation)

ยุทธศาสตร์นี้มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย เพิ่มการใช้งานด้านดิจิทัลในการบริหารจัดการการผลิตในกลุ่ม SMEs เพิ่มจำนวนผู้ประกอบการฐานนวัตกรรม (Innovation Driven Enterprise: IDE) ลดปริมาณของเสียและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของคลัสเตอร์อุตสาหกรรมเป้าหมาย ยุทธศาสตร์นี้ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์ คือ

กลยุทธ์ที่ 1: ยกระดับผลิตภาพ มาตรฐาน และนวัตกรรม (Enhance Standard, Productivity and Innovation: SPRING)

กลยุทธ์ที่ 2: เสริมสร้างเศรษฐกิจฐานรากและสังคมผู้ประกอบการ (Enhance Innovative Driven Entrepreneur: IDE)

กลยุทธ์ที่ 3: ส่งเสริมการรวมกลุ่มคลัสเตอร์อุตสาหกรรม (Strengthen Collaboration Network) โดยมีแผนที่นำทางในการพัฒนาซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1	ระยะที่ 1-2 ปี	ระยะที่ 2-5 ปี	ระยะที่ 5-10 ปี	ระยะที่ 10-20 ปี
กลยุทธ์ที่ 1 (Enhance Standard, Productivity and Innovation: SPRING)	1. จัดทำแผนเพิ่มผลิตภาพภาคอุตสาหกรรมของประเทศ 2. กระตุ้น Enterprise ต้นแบบที่มีศักยภาพสู่การผลิตแบบอัตโนมัติ 3. สนับสนุนการนำงานวิจัยด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาสู่กระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม 4. ส่งเสริมการบริหารจัดการที่ดีเพื่อเพิ่ม Productivity 5. จัดทำเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (First S-Curve New S-Curve) 6. ยกระดับมาตรฐานการผลิตและผลิตภัณฑ์ของผู้ประกอบการอุตสาหกรรม	1. เพิ่มการใช้ Automation/Robotic ในการผลิตเพื่อเพิ่ม productivity 2. สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และพัฒนาสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ 3. ส่งเสริมการยกระดับมาตรฐานต่าง ๆ 4. ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและพลังงานสีเขียว	1.ต่อยอด/ขยายผล Enterprise ต้นแบบให้เข้าสู่ Industry 4.0 และเป็นบริษัท R&Dชั้นนำในระดับภูมิภาค 2.ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมสีเขียว	1. ขยายผล Enterprise ต้นแบบให้เข้าสู่ Industry 4.0 และเป็นบริษัท R&D ชั้นนำในระดับโลก 2. พัฒนาแบรนด์ไทยให้เป็นที่ยอมรับในเวทีโลก 3. อุตสาหกรรมไทยเข้าสู่สังคม Low Carbon
กลยุทธ์ที่ 2 (Enhance Innovative Driven Entrepreneur: IDE)	1. สร้างธุรกิจใหม่ในกลุ่ม New S-Curve และสร้างความเข้มแข็งในกลุ่ม First S-Curve ให้เป็นนักรบอุตสาหกรรมพันธุ์ใหม่ 2. สร้างธุรกิจในกลุ่ม IDE และ Startup 3. สร้าง Smart SME ที่ใช้เทคโนโลยีช่วยบริหาร	1. ส่งเสริม Accelerator ให้พัฒนา Startup 2. เสริมสร้าง Startup ในการพัฒนาทักษะด้านการบริหารให้ผู้ประกอบการ 3. สร้างความเข้มแข็งของ IDE	1. ส่งเสริมผู้ประกอบการไทยให้เป็นที่รู้จักในต่างประเทศ 2. เชื่อมโยงผู้ประกอบการไทยสู่ห่วงโซ่ที่มีมูลค่าสูงในระดับสากล	1. ผลักดันผู้ประกอบการไทยสู่การเป็นบริษัทชั้นนำระดับโลก

ยุทธศาสตร์ที่ 1	ระยะที่ 1-2 ปี	ระยะที่ 2-5 ปี	ระยะที่ 5-10 ปี	ระยะที่ 10-20 ปี
	4. สร้างธุรกิจรองรับประเทศไทย 4.0 เช่น ผู้ผลิตอุปกรณ์ IoT ที่ปรึกษา System Integrator 5. พัฒนาศูนย์ช่วยเหลือผู้ประกอบการ (SME Rescue Center) พัฒนา Cultural Industrial Village	4. เพิ่มจำนวน Smart SME 5. เชื่อมโยง SMEs กับ Les 6. ส่งเสริมการเข้าร่วมเครือข่ายอุตสาหกรรม		
กลยุทธ์ที่ 3 (Strengthen Collaboration Network)	1. ส่งเสริมการรวมกลุ่มผู้ประกอบการรายย่อยเป็นสมาคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ 2. เสริมสร้างความเข้มแข็งของสมาคมผ่านการจัดกิจกรรมต่าง ๆ 3. เชื่อมโยงกับสมาคมกับสถาบันเครือข่ายของอุตสาหกรรม 4. สร้างการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน 5. สร้างการรวมกลุ่มเครือข่ายในรูปแบบคลัสเตอร์ในพื้นที่ประกอบการ	1. เชื่อมโยงสมาชิกรายย่อยกับผู้ประกอบการรายใหญ่ 2. สร้างความร่วมมือหน่วยงานรัฐตลอดจนห่วงโซ่อุตสาหกรรม 3. เชื่อมโยงภาคเอกชนตลอดจนห่วงโซ่มูลค่าตั้งแต่ซัพพลายเออร์ ผู้ผลิตและผู้ซื้อ	1. ขยายการเชื่อมโยงสู่เครือข่ายอุตสาหกรรมในภูมิภาค	1. ขยายการเชื่อมโยงสู่เครือข่ายอุตสาหกรรมในระดับโลก

ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559.

ยุทธศาสตร์ที่ 2: ปฏิรูปนิเวศอุตสาหกรรมรองรับอุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญา (Layout for Ecosystem)

ยุทธศาสตร์นี้มีเป้าหมายในการปฏิรูปองค์กรภาครัฐเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย เพิ่มมูลค่าการลงทุนในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่เป้าหมาย เพิ่มการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา เพิ่มจำนวนนักวิจัยในอุตสาหกรรมเป้าหมาย เพิ่มจำนวนสิทธิบัตรจดทะเบียนต่อประชากร และเพิ่มจำนวนแรงงานคุณภาพเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยยุทธศาสตร์นี้ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์ คือ

กลยุทธ์ที่ 1: ปฏิรูปองค์กรภาครัฐให้ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง (Develop Agile Government Agency)

กลยุทธ์ที่ 2: พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรม (Develop Infrastructure for Ecosystem)

กลยุทธ์ที่ 3: พัฒนาทักษะ องค์ความรู้ของบุคลากรเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง (Re-skill Human Capital)

โดยมีแผนที่นำทางในการพัฒนาซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1	ระยะที่ 1-2 ปี	ระยะที่ 2-5 ปี	ระยะที่ 5-10 ปี	ระยะที่ 10-20 ปี
กลยุทธ์ที่ 1 (Develop Agile Government Agency)	1. ปรับโครงสร้างหน่วยงานระดับกรม/สถาบันเครือข่ายของ ก. อุตสาหกรรม เพื่อรองรับการพัฒนาตามนโยบายประเทศไทย 4.0 2. ยกระดับและปรับบทบาทของสถาบันเพิ่มผลิตแห่งชาติให้เป็นหน่วยงานเพิ่มผลผลิตของประเทศ 3. จัดตั้งสำนักงานการมาตรฐานแห่งชาติ เพื่อปฏิรูประบบการมาตรฐานของประเทศให้เป็นเอกภาพ 4. ปรับระเบียบการตั้ง/ยุบหน่วยงานให้สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงตามนโยบาย	1. ปรับโครงสร้างหน่วยงาน Functional เป็นหน่วยงานตาม Agenda 2. ปรับเปลี่ยนจาก Regulator เป็น Facilitator 3. เชื่อมโยงการบริการแบบ One Stop Services	1. ปรับโครงสร้างหน่วยงานอื่น ๆ ที่เหลือ	1.ปรับโครงสร้างหน่วยงานทั้งหมดตามแผนที่วางไว้ 2.สามารถเชื่อมโยงการบริการของทุนหน่วยงานให้เป็น One Stop Services ได้
กลยุทธ์ที่ 2 (Develop Infrastructure for Ecosystem)	1. วางระบบโครงสร้างพื้นฐานสำหรับ EEC, Industrial Estate และ Smart SME Estate 2. เตรียมความพร้อม (ร่าง พ.ร.บ.) ผลักดันการลงทุนและประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนา EEC 3. สร้างเครือข่ายผู้ให้บริการTesting, R&D และ Standardization โดยการประสานงานของสถาบันเครือข่ายให้มีการ share services 4. พัฒนาศูนย์ซ่อมอากาศยานที่สนามบินอู่ตะเภา	1. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ 2. ขยายโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลให้ครอบคลุมทั่วประเทศ 3. พัฒนาเครือข่ายผู้ให้บริการสู่ One Stop Service	1. พัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศทั้งด้านทั่วไปและด้านดิจิทัล ให้ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล	1. ยกระดับเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษให้เป็น Trade & Investment Hub ของภูมิภาค

ยุทธศาสตร์ที่ 1	ระยะที่ 1-2 ปี	ระยะที่ 2-5 ปี	ระยะที่ 5-10 ปี	ระยะที่ 10-20 ปี
	5. บริหารจัดการและเพิ่มศักยภาพการบริการของ Industrial Design Center ให้ครอบคลุมอุตสาหกรรมเป้าหมาย 6. การจัดตั้งศูนย์ส่งเสริมงานวิจัยสู่การผลิตภาคอุตสาหกรรม (Industry Transformation Center: ITC) 7. พัฒนา World Food Valley 8. เตรียมความพร้อมในการบริหารจัดการศูนย์ทดสอบยานยนต์ (ฉะเชิงเทรา) 9. พัฒนาระบบบริหารจัดการกากอุตสาหกรรมและพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ 10. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล 11. ปฏิรูประบบการมาตรฐาน โดยจัดทำโครงสร้างพื้นฐานด้านการมาตรฐานเพื่อรองรับกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย อำนวยความสะดวกให้กับผู้ประกอบการในการเข้าถึง Players ด้านการมาตรฐาน และพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อใช้ในกิจกรรมการมาตรฐานให้มีความรวดเร็ว คล่องตัว และทันสมัย 12. การจัดตั้งหน่วยงานกลางเพื่อการจัดการข้อขัดแย้งระหว่างชุมชนกับอุตสาหกรรม			

ยุทธศาสตร์ที่ 1	ระยะที่ 1-2 ปี	ระยะที่ 2-5 ปี	ระยะที่ 5-10 ปี	ระยะที่ 10-20 ปี
กลยุทธ์ที่ 3 (Re-skill Human Capital)	1. พัฒนาแรงงานให้มีความรู้และทักษะในการใช้เทคโนโลยีรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย 2. พัฒนาบุคลากรและผู้ประกอบการให้สามารถใช้ IT และ Digital ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน	1. พัฒนาผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม 2. เชื่อมโยงเทคโนโลยีและนวัตกรรมจากต่างประเทศ ต่อยอดการพัฒนาบุคลากรและผู้เชี่ยวชาญ	1. ต่อยอดไปสู่การเป็นศูนย์กลางการพัฒนาบุคลากรในระดับภูมิภาค	1. ส่งออกบุคลากรที่มีทักษะสูงสู่ระดับสากล

ยุทธศาสตร์ที่ 3: เชื่อมโยงอุตสาหกรรมไทยกับเศรษฐกิจโลก (Connect to Global)

ยุทธศาสตร์นี้มีเป้าหมายให้รูปแบบการผลิตของภาคอุตสาหกรรมสามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดโลกและปรับเปลี่ยนสู่ห่วงโซ่ที่มีมูลค่าสูง พัฒนารูปแบบและเพิ่มการใช้ดิจิทัลเพื่อการจัดหาวัตถุดิบและการทำตลาดระดับโลก เพิ่มการลงทุนของผู้ประกอบการไทยไปยังต่างประเทศเป้าหมายและเพิ่มการลงทุนของนักลงทุนต่างชาติในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย รวมทั้งเพิ่มการขยายตัวของอุตสาหกรรมกลุ่มเป้าหมายไปยังตลาดต่างประเทศ ยุทธศาสตร์นี้ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์ คือ

กลยุทธ์ที่ 1: ส่งเสริมอุตสาหกรรมไทยเชื่อมโยงห่วงโซ่การผลิตของโลก (Integrate to Global Value Chain)

กลยุทธ์ที่ 2: เชื่อมโยงการผลิตและการตลาดสู่สากลด้วยดิจิทัล (Connect Product & Market)

กลยุทธ์ที่ 3: ส่งเสริมการลงทุนขยายฐานการผลิตในและนอกประเทศ (Promote Investment)

ยุทธศาสตร์ที่ 3	ระยะที่ 1-2 ปี	ระยะที่ 2-5 ปี	ระยะที่ 5-10 ปี	ระยะที่ 10-20 ปี
กลยุทธ์ที่ 1 (Integrate to Global Value Chain)	1. ผลักดันผู้ประกอบการไทยให้เป็นที่รู้จักในต่างประเทศ 2. เชื่อมโยงผู้ผลิตของไทยกับผู้ผลิตชั้นนำของโลก 3. เชื่อมโยงห่วงโซ่มูลค่าระหว่างประเทศไทยกับประเทศสมาชิกอาเซียนโดยเฉพาะ ใน 3 อุตสาหกรรม ได้แก่ (1) อาหาร (Future Food) (2) ไบโอเทคโนโลยี และ (3) ชิ้นส่วนอากาศยาน 4. เชื่อมโยงระบบการมาตรฐานไทยเข้าสู่ระบบการมาตรฐานโลก	1. ส่งเสริมการสร้างพันธมิตรระหว่างผู้ประกอบการไทยกับเจ้าของแบรนด์สินค้าระดับโลก	1. เพิ่มจำนวนผู้ผลิตไทยให้เป็นซัพพลายเออร์ของผู้ผลิตระดับโลก	1. พัฒนาอุตสาหกรรมไทยให้เป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อุตสาหกรรมโลก

ยุทธศาสตร์ที่ 3	ระยะที่ 1-2 ปี	ระยะที่ 2-5 ปี	ระยะที่ 5-10 ปี	ระยะที่ 10-20 ปี
กลยุทธ์ที่ 2 (Connect Product & Market)	1. ส่งเสริมการใช้ IT ในการติดต่อสื่อสารและเชื่อมโยงข้อมูลการผลิตกับต่างประเทศ 2. ส่งเสริม e-Market และการใช้สื่อออนไลน์ 3. ส่งเสริมการพัฒนา e-Payment	1. เพิ่มจำนวนผู้ประกอบการให้มีการใช้ IT ในการเชื่อมโยงการผลิต 2. เพิ่มจำนวนผู้ประกอบการให้มีการใช้ดิจิทัลและสื่อออนไลน์ในการตลาด	1. พัฒนาระบบความปลอดภัยของ e-Payment 2. พัฒนาระบบโลจิสติกส์ด้วยดิจิทัล	1. ใช้ดิจิทัลในการเชื่อมโยงกับกลุ่มธุรกิจต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ
กลยุทธ์ที่ 3 (Promote Investment)	1. มีมาตรการในการชักชวนบริษัทชั้นนำระดับโลกให้มาลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย 2. ส่งเสริมและให้คำแนะนำบริษัทไทยที่มีศักยภาพไปลงทุนยังต่างประเทศ	1. พัฒนาศูนย์ One Stop Services ในการอำนวยความสะดวกนักลงทุนต่างชาติที่มาลงทุนในประเทศ 2. พัฒนาศูนย์ประสานงานและเครือข่ายการลงทุนต่างประเทศ	1. พัฒนาประเทศไทยสู่การเป็นศูนย์กลางการค้าและการลงทุนในภูมิภาค	1. ผลักดันผู้ประกอบการไทยสู่บริษัทชั้นนำที่มีฐานการผลิตในประเทศต่าง ๆ

2.2.2 พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560 [1]

พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560 เป็นกลไก/เครื่องมือที่สำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ โดยถือเป็นการเพิ่มเครื่องมือในการชักจูงการลงทุนเพื่อให้ประเทศไทยสามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่ง ในการดึงให้กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่สำคัญมาลงทุน มุ่งเน้นอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับศักยภาพของประเทศ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศได้อย่างยั่งยืน รวมถึงต้องเป็นอุตสาหกรรมประเภทใหม่ที่ไม่เคยมีการผลิตหรือการให้บริการในประเทศมาก่อน หรือเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีใหม่หรือใช้ความรู้ในการผลิตขั้นสูงเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาและส่งเสริมนวัตกรรม

[1] พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560, ราชกิจจานุเบกษาฉบับฎีกา เล่ม 134 ตอนที่ 19 ก 13 กุมภาพันธ์ 2560

โดยสาระสำคัญของพระราชบัญญัติฉบับนี้ คือ การกำหนดให้มีคณะกรรมการนโยบายเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วย นายกรัฐมนตรี เป็นประธานกรรมการ รองนายกรัฐมนตรีซึ่งนายกรัฐมนตรีมอบหมาย เป็นรองประธานกรรมการ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ปลัดกระรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ผู้อำนวยการสำนักงบประมาณ เลขาธิการคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และเลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ เป็นกรรมการ มีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ รวมทั้งจัดทำแผนเกี่ยวกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พร้อมทั้งกำหนดให้มีคณะกรรมการสรรหาและเจรจา ซึ่งมีรองประธานกรรมการนโยบาย เป็นอนุกรรมการ มีหน้าที่ดำเนินการสรรหาและเจรจากับผู้ประกอบกิจการเพื่อให้มีการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ตามกรอบแนวทางในการสรรหาและเจรจาที่คณะกรมการนโยบายฯ กำหนด

คณะกรรมการนโยบายฯ ได้ออกประกาศที่ 1/2560 เรื่อง หลักเกณฑ์การส่งเสริมการลงทุนภายใต้พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560 [2] โดยกำหนดให้อุตสาหกรรมเหล่านี้เป็นอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้แก่

(1) อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next – Generation Automotive)
(2) **อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics)**
(3) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism)
(4) การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)
(5) อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (Food for the Future)
(6) อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)
(7) อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)
(8) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Bio-Chemicals)
(9) อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)
(10) **อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)**

สำหรับสิทธิประโยชน์ที่มีภายใต้พระราชบัญญัติฉบับนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) **ยกเว้นภาษีได้นิติบุคคลไม่เกิน 15 ปี** ปัจจุบันพระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุนสามารถให้สิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลได้สูงสุด ไม่เกิน 8 ปี (และเพิ่มขึ้นเป็น 13 ปี จากการแก้ไขพระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน) และสามารถให้สิทธิประโยชน์ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 50 อีก 5 ปี ซึ่งพระราชบัญญัติฯ นั้น จะสามารถให้สิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลได้สูงสุดถึง 15 ปี อย่างไรก็ตาม

[2] ธนพรรณ ไวทยะเสวี สำนักนโยบายอุตสาหกรรมมหภาค (สม.)

จะไม่มีการให้ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลภายใต้พระราชบัญญัติฉบับนี้ รวมทั้งโครงการที่ได้รับการส่งเสริมฯ ภายใต้พระราชบัญญัติฉบับนี้แล้ว จะไม่สามารถได้รับสิทธิประโยชน์ภายใต้พระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุนอีก

2) **สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนการวิจัยและพัฒนา การส่งเสริมนวัตกรรม หรือการพัฒนาบุคลากร**เฉพาะด้านของกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ผ่านกองทุนขนาด 10,000 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม การสนับสนุนเงินดังกล่าวจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์ รวมถึงรายละเอียดแต่ละโครงการอย่างเหมาะสมและเกิดความคุ้มค่ากับเงินที่สนับสนุนไป โดยมีประโยชน์ของภาคอุตสาหกรรมไทยและประเทศไทยเป็นหลัก

3) **สิทธิประโยชน์อื่นๆ ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน** โดยไม่รวมสิทธิประโยชน์ด้านการยกเว้น หรือลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล เช่น สิทธิประโยชน์ในการยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักรที่นำเข้าจากต่างประเทศ การอนุญาตให้นำผู้เชี่ยวชาญ ช่างฝีมือต่างชาติเข้ามาทำงานในประเทศพร้อมการให้บริการขอวีซ่าและ Work Permit เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการส่งเสริมสามารถกระทำได้เบ็ดเสร็จภายในคณะกรรมการเพียงชุดเดียวเพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินการ รวมถึงเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับนักลงทุน

ทั้งนี้ การอนุมัติให้สิทธิและประโยชน์ดังกล่าวให้เป็นอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการนโยบายฯ และอาจกำหนดให้ผู้ได้รับการส่งเสริมแต่ละรายได้รับสิทธิและประโยชน์แตกต่างกันได้ โดยให้พิจารณาจากความจำเป็น ความคุ้มค่า และประโยชน์ในการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ

2.2.3 แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย (Digital Thailand)

ดิจิทัลไทยแลนด์ (Digital Thailand) หมายถึง ประเทศไทยที่สามารถสร้างสรรค์และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเต็มศักยภาพในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม ข้อมูล ทุนมนุษย์ และทรัพยากรอื่นใด เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน โดยแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม จะมีเป้าหมายรวม 4 ประการ คือ

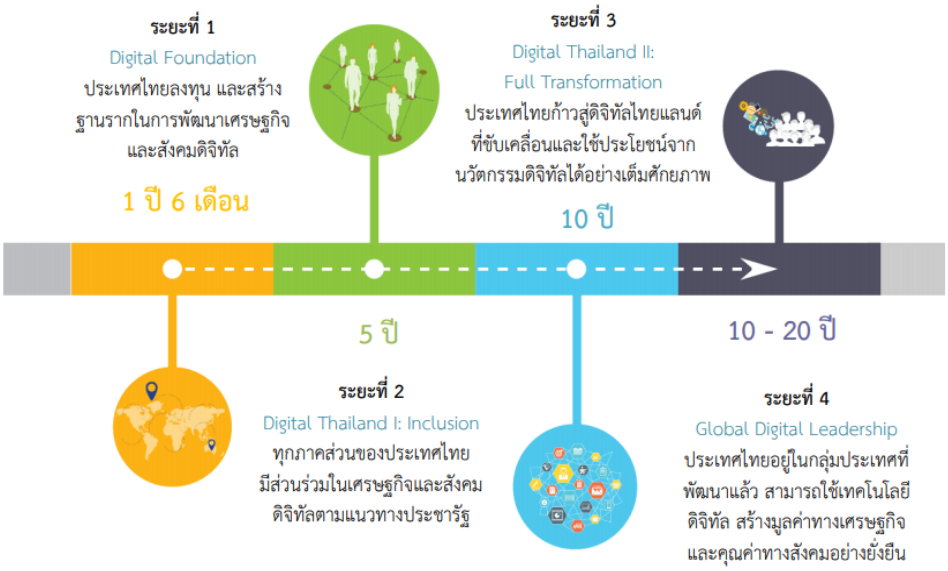
1) เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัล เป็นเครื่องมือหลักในการสร้างสรรค์นวัตกรรมการผลิตและบริการ

2) สร้างโอกาสทางสังคมอย่างเท่าเทียมด้วยข้อมูลข่าวสารและบริการต่าง ๆ ผ่านสื่อดิจิทัลเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

3) เตรียมความพร้อมให้บุคลากรทุกกลุ่มมีความรู้และทักษะที่เหมาะสมต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพยุคดิจิทัล

4) ปฏิรูปกระบวนทัศน์การทำงานและการให้บริการของภาครัฐ ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและการใช้ประโยชน์จากข้อมูล เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดความโปร่งใส มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย มุ่งเน้นการพัฒนาระยะยาวอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับการจัดทำยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แต่เนื่องจากเทคโนโลยีดิจิทัลมีการเปลี่ยนแปลงอย่าง รวดเร็ว ดังนั้น แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม จึงกำหนดภูมิทัศน์ดิจิทัลเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาและเป้าหมายใน 4 ระยะ ดังนี้



รูปที่ 2.2-2 ภูมิทัศน์ดิจิทัลของไทยในระยะเวลา 20 ปี
ที่มา : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, พฤษภาคม 2559.

	ระยะที่ 1 Digital Foundation	ระยะที่ 2 Digital Thailand: Inclusion	ระยะที่ 3 Digital Thailand: Full Transformation	ระยะที่ 4 Global Digital Leadership
โครงสร้างพื้นฐาน	อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงถึงทุกหมู่บ้านทั่วประเทศเป็นฐานของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมอื่นๆ	อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงถึงทุกหมู่บ้านและเชื่อมต่อกับประเทศในภูมิภาคอื่น	อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงถึงทุกหมู่บ้านและรองรับการหลอมรวมและการเชื่อมต่อทุกอุปกรณ์	อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อทุกที่ ทุกเวลา ทุกอุปกรณ์ อย่างไร้รอยต่อ
เศรษฐกิจ	การทำธุรกิจผ่าระบบดิจิทัลคล่องตัว และติดอาวุธดิจิทัลให้ SMEs วิสาหกิจชุมชน เกษตรกรให้มาอยู่บนระบบออนไลน์ พร้อมทั้งวางรากฐานให้เกิดการลงทุนในคลัสเตอร์ดิจิทัล	ภาคการเกษตร การผลิตและบริการ เปลี่ยนมาทำธุรกิจด้วยดิจิทัลและข้อมูล ตลอดจน digital technology startup และคลัสเตอร์ดิจิทัลเริ่มมีบทบาทในระบบเศรษฐกิจ	ภาคการเกษตร การผลิตและบริการ แข่งขันได้ด้วยนวัตกรรมดิจิทัล และเชื่อมโยงไทยสู่การค้าในระดับภูมิภาคและระดับโลก	กิจกรรมทางเศรษฐกิจทุกกิจกรรมเชื่อมต่อภายในและระหว่างประเทศด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล นำประเทศไทยสู่ความมั่งคั่ง
สังคม	ประชาชนทุกกลุ่มเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและบริการพื้นฐานของรัฐอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม	ประชาชนเชื่อมั่นในการใช้ดิจิทัลและเข้าถึงบริการการศึกษา สุขภาพ ข้อมูลและการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านดิจิทัล	ประชาชนใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี/ข้อมูลทุกกิจกรรมในชีวิตประจำวัน	เป็นประเทศที่ไม่มีความเหลื่อมล้ำ ตลอดจนชุมชนใช้ดิจิทัลเพื่อพัฒนาท้องถิ่นตนเอง
รัฐบาล	หน่วยงานรัฐมีการทำงานที่เชื่อมโยงและบูรณาการข้อมูลข้ามหน่วยงาน	การทำงานระหว่างภาครัฐจะเชื่อมโยงและบูรณาการเหมือนเป็นองค์กรเดียว	รัฐจัดให้มีบริการที่ขับเคลื่อนโดยความต้องการของประชาชน เปิดเผยข้อมูลและให้ประชาชนมีส่วนร่วม	เป็นประเทศผู้นำในภูมิภาคด้านรัฐบาลดิจิทัล ทั้งการบริหารจัดการรัฐและบริการประชาชน
ทุนมนุษย์	กำลังคน (ทุกสาขา) มีทักษะด้านดิจิทัลเป็นที่ยอมรับในตลาดแรงงานทั้งในและต่างประเทศ	กำลังคนสามารถทำงานผ่านระบบดิจิทัลแบบไร้พรมแดน มีผู้เชี่ยวชาญดิจิทัลต่างประเทศเข้ามาทำงานในไทย	ประเทศไทยเกิดงานคุณค่าสูง และกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญดิจิทัลเฉพาะด้านเพียงพอต่อความต้องการ	เป็นหนึ่งในศูนย์กลางด้านกำลังคนดิจิทัลของภูมิภาค ทั้งในรายสาขาและผู้เชี่ยวชาญดิจิทัล
ความเชื่อมั่น	รัฐบาลออกชุดกฎหมายดิจิทัลที่ครอบคลุมและปฏิรูปองค์กรที่เกี่ยวข้องในการขับเคลื่อนงาน	ไทยมีสภาพแวดล้อมเอื้อต่อการทำธุรกรรมดิจิทัล มีระบบอำนวยความสะดวกและมีมาตรฐาน	ประเทศไทยไม่มีกฎหมาย/ระเบียบที่เป็นอุปสรรคต่อการค้า การทำธุรกรรมดิจิทัล	เป็นประเทศต้นแบบที่มีการพัฒนาทบทวนกฎระเบียบ กติกาด้านดิจิทัลอย่างต่อเนื่อง จริงจัง
	1.6 ปี	**5 ปี**	**10 ปี**	**20 ปี**

เพื่อให้วิสัยทัศน์และเป้าหมายในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลบรรลุผล แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมได้กำหนดกรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาไว้ 6 ด้าน คือ

1) ยุทธศาสตร์พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลประสิทธิภาพสูงให้ครอบคลุมทั่วประเทศ (เข้าถึง พร้อมใช้ จ่ายได้)

2) ยุทธศาสตร์ขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (ขับเคลื่อน New S-Curve เพิ่มศักยภาพ สร้างธุรกิจเพิ่มมูลค่า)

3) ยุทธศาสตร์สร้างสังคมคุณภาพที่ทั่วถึงเท่าเทียมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (สร้างการมีส่วนร่วม การใช้ประโยชน์อย่างทั่วถึง และเท่าเทียม)

4) ยุทธศาสตร์ปรับเปลี่ยนภาครัฐสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล (โปร่งใส อำนวยความสะดวก รวดเร็ว เชื่อมโยงเป็นหนึ่งเดียว)

5) ยุทธศาสตร์พัฒนากำลังคนให้พร้อมเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล (สร้างคน สร้างงาน สร้างความเข้มแข็งจากภายใน)

6) ยุทธศาสตร์สร้างความเชื่อมั่นในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (กฎระเบียบทันสมัย เชื่อมั่นในการลงทุน มีความมั่นคง ปลอดภัย)

ในยุทธศาสตร์ขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล จะกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศโดยผลักดันให้ภาคธุรกิจไทยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการลดต้นทุนการผลิตสินค้าและบริการ เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ ตลอดจนพัฒนาไปสู่การแข่งขันเชิงธุรกิจรูปแบบใหม่ในระยะยาว นอกจากนี้ยุทธศาสตร์ยังมุ่งเน้นการสร้างระบบนิเวศสำหรับธุรกิจดิจิทัล เพื่อเสริมความสามารถในการแข่งขันของภาคธุรกิจไทยที่จะส่งผลต่อการขยายฐานเศรษฐกิจและอัตราการจ้างงานของไทยอย่างยั่งยืนในอนาคต ประกอบด้วยแผนงานเพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ 4 ด้าน คือ

(1) เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคธุรกิจตลอดห่วงโซ่คุณค่า โดยผลักดันธุรกิจให้เข้าสู่ระบบการค้าดิจิทัลสู่สากล และเกิดการใช้เทคโนโลยีและข้อมูลเพื่อปฏิรูปการผลิตสินค้าและบริการ

(2) เร่งสร้างธุรกิจเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology Startup) ให้เป็นฟันเฟืองสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัล

(3) พัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีดิจิทัลของไทยให้มีความเข้มแข็งและสามารถแข่งขันเชิงนวัตกรรมได้ในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่ไทยมีศักยภาพและเป็นอุตสาหกรรมแห่งอนาคต

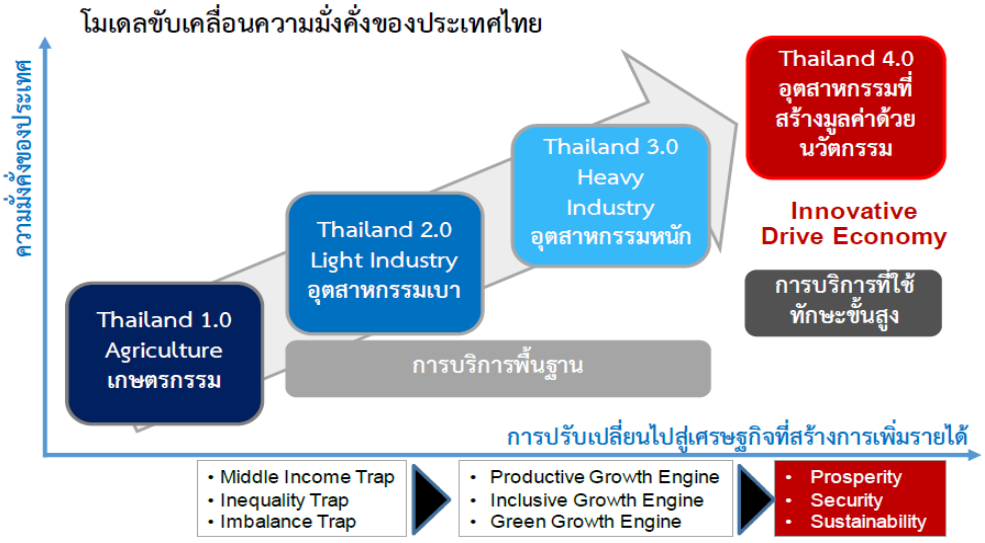
เพิ่มโอกาสทางอาชีพเกษตรและการค้าขายสินค้าของชุมชนผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล โดยดำเนินการร่วมกันระหว่างหน่วยงานจากทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน

2.3 แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

2.3.1 การบูรณาการแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ภาคอุตสาหกรรมมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยในการจ้างแรงงานและสร้างรายได้ให้กับประชาชน แต่จากกระแสการแข่งขันที่รุนแรงและมีความเปลี่ยนแปลงตามกระแสโลกาภิวัตน์และการเปลี่ยนแปลงบริบทของโลกอนาคต ทำให้อุตสาหกรรมของประเทศไทยต้องมีการปรับตัวเพื่อรองรับการแข่งขันซึ่งทวีความรุนแรง เพื่อให้สามารถก้าวข้ามกับดักประเทศรายได้ปานกลาง (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2559: 6-9) ด้วยเหตุนี้รัฐบาลไทยประกาศยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และส่วนหนึ่งของการปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจใหม่ให้เป็นระบบเศรษฐกิจที่เน้นการสร้างมูลค่า (Value-Based Economy) เพื่อพัฒนาประเทศให้มีความมั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน สู่ความเป็นไทยแลนด์ 4.0 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554: 1-3)

สำหรับอุตสาหกรรมในประเทศไทยก็มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มต้นโดยการใช้โมเดลประเทศไทย 1.0 โดยขับเคลื่อนด้วยอุตสาหกรรมเกษตร ต่อมาก็ใช้โมเดลประเทศไทย 2.0 ซึ่งเน้นอุตสาหกรรมเบาเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ ตามด้วยโมเดลประเทศไทย 3.0 เป็นอุตสาหกรรมหนักและเน้นการส่งออกมากขึ้น เช่น อุตสาหกรรม ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน อุตสาหกรรมปิโตรเคมี เน้นการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต เพื่อช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจและรายได้ของประเทศ อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยก็ยังคงติดกับดักของประเทศรายได้ปานกลางค่อนข้างสูงจากโมเดลประเทศไทย 3.0 นี้ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559)



รูปที่ 2.3-1 โมเดลประเทศไทย 1.0 ถึง 4.0 (วิสัยทัศน์ ยุทธศาสตร์การปฏิรูปประเทศไทย และการปรับเปลี่ยนกลไกภาครัฐ, สภาปฏิรูปแห่งชาติ อ้างอิงโดย กระทรงอุตสาหกรรม, 2559)

โมเดลประเทศไทย 4.0 จะปรับการขับเคลื่อนจากการพัฒนาประสิทธิภาพการภาคอุตสาหกรรมการผลิตไปสู่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy) ซึ่งจะต้องขับเคลื่อนใน 3 มิติคือ

(1) เปลี่ยนจากสินค้าโภคภัณฑ์ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม

(2) เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม

(3) เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น

ซึ่งจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง 4 องค์ประกอบดังนี้

(1) ปรับเปลี่ยนเป็นเกษตรกรรมสมัยใหม่โดยใช้โดยเน้นการบริหารจัดการและเทคโนโลยีเพื่อให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น ให้เกษ๖รกรกลายเป็นผู้ประกอบการด้านเกษตรกรรม

(2) ปรับเปลี่ยนจากวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแบบเดิม ไปสู่วิสาหกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม

(3) เปลี่ยนจากการให้บริการแบบเดิมเป็นการให้บริการเป็นแบบที่มีมูลค่าสูง (High Value Services)

(4) เปลี่ยนจากแรงงานทักษะต่าง ๆ ไปสู่แรงงานที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และทักษะสูง

แผนดังกล่าวจะใช้ 3 กลไกลการขับเคลื่อนคือ ***กลไกลการขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม กลไกลการขับเคลื่อนด้วยการสร้างการมีส่วนร่วมและกลไกลการขับเคลื่อนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม*** (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559)เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปดังเป้าประส่งดังกล่าวรัฐบาลได้กำหนดแนวทางดำเนินงานแบบมุ่งเป้าโดยประกาศเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมายหรือ New cluster เป็นกลไกส่งเสริมการปฏิรูปโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ทั้งนี้นโยบายดังกล่าวได้กำหนดให้ 5 กลุ่มอุตสาหกรรม คือ

1) กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยี ชีวภาพ

2) **กลุ่มสาธารณสุขและเทคโนโลยีการแพทย์**

3) **กลุ่มหุ่นยนต์อัจฉริยะและ ระบบเครื่องกล อิเล็กทรอนิกส์ควบคุม**

4) กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ต เชื่อมต่อ

5) กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรมและบริการที่มีมูลค่าสูงเป็นอุตสาหกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจใหม่

สำหรับการศึกษาครั้งนี้มุ่งดำเนินการศึกษาและเขียนแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์เป็นหลัก เนื่องจากอุตสาหกรรมทั้ง 2 เป็นอุตสาหกรรมที่สังคมไทยมีโครงสร้างพื้นฐานและปัจจัยการผลิตรองรับการพัฒนาเพื่อยกระดับสู่อุตสาหกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม และหวังว่าจะช่วยในการขับเคลื่อนให้อุตสาหกรรมไทยได้เป็นส่วนหนึ่งของการนำพาประเทศไทยสู่ไทยแลนด์ 4.0

2.3.2 แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะนับว่าเป็นอุตสาหกรรม 1 ใน 5 ของ S-Curve ของประเทศไทย เพื่อเป็นการพัฒนาประเทศเข้าสู่เป้าหมาย Thailand 4.0 โดยตัวอย่างของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในประเทศไทย ได้แก่ กระบวนการออกแบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบเซ็นเซอร์ และการทดสอบและพัฒนาซอฟแวร์ เป็นต้น

กลุ่มอุตสาหกรรมเดิมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าในไทย สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า และกลุ่มสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ โดยตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่ม มีตัวอย่างดังนี้

1. กลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น พัดลม เครื่องเสียง โทรทัศน์ และชิ้นส่วน/ส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า

2. กลุ่มสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์สื่อสาร โทรศัพท์ ชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ วงจรพิมพ์

โดยโครงสร้างของการผลิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยห่วงโซ่อุปทานในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- อุตสาหกรรมต้นน้ำ ได้แก่ การออกแบบวงจรไฟฟ้า (IC Design) การผลิตและเจือสารแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Fabrication)
- อุตสาหกรรมกลางน้ำ ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน และส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยการผลิต แผงวงจรไฟฟ้า (Integrated Circuit) แผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board: PCB) ไดโอด ทรานซิสเตอร์และอุปกรณ์กึ่งตัวนำ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) มอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ เป็นต้น
- อุตสาหกรรมปลายน้ำ ได้แก่ การนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูป เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าสำเร็จรูป คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์โทรคมนาคม เป็นต้น
- อุตสาหกรรมสนับสนุน เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานในการผลิตของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ชิ้นส่วนโลหะ ชิ้นส่วน

สถานการณ์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทย

สถานการณ์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ไทย โดยการผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ในไตรมาสที่ 1 ปี 2563 มีดัชนีผลผลิตอยู่ที่ 94.0 ลดลงจากไตรมาสที่แล้ว ร้อยละ 4.2 (%QoQ) แต่เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.7 (%YoY) เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อน โดยกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ ปรับตัวเพิ่มขึ้น ได้แก่ Semiconductor devices transistors, PWB, HDD และ PCBA เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.2, 11.3, 9.4 และ 7.6 ตามลำดับ เนื่องจาก เนื่องจากมีการโยกคำสั่งซื้อจากโรงงานที่ปิดตัวในจีนมาซื้อจากโรงงานใน ไทยเพิ่มขึ้น ในขณะที่การผลิต Printer และ

Integrated circuits (IC) ลดลง ร้อยละ 21.9 และ 0.3 ตามลำดับ เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้รับผลกระทบทำให้ไม่สามารถ นำเข้าวัตถุดิบ (Supply chain disruption) หลังจากหลายประเทศที่เป็นซัพพลายเออร์ประกาศปิด ประเทศ

การนำเข้า สินค้าอิเล็กทรอนิกส์ ในไตรมาสที่ 1 ปี 2563 มีมูลค่าการ นำเข้า 8,181.7 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ลดลงจากไตรมาสที่แล้ว ร้อยละ 13.9 (%QoQ) และปรับตัวลดลงร้อยละ 6.5 (%YoY) ในไตรมาสเดียวกันของปี ก่อน โดยสินค้าหลักที่มีการปรับตัวลดลง ได้แก่ส่วนประกอบและอุปกรณ์ ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ลดลงร้อยละ 31.2 เครื่องโทรศัพท์และ อุปกรณ์ปรับตัวลดลงร้อยละ 19.6 วงจรรวม (IC) ปรับตัวลดลงร้อยละ 0.4 ในขณะที่ไดโอด ทรานซิสเตอร์กลอุปกรณ์กึ่งตัวนำ และส่วนประกอบ ปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.1 เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อน



รูปที่ 2.3-2 ดัชนีผลผลิต

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การส่งออก สินค้าอิเล็กทรอนิกส์ไตรมาสที่ 1 ปี 2563 มีมูลค่าการ ส่งออก 8,498.5 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ลดลงจากไตรมาสที่แล้วร้อยละ 9.3 (%QoQ) ในขณะที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ร้อยละ 0.3 (%YoY) จากไตรมาส เดียวกันของปีก่อน จากการส่งออกไปตลาดหลักปรับตัวเพิ่มขึ้น ได้แก่ สหรัฐอเมริกาและจีน เพิ่มขึ้นร้อยละ 24.6 และ 13.3 ตามลำดับ เมื่อ เทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อน เนื่องจากส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.5 โดย HDD ยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและนอกประเทศ เพื่อ รองรับความต้องการในการใช้งานบน Cloud และ Data Center ทำให้ ความต้องการสินค้าอิเล็กทรอนิกส์โลกเพิ่มขึ้น ส่วนวงจรรวม (IC) ปรับตัว ลดลงร้อยละ 9.7 และเครื่องโทรศัพท์และอุปกรณ์ปรับตัวลดลงร้อยละ 46.2 เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อน



รูปที่ 2.3-3 มูลค่าการนำเข้า และมูลค่าการส่งออก

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การพัฒนาส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะภายใต้โครงการระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) เพื่อสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลในการสร้างศูนย์กลางการพัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง ให้เป็นศูนย์กลางทางธุรกิจการค้าและการท่องเที่ยวที่ทันสมัย

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ได้ออกมาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกเพื่อส่งเสริมให้เกิดการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมขั้นสูง เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเพื่อพัฒนาพื้นที่เชิงอุตสาหกรรม และพัฒนาเมือง เพื่อยกระดับพื้นที่

สิทธิประโยชน์ตามประเภทกิจการมีดังนี้

กลุ่ม	มาตรา 31 ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล	มาตรา 28 ยกเว้นอากรเครื่องจักร	มาตรา 36 ยกเว้นอากรวัตถุดิบผลิตเพื่อส่งออก	สิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษี *
A1 อุตสาหกรรมฐานความรู้ เน้นการออกแบบ ทำ R&D เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ	8 ปี (ไม่ cap วงเงิน) + สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ	✓	✓	✓
A2 กิจการโครงสร้างพื้นฐานเพื่อพัฒนาประเทศ และกิจการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม แต่มีการลงทุนในประเทศน้อยหรือยังไม่มีการลงทุน	8 ปี + สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ	✓	✓	✓
A3 กิจการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศโดยมีฐานการผลิตอยู่บ้างเล็กน้อย	5 ปี + สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ	✓	✓	✓
A4 กิจการที่มีระดับเทคโนโลยีไม่เท่ากลุ่ม A1-A3 แต่ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มแก่วัตถุดิบในประเทศ และเสริมความแข็งแกร่งให้แก่ห่วงโซ่อุปทาน	3 ปี + สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ	✓	✓	✓
หมวด 8 การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม	10 ปี + สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ	✓	✓	✓

รูปที่ 2.3-4 สิทธิประโยชน์ตามประเภทกิจการต่าง ๆ [คู่มือการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก BOI]

จากตารางข้างต้น อุตสาหกรรมในหมวดของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในหมวด A2 และ A3 และในกิจการซอฟแวร์ที่มีมูลค่าสูง จะได้สิทธิพิเศษในหมวด A1

นอกจากนี้การลงทุนในบริเวณ EEC ยังให้สิทธิประโยชน์ที่มากกว่าการลงทุนในพื้นที่อื่น ๆ ทั้งสิทธิประโยชน์ทางภาษีและมิใช่ภาษีเช่นยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุด 15 ปีอัตราภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา 17% ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักรวัตถุดิบที่นำเข้ามาผลิตเพื่อส่งออกและของที่นำเข้ามาเพื่อการวิจัยและพัฒนา อนุญาตให้ถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน วีซ่าทำงาน 5 ปี เป็นต้น

ห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

ห่วงโซ่อุปทานของการผลิตและใช้งานอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ สามารถแบ่งผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องได้ออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (components and subsystem manufacturing) 2) ผู้ผลิตอุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart Electronic manufacturing) 3) ผู้ให้บริการด้านการเชื่อมโยง (Connectivity service providers) 4) ผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม (Platforms providers) และ 5) ผู้ให้บริการด้านการประยุกต์ใช้งาน (Applications) โดยผู้ประกอบการที่เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และผู้ผลิตอุปกรณ์อัจฉริยะจะทำงานภายใต้การดูแลของกระทรวงอุตสาหกรรม

ผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Objects) เป็นกลุ่มของผู้ประกอบการที่ทำหน้าที่ในการออกแบบ ผลิตและจัดจำหน่ายชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เป็นส่วนสำคัญในการผลิตอุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart Device) เช่น อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ(semiconductors) อุปกรณ์ตรวจวัดหรือเซนเซอร์(sensors) อุปกรณ์ระบุตัวตนด้วยคลื่นวิทยุหรืออาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification : RFID) เป็นต้น โดยมีกิจกรรมหลัก คือ การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) และ ซอฟต์แวร์ที่ฝังติดไว้ที่ชิ้นส่วนหรือเฟิร์มแวร์(Firmware) จากนั้นจึงดำเนินการผลิต ตรวจสอบ ควบคุณคุณภาพให้ได้มาตรฐาน นำเก็บเข้าคลังสินค้าเพื่อรอการจัดส่งต่อไป

ผู้ผลิตอุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart electronic) เป็นกลุ่มผู้ประกอบการที่จะนำส่วนประกอบทั้งที่เป็นชิ้นส่วนทางอิเลคทรอนิกส์ ไฟฟ้าและชิ้นกลไกอื่นๆ มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมใช้งาน มีกระบวนการหลัก คือ 1) การออกแบบพัฒนาทั้งที่เป็นส่วนของฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม ส่วนของการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ฝังไว้ที่ชิ้นส่วนเพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมหรือใช้งานที่สั่งการโดยผู้ใช้งาน รวมถึงซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารระบบ เพื่อให้ได้ให้อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์อัจฉริยะซึ่งสามารถสนองความต้องการของผู้บริโภค และมีกิจกรรมหลักประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ มาประกอบและผลิตให้ได้สินค้าตามที่ออกแบบไว้ โดยจะต้องมีการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐาน จากนั้นสินค้าที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะถูกเก็บเข้าสู่คลังสินค้า เพื่อจัดจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคผ่านทางช่องทางต่างๆ

ผู้ให้บริการด้านการเชื่อมโยง (Connectivity) เป็นกลุ่มของผู้ให้บริการทางด้านของเครือข่ายเชื่อมโยงผ่านอินเทอร์เน็ต ที่จะทำให้อุปกรณ์อัจฉริยะสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ให้บริการด้านเครือข่ายสื่อสาร เช่น เครือข่าย 3G/4G, WIFI เป็นต้น

ผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม (Platforms) เป็นผู้ให้บริการแพลตฟอร์มในรูปของโครงสร้างพื้นฐานด้านกาประมวลผลและการจัดเก็บและการจัดการข้อมูล และการเชื่อมโยงควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ รวมถึงการจัดการด้านความปลอดภัยเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้ให้บริการกลุ่มนี้

ผู้ให้บริการด้านการประยุกต์ใช้งาน (Applications) เป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการพัฒนาและออกแบบระบบซอฟต์แวร์และแอพพลิเคชัน เพื่อรองรับการใช้งานของอุปกรณ์อัจฉริยะ รวมไปถึงผู้รวมระบบและเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น Smart Home, Smart Farming, Smart Building, Smart Factory เป็นต้น โดยมีกระบวนการหลักในการดำเนินงาน คือ การคิดค้นและออกแบบพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานอุปกรณ์อัจฉริยะ โดยมักจะทำงานร่วมกับผู้ผลิตอุปกรณ์

โครงร่างโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ แสดงดังนี้

รูปที่ 2.3-5 โครงร่างโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

ที่มา : การรวบรวมของที่ปรึกษา และการประชุมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

2.3.3 แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์เป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูง และมีแนวโน้มการเติบโตอย่างต่อเนื่องในทุกสถานการณ์เศรษฐกิจ เนื่องจากอุปกรณ์และเครื่องมือแพทย์ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ประกอบกับในโลกปัจจุบันที่จำนวนผู้ป่วยจากโรคต่าง ๆ และจำนวนประชากรที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความต้องการเครื่องมือแพทย์มีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการศึกษาแนวโน้มตลาดเครื่องมือแพทย์ ศักยภาพของเครื่องมือแพทย์ไทยในปัจจุบัน ปัจจัยด้านบวกและด้านลบที่มีต่อศักยภาพอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย ทิศทางของเทคโนโลยีและนวัตกรรมในอนาคตที่ส่งผลต่อระบบสุขภาพและการแพทย์ รวมถึงผลการจัดทำ foresight ของประเทศที่พัฒนาแล้วและเป็นผู้นำของโลกในด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการแก้ปัญหาและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยต่อไป

ความหมายของเครื่องมือแพทย์

ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) เรื่อง การจัดประเภทเครื่องมือแพทย์ที่ไม่ใช่เครื่องมือแพทย์สำหรับการวินิจฉัยภายนอกร่างกายตามความเสี่ยง พ.ศ. 2558[1] **“เครื่องมือแพทย์”** หมายถึง เครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ เครื่องจักร วัตถุที่ใช้ใส่เข้าไปในร่างกายมนุษย์ น้ำยาที่ใช้ตรวจในห้องปฏิบัติการและตัวสอบเทียบ (calibrator) ซอฟต์แวร์ วัสดุหรือสิ่งที่คล้ายกันหรือเกี่ยวข้องกัน

(1) เจ้าของผลิตภัณฑ์มุ่งหมายที่จะใช้งานโดยลำพัง หรือใช้ร่วมกันสำหรับมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่างหนึ่งอย่างใดหรือมากกว่าดังต่อไปนี้

(ก) วินิจฉัย ป้องกัน ติดตาม บำบัด บรรเทา หรือรักษาโรคของมนุษย์
(ข) วินิจฉัย ติดตาม บำบัด บรรเทา หรือรักษาการบาดเจ็บของมนุษย์
(ค) ตรวจสอบ ทดแทน แก้ไข ดัดแปลง พยุง ค้ำ หรือจุนด้านกายวิภาคหรือกระบวนการทางสรีระของร่างกายมนุษย์
(ง) ประคับประคองหรือช่วยชีวิตมนุษย์
(จ) คุมกำเนิดมนุษย์
(ฉ) ทำลายหรือฆ่าเชื้อสำหรับเครื่องมือแพทย์
(ช) ให้ข้อมูลจากการตรวจสิ่งส่งตรวจจากร่างกายมนุษย์ เพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์หรือวินิจฉัย

(2) ผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายของสิ่งที่กล่าวถึงในข้อ (1) ซึ่งเกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ ต้องไม่เกิดจากกระบวนการทางเภสัชวิทยา วิทยาภูมิคุ้มกันหรือปฏิกิริยาเผาผลาญให้เกิดพลังงานเป็นหลัก

โดยเมื่อพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยง เช่น ระดับการรุกล้ำเข้าสู่ร่างกาย ระยะเวลาที่อยู่ในร่างกาย ลักษณะการใช้งาน และผลทางชีวภาพ (biological effect) สามารถแบ่งเครื่องมือแพทย์ได้เป็น 4 ประเภท ตามระดับความเสี่ยง (ต่ำ ปานกลางระดับต่ำ ปานกลางระดับสูง สูง) ตัวอย่างเช่น แผ่นปิดแผลจำพวก band-aid และผ้าก๊อซ ที่สัมผัสกับผิวหนังที่มีบาดแผล ทำหน้าที่กดทับ และดูดซับของเหลวโดยที่แผลจัดเป็นเครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 1 ถุงบรรจุโลหิตจัดเป็นเครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 3 เป็นต้น

สำหรับเครื่องมือแพทย์ที่ใช้สำหรับการวินิจฉัยภายนอกร่างกาย (In Vitro Diagnostic (IVD) medical devices) ตามประกาศ อย.[1] ได้หมายถึง น้ำยา (reagent) ชุดตรวจ (reagent product) ตัวสอบเทียบ (calibrator) สารควบคุม (control material) เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (kit, instrument, apparatus or equipment) ระบบการตรวจวิเคราะห์ (system) หรือวัตถุอื่นใด ไม่ว่าจะใช้โดยลำพัง ใช้ร่วมกันหรือใช้ร่วมกับเครื่องมือแพทย์อื่นที่เจ้าของผลิตภัณฑ์มุ่งหมายสำหรับตรวจสิ่งส่งตรวจจากร่างกายมนุษย์ รวมทั้งโลหิตและอวัยวะบริจาค เพื่อให้ข้อมูล 1) สภาพทางสรีรวิทยา หรือพยาธิสภาพ หรือความพิการแต่กำเนิด 2) พิจารณาความปลอดภัยและความเข้ากันได้ของเนื้อเยื่อของผู้ที่มีโอกาสรับอวัยวะ หรือ 3) ตรวจติดตามการรักษา รวมทั้งภาชนะเก็บสิ่งส่งตรวจ

ในระดับสากลเพื่อความสะดวกต่อการอธิบายและแสดงเครื่องมือแพทย์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ สหภาพยุโรปด้วยความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญเครื่องมือแพทย์จากทั่วโลก ได้พัฒนาระบบการจัดหมวดหมู่เครื่องมือแพทย์ที่เรียกว่า global medical device nomenclature (GMDN)[2] โดย GMDN จัดหมวดหมู่เครื่องมือแพทย์ทางการค้าทั้งหมดออกเป็น 16 ประเภท ได้แก่ อุปกรณ์ฝังในร่างกายที่ใช้กาลังไฟฟ้าในการขับเคลื่อน เครื่องมืออุปกรณ์ทางวิสัญญีและการหายใจ เครื่องมืออุปกรณ์ทางทันตกรรม เครื่องมืออุปกรณ์ไฟฟ้าทางการแพทย์ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในโรงพยาบาล เครื่องมืออุปกรณ์การวินิจฉัยภายนอกร่างกาย อุปกรณ์ฝังที่ไม่ต้องใช้กาลังในการขับเคลื่อน เครื่องมืออุปกรณ์ทางจักษุวิทยา เครื่องมืออุปกรณ์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ครั้งเดียว เครื่องมืออุปกรณ์เฉพาะบุคคลสำหรับคนพิการ เครื่องมืออุปกรณ์วินิจฉัยหรือรักษาด้วยรังสี เครื่องมืออุปกรณ์ทดแทนหรืออุปกรณ์เสริมเพื่อการรักษา เครื่องมือตรวจวัดชีวภาพ ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอื่น ๆ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เมื่อมีผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้น ก็จะมีการจัดหมวดหมู่ขึ้นใหม่และพัฒนาต่อไป

สภาพตลาดเครื่องมือแพทย์ของโลกและภูมิภาคอาเซียน

ในเชิงของมูลค่าการส่งออกและนำเข้าเครื่องมือแพทย์ ได้แบ่งผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

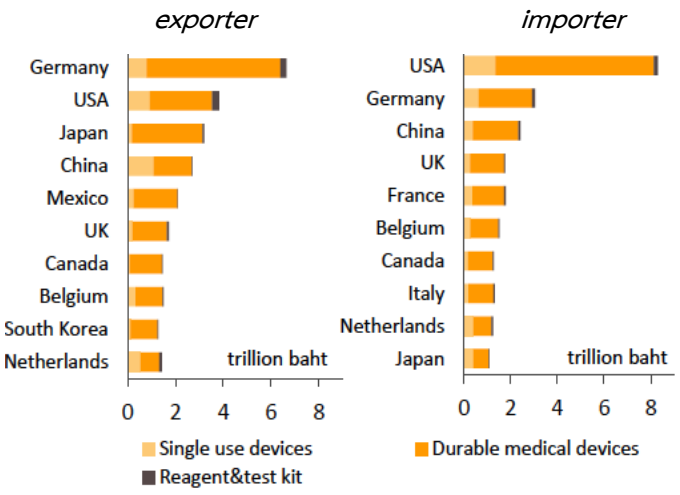
1. วัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์ (single-use device) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อการรักษาพยาบาลทั่วไปที่ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมาก ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ครั้งเดียวหรือใช้แล้วทิ้ง ได้แก่ หลอดฉีดยา เข็มฉีดยา สายยาง

หลอดสวน แกนสอด ถุงมือยาง อุปกรณ์และเครื่องใช้อื่น ๆ ทางทันตกรรม อุปกรณ์และเครื่องใช้อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับนัยน์ตา เป็นต้น

2. ครุภัณฑ์ทางการแพทย์ (durable medical device) เป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่มีลักษณะคงทนถาวร มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 1 ปี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น หีบและชุดปฐมพยาบาล รถเข็นผู้ป่วย เตียงคนไข้ อุปกรณ์และเครื่องใช้ในทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ศัลยกรรม ทันตกรรม เครื่องวินิจฉัยโรคด้วยไฟฟ้า และเครื่องเอกซเรย์ เป็นต้น

3. ชุดน้ำยาและชุดวินิจฉัยโรค (reagent and test kit) เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ในการวินิจฉัยโรค ผลิตภัณฑ์น้ำยา เพื่อใช้เตรียมหรือเก็บตัวอย่างจากร่างกาย อาทิ น้ำยาทดสอบกรุ๊ปเลือด การตั้งครรภ์ ชุดน้ายาล้างไต ชุดตรวจการติดเชื้อ HIV

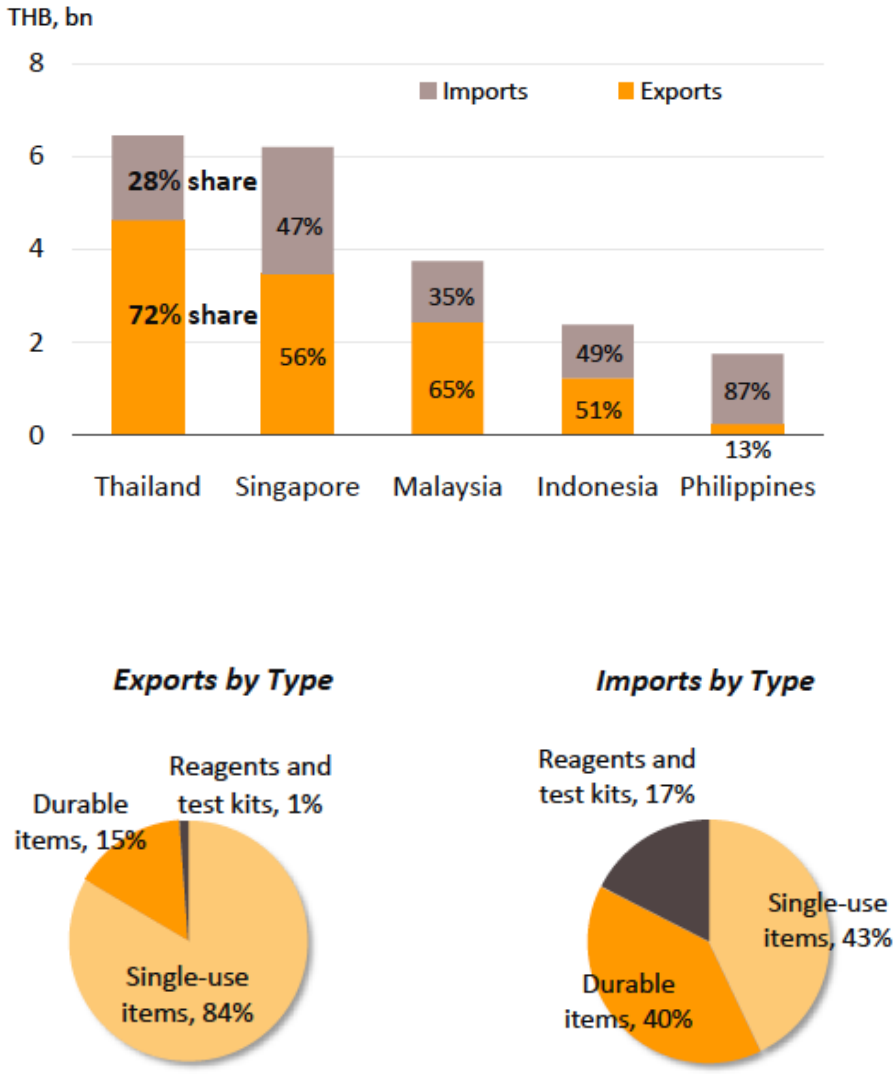
ในปี พ.ศ. 2561 ผลรวมการส่งออกและนำเข้าเครื่องมือแพทย์ของตลาดโลก มีสูงกว่า 70 ล้านล้านบาท[3] โดยเมื่อแบ่งตาม sector ของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ตามลักษณะการใช้งานแล้ว พบว่าครุภัณฑ์ทางการแพทย์ มีสัดส่วนทางตลาดสูงถึง 76% ในขณะที่วัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์มีสัดส่วนรองลงมาอยู่ที่ 20% และชุดน้ำยาและชุดวินิจฉัยโรคมีสัดส่วนทางตลาดอยู่ที่ 4% โดยเมื่อพิจารณาตามประเทศ (**รูปที่ 2.3-5**) แล้ว พบว่าประเทศที่มีการส่งออกเครื่องมือแพทย์มากที่สุดของโลกใน 10 อันดับแรก คือ เยอรมันนี (18%) รองลงมาด้วย สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และจีน และประเทศที่มีการนำเข้าเครื่องมือแพทย์มากที่สุด คือ สหรัฐอเมริกา (23%) เยอรมันนี จีน และอังกฤษ สำหรับการส่งออกและนำเข้าเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยนั้นอยู่ในลำดับที่ 18 และ 33 ของโลก



รูปที่ 2.3-6 ประเทศผู้นำเข้าและส่งออกเครื่องมือแพทย์ในตลาดโลกในปี 2018
(ที่มา: ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2562-64[3])

ข้อมูลตลาดเครื่องมือแพทย์ของโลกใน**รูปที่ 2.3-6** ยังแสดงให้เห็นว่าผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์รายใหญ่เป็นประเทศในแถบอเมริกาและยุโรป ซึ่งประเทศเหล่านี้มักมีฐานการผลิตกระจายอยู่ตามจุดยุทธศาสตร์ที่สำคัญทางการค้าในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก ในรูปแบบของบริษัทข้ามชาติ เช่น Medtronic, DePuy Synthes (Johnson & Johnson), Philips, GE Healthcare, Siemens (Healthineers), Stryker เป็นต้น สำหรับเครื่องมือแพทย์ที่มีส่วนแบ่งตลาดสูงสุดมีได้แก่ เครื่องวินิจฉัยโรคด้วยไฟฟ้า (electro-diagnostic devices) รองลงมาด้วย เครื่องมือแพทย์ที่ใช้ในการศัลยกรรมกระดูก (orthopedic and fracture devices) เครื่องเอ็กซเรย์ (X-ray devices) และเครื่องมือแพทย์ทางด้านทันตกรรม[3,4] นอกจากนี้ในส่วนของเอเชียแปซิฟิกนั้น ประเทศญี่ปุ่นมีการเติบโตด้านการส่งออกเครื่องมือแพทย์อย่างต่อเนื่องและถือเป็นศูนย์กลางด้านเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ที่ทันสมัยและได้รับการยอมรับจากทั่วโลก ในขณะที่เทคโนโลยีการผลิตเครื่องมือแพทย์ของจีนยังไม่ได้เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้จีนยังคงต้องนำเข้าเครื่องมือแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีสูงจากต่างประเทศ

ในกลุ่มประเทศภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกและนำเข้าผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์รวมกันสูงสุดเป็นอันดับ 1 (**รูปที่ 2.3-6**) รองลงมาด้วย มาเลเซีย และสิงคโปร์ โดยเครื่องมือแพทย์ที่ประเทศไทยส่งออกเป็นส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มวัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์ ซึ่งคิดเป็น 84% ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด โดยมีกลุ่มสินค้าส่งออกหลัก คือ ถุงมือยางทางการแพทย์ หลอดสวน หลอดและเข็มฉีดยา อุปกรณ์ทำแผล เป็นต้น โดยผู้ประกอบการที่ทำการผลิตและส่งออกส่วนใหญ่ในประเทศไทยนั้นเป็นบริษัทข้ามชาติที่มาลงทุนผลิตและส่งสินค้ากลับไปขายที่ประเทศของตนเอง ประเทศที่ไทยส่งออกเครื่องมือแพทย์ไปมากที่สุดนั้น คือ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ ตามลำดับ และเยอรมันนี ในส่วนของการนำเข้าเครื่องมือแพทย์ ผลิตภัณฑ์ที่ประเทศไทยนำเข้าส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์และครุภัณฑ์ทางการแพทย์ทีมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน เช่น เครื่องอัลตราซาวน์ เครื่องเอ็กซเรย์ เครื่องตรวจวัดคลื่นหัวใจ เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าในสมอง และผลิตภัณฑ์ทางจักษุวิทยา โดยมีแหล่งนำเข้าสินค้าหลักจากประเทศ สหรัฐฯ จีน เยอรมนี และญี่ปุ่น ตามลำดับ ทั้งนี้ใน 5 อันดับแรกของกลุ่มประเทศอาเซียนเองจะเห็นได้ว่า ฟิลิปปินส์ มีสัดส่วนมูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์มากที่สุดถึง 87% เมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าการส่งออก



รูปที่ 2.3-7 *ด้านบน*: ประเทศผู้นำเข้าและส่งออกเครื่องมือแพทย์ใน 5 อันดับแรกของอาเซียน ปี 2018
ด้านล่าง: สัดส่วนเครื่องมือแพทย์ที่ไทยส่งออกและนำเข้าตามลักษณะการใช้งาน
(ที่มา: ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2562-64[3])

สถานภาพและศักยภาพของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทยในปัจจุบัน

อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของไทยอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของหน่วยงาน 2 แห่ง คือ กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ สำนักงาน คณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ซึ่งเป็นหน่วยงานกำกับดูแลและรับผิดชอบในการออกใบอนุญาตการผลิตจำหน่าย และนำเข้าเครื่องมือแพทย์ที่ได้มาตรฐานภายใต้ พ.ร.บ. เครื่องมือแพทย์ พ.ศ. 2551 และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำกับดูแลมาตรฐานของเครื่องมือแพทย์ เพื่อเป็นเครื่องยืนยันว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้และนำเข้ามานั้น ได้รับการรับรองด้วย

มาตรฐานเดียวกันทั้งหมด และยังเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางการค้าให้เครื่องมือแพทย์ไทยเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและตลาดส่งออก

สำหรับประเทศไทย มูลค่าการจำหน่ายเครื่องมือแพทย์ส่วนใหญ่เน้นการส่งออกต่างประเทศ มีสัดส่วนการจำหน่ายส่งออกต่างประเทศต่อภายในประเทศอยู่ที่ 30:70 โดยผู้ผลิตส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มวัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์ (41%) รองลงมาคือกลุ่มครุภัณฑ์ทางการแพทย์ (23%) และน้อยที่สุดคือกลุ่มชุดน้ำยาและชุดวินิจฉัยโรค (5%) ซึ่งเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ขั้นพื้นฐานและใช้วัตถุดิบ เช่น ยาง และพลาสติก ภายในประเทศเป็นหลัก และสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานและสัดส่วนผู้ผลิตได้ดังนี้

1. กลุ่มวัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์

ผลิตภัณฑ์ที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตสูงและแข่งขันได้ดีในตลาดโลก คือ ถุงมือยางทางการแพทย์ เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไม่มีความซับซ้อน โดยการผลิตถุงมือยางทางการแพทย์จะเน้นเพื่อการส่งออกเป็นสัดส่วนสูงถึง 90% ของการผลิตเพื่อจำหน่ายทั้งหมด และยังคงมีแนวโน้มที่เติบโตสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง หลอดสวนและหลอดฉีดยาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตรองลงมา เนื่องจากพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิต มีต้นทุนไม่สูงนัก และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานทั่วไป

2. กลุ่มครุภัณฑ์ทางการแพทย์

ผลิตภัณฑ์ที่ประเทศไทยส่งออกหลักจะเป็นครุภัณฑ์ในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยและเตียงผู้ป่วย เตียงตรวจ รถเข็นผู้ป่วย ที่ใช้เทคโนโลยีในการผลิตไม่สูงมาก

3. ชุดน้ำยาและชุดวินิจฉัยโรค

เป็นตลาดขนาดเล็กที่สุด มีผู้ผลิตเพียง 5% และส่วนใหญ่เป็นการร่วมทุนกับบริษัทต่างชาติ ผลิตภัณฑ์หลักเป็นน้ำยาตรวจโรคเบาหวาน โรคไต โรคตับอักเสบ ซึ่งเน้นกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases, NCD) ในผู้สูงอายุ

ทั้งนี้ผู้ผลิตส่วนที่เหลือเป็นกลุ่มบริการ software และอื่น ๆ (31%)

จำนวนผู้ผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ในไทย ที่จดทะเบียนกับกรมพัฒนาธุรกิจมีประมาณ 594 ราย[3] แบ่งเป็นผู้ผลิตขนาดกลางและเล็ก (SME) 584 ราย และผู้ประกอบการรายใหญ่ 10 ราย อย่างไรก็ดี ผู้ประกอบการรายใหญ่ที่มีสัดส่วนเพียง 2% ของจำนวนผู้ผลิตทั้งหมดนี้ มีส่วนแบ่งรายได้ทางตลาดสูงถึง 65% และเป็นบริษัทข้ามชาติส่วนใหญ่ดังแสดงไว้ใน**รูปที่ 2.3-7** โดยผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุด คือ บริษัท Nipro ซึ่งมีการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เกี่ยวกับหลอดเลือด เช่น หลอดให้เลือด สายสวนขยายหลอดเลือด บอลลูน เข็มและกระบอกฉีดยา นอกจากนี้ยังมีผู้ประกอบการที่จดทะเบียนนำเข้าเครื่องมือแพทย์กับ อย. อีกประมาณ 2,000 แห่ง โดยผู้ผลิตและผู้นำเข้ามีช่องทางการจำหน่ายให้กับโรงพยาบาลภาครัฐและเอกชนโดยตรง ผ่านตัวแทนจำหน่าย และส่งออกต่างประเทศ

Company	Major share holders	Revenue 2017 (THB, m)
Nipro (Thailand)	Japanese	7,534.7
Hoya Optics (Thailand) *	Dutch	5,959.3
Asahi Intecc (Thailand) **	Japanese	3,890.9
Kawasumi Laboratories (Thailand) *	Japanese	2,444.6
Reckitt Benckiser Healthcare Manufacturing (Thailand)	Thai	1,940.6
Eyebiz Laboratory (Thailand)	Australian	1,375.6
Emerald Nonwovens International	Chinese	1,298.0
M.E.Nikkiso	Japanese	935.9
Greiner Bio-One (Thailand)	Australian	783.5
Infus Medical (Thailand)	Thai	764.8

รูปที่ 2.3-8 บริษัทผู้ประกอบการรายใหญ่ด้านเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย ปี 2018[3]
(ที่มา: ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2562-64[3])

เมื่อพิจารณาการใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์ของผู้ป่วยภายในประเทศไทย ตามข้อมูลของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)[5] พบว่ารายจ่ายที่เกิดขึ้นจำนวนมาก (พันล้านบาท) เป็นอุปกรณ์จำพวกสายสวนเพื่อการขยายหลอดเลือดแบบขดลวดเคลือบยา สายสวนเพื่อการขยายหลอดเลือดด้วยบอลลูน เลนส์แก้วตาเทียมชนิดพับได้ ข้อเข่าชนิดที่ส่วนรับน้ำหนักไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ แผ่นโลหะดามกระดูก สกรูยึดแผ่นโลหะ และโลหะดามกระดูกสันหลัง

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่ายังไม่มีผู้ผลิตของไทยเองที่มีเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง อันนำไปสู่การผลิตอุปกรณ์ที่มีมูลค่าในการรักษาโรค เพื่อตอบสนองต่อการใช้งานกับผู้ป่วยได้เองภายในประเทศ นอกจากนี้บริษัทผู้ผลิตรายใหญ่ยังคงเป็นบริษัทข้ามชาติ ที่มีรายได้ส่วนแบ่งทางการตลาดมากกว่าผู้ผลิตของไทยเอง ซึ่งต่อไปในระยะยาวที่จำนวนผู้ป่วยมีเพิ่มสูงขึ้น และประชากรส่วนใหญ่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ความจำเป็นในการใช้เครื่องมือแพทย์ขั้นสูงที่ตอบสนองต่อการใช้งานจริงจะมีเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ รูปแบบการผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนในปัจจุบันจะไม่สามารถแก้ปัญหาอุตสาหกรรมแพทย์ไทยในอนาคตได้

เพื่อเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมแพทย์ไทยให้สามารถบริการผู้ป่วยภายในประเทศได้อย่างเพียงพอและทั่วถึง รวมถึงเป็นส่วนสำคัญที่จะนำประเทศสู่การเป็น Medical Hub ตามนโยบายของประเทศได้อย่างครบวงจร และขยายขอบเขตของการส่งออกในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่มีมูลค่าสูง จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากภาคส่วนและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งส่วนของงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยที่จำเป็นต้องตอบโจทย์ความต้องการและนำไปสู่การประยุกต์ใช้จริงได้ในผู้ป่วย หน่วยงานควบคุมและกำกับดูแลเครื่องมือแพทย์ที่มีเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบของเครื่องมือแพทย์ที่ชัดเจน เครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบคุณสมบติด้านต่าง ๆ ของเครื่องมือแพทย์ที่ได้การรับรองมาตรฐานและมีมาตรฐานการทดสอบเดียวกัน (harmonization of evaluation) การทดสอบทางคลินิกในโรงพยาบาลที่พร้อมจะทดสอบ

เครื่องมือแพทย์ต้นแบบ (prototype) ก่อนนำใช้ในผู้ป่วย รวมถึงแหล่งเงินทุนสนับสนุน โดยภาคส่วนต่าง ๆ เหล่านี้จำเป็นต้องขับเคลื่อนไปพร้อมกัน เพื่อให้เกิดระบบนิเวศของนวัตกรรมด้านการแพทย์ที่เอื้อต่อการเร่งสนับสนุนการวิจัย พัฒนา ออกแบบ และผลิตเครื่องมือแพทย์ที่มีมาตรฐาน และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง ตามเส้นทางกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์และเครื่องมือทางการแพทย์

ปัจจัยบวก และปัจจัยเสี่ยงที่มีต่อโอกาศอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย

ปัจจัยบวกสำคัญ คือ ความชัดเจนของนโยบายภาครัฐ ที่ระบุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)[6] ได้มีการกำหนดทิศทางในการส่งเสริมผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์ เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โดยในระยะแรกเน้นการเสริมสร้างและพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันในอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความต้องการใช้ในประเทศสูง และเป็นอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากนัก นอกจากนี้อุตสาหกรรมทางการแพทย์ยังเป็นหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ของภาครัฐ (New S-curve) ที่มีแผนสนับสนุนการลงทุนในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เพื่อรองรับเป้าหมายการเป็นศูนย์กลางทางการแพทย์ และการส่งออกเครื่องมือแพทย์ไปยังประเทศเพื่อนบ้าน (CLMV) รวมถึงเป็นศูนย์กลางสุขภาพนานาชาติ (Medical Hub) (พ.ศ. 2559-2568)[7] อันนำไปสู่การดึงดูดและกระตุ้นการลงทุน รวมถึงการทำวิจัยทางด้านเครื่องมือแพทย์

นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ยังให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีกับนักลงทุนในกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือหรือชิ้นส่วนประเภทกิจการต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือแพทย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มประเภทความเสี่ยงสูง หรือเทคโนโลยีสูง (เช่น เครื่อง X-rays เครื่อง MRI เครื่อง CT Scan และวัสดุสำหรับฝังเข้าไปในร่างกาย) มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่มีงานวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมที่มาจากภาครัฐ หรือเอกชนร่วมกับภาครัฐ ร่วมถึงการเพิ่มเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษใน 6 จังหวัดนอกเหนือจาก EEC

ส่วนปัจจัยเสี่ยง[7] หรือความท้าทายที่ยังมีต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย คือ

1. ขาดการผลิตที่อาศัยองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ดังที่เห็นได้ชัดในการนำเข้าครุภัณฑ์ทางการแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงสำหรับการตรวจวินิจฉัยที่มีอย่างเพิ่มเติมต่อเนื่อง นอกจากนี้ในส่วนของการผลิตเครื่องมือแพทย์ด้วยเทคโนโลยีที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก ทำให้เกิดความใกล้เคียงกันของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจนำไปสู่แรงกดดันต่อผู้ประกอบการ

2. ขาดการเชื่อมโยงการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือแพทย์สู่ภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากงานวิจัยยังไม่ได้ตอบสนองต่อปัญหาหรือความต้องการใช้ที่แท้จริง และยังไม่มีการนำใช้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากผลงานวิจัยในภาคอุตสาหกรรม

3. ศูนย์ทดสอบมาตรฐานและรับรองคุณภาพมีไม่เพียงพอ ทำให้เครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้โดยผู้ประกอบการไทยขาดความน่าเชื่อถือ ส่งผลต่อการขาดความเชื่อมั่นในการใช้งาน และทำให้ผู้ประกอบการไทยต้องส่งเครื่องมือแพทย์ไปทดสอบที่ต่างประเทศ ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ซึ่งจะสะท้อนกลับไปสู่ต้นทุนของการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ และราคาที่ไม่เอื้อต่อการแข่งขันในตลาด

บรรณานุกรม

1. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2561). หลักเกณฑ์การจัดประเภทเครื่องมือแพทย์ตามความเสี่ยง. วันที่ค้นข้อมูล 3 เมษายน 2563 จาก เว็บไซด์ HTTP://WWW.FDA.MOPH.GO.TH/SITES/MEDICAL/RELATIVE/คู่มือการขออนุญาต/หลักเกณฑ์การจัดประเภทเครื่องมือแพทย์ตามความเสี่ยง/หลักเกณฑ์การจัดประเภทเครื่องมือแพทย์ตามความเสี่ยง.PDF41
2. สถาบันพลาสติก. ความรู้เบื้องต้นผลิตภัณฑ์วัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์. วันที่ค้นข้อมูล 3 เมษายน 2563 จาก เว็บไซด์ HTTPS://WWW.THAIPLASTICS.ORG/DOWNLOAD/MED_NETWORK_HOWTO2.PDF
3. ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. (2562). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2562-64. วันที่ค้นข้อมูล 3 เมษายน 2563 จาก เว็บไซด์ HTTPS://WWW.KRUNGSRI.COM/BANK/GETMEDIA/3464B745-C6EA-447D-8DC0-71393C0187FB/IO_MEDICAL_DEVICES_190510_TH_EX.ASPX
4. Whitaker Institute for Innovation and Societal Change Galway Ireland. (2015) Medical device sectorial overview. วันที่ค้นข้อมูล 3 เมษายน 2563 จาก เว็บไซด์ HTTPS://GALWAYDASHBOARD.IE/PUBLICATIONS/MEDICAL-SECTOR.PDF
5. เอกสารอบรมแบบอิเล็กทรอนิคส์ เครือข่ายความร่วมมือด้านผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์แห่งประเทศไทย (MPCT) 27-28 กุมภาพันธ์ 2563 ณ อาคารภูมิสิริราชมังคลานุสรณ์ สภากาชาดไทย
6. ฐานข้อมูลราชกิจจานุเบกษาและพัฒนากฎหมายอิเล็กทรอนิกส์. (2559). แผนพัฒนาเศษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) วันที่ค้นข้อมูล 3 เมษายน 2563 จาก เว็บไซด์ HTTPS://WWW.SENATE.GO.TH/ASSETS/PORTALS/181/FILEUPS/180/FILES/แผนพัฒนาเศรษฐกิจ (ฉบับที่ 12).
7. ธนาคารกรุงศรีออมสิน. (2562). อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์. วันที่ค้นข้อมูล 2 เมษายน 2563 จาก เว็บไซด์ HTTPS://WWW.GSB.OR.TH/GETATTACHMENT/4CFA551C-4C67-4483-94F9-4B569EA7BB88/IN_MEDICINE_5_62_DETAIL.ASPXกา

บทที่ 3

แนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคต

การรวบรวมแนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) จากประเทศที่ก้าวหน้า เป็นการศึกษาทำความเข้าใจถึงแนวทาง วิธีการใช้งาน การจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) โดยที่ปรึกษาจะศึกษารวบรวมแนวทาง วิธีการใช้งาน และการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรมโดยละเอียด โดยมีกลุ่มเป้าหมายในการศึกษา ดังนี้

3.1 ประเทศที่มีความก้าวหน้าในเอเชีย ประกอบด้วย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน

3.2 ประเทศที่มีความก้าวหน้านอกกลุ่มเอเชีย ประกอบด้วย สหรัสอเมริกา สหภาพยุโรป

3.1 ประเทศที่มีความก้าวหน้าในกลุ่มเอเชีย

ในการศึกษาการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) ของประเทศที่มีความก้าวหน้าในเอเชียอย่างน้อย 1 ประเทศนั้น ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลการเขียนภาพอนาคตของประเทศญี่ปุ่น และประเทศไต้หวัน ดังนี้

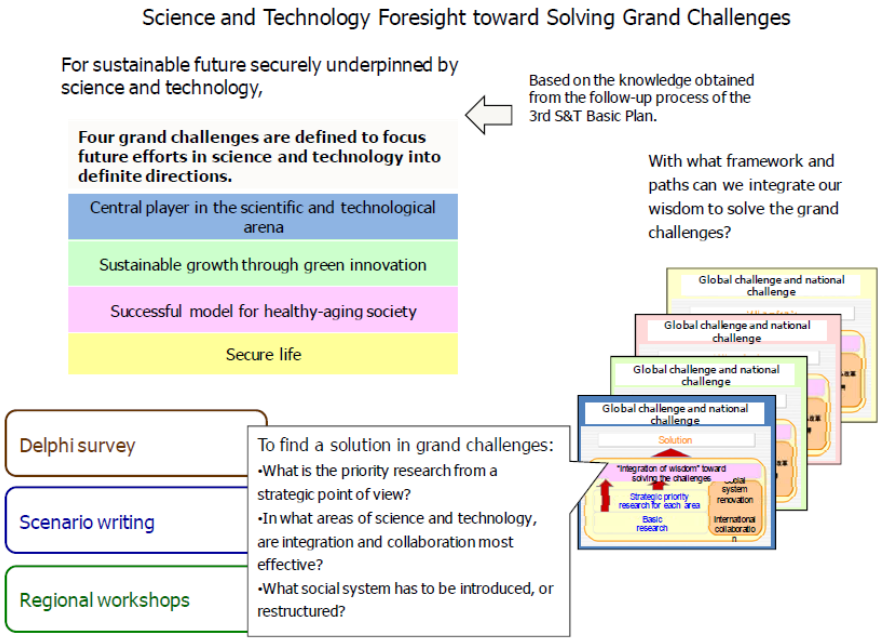
3.1.1 การจัดทำแผนภาพอนาคตของประเทศญี่ปุ่น The 9th Japan Delphi Survey

The 9th Japan Science & Technology Foresight จัดทำโดย The National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) เพื่อที่จะให้ความกระจ่างในการจัดทำนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม โดยตอบรับกับความท้าทายในอนาคต โดยหัวข้อของการสอบถามถูกจัดให้อยู่ในภาพของแนวทางหรือที่เรียกว่า Grand challenge ใน 4 หัวข้อ ได้แก่

- ผู้เล่นหลักในสังเวียนของงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- การเติบโตอย่างยั่งยืนผ่านทางนวัตกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- ตัวอย่างที่สัมฤทธิ์ผลของสังคมผู้สูงอายุ
- ชีวิตที่มั่นคง ปลอดภัย

โดยการสอบถามใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

- Delphi survey โดยมุ่งถึงคำแนะนำที่เป็นสหสาขาโดยมีเป้าหมายทางชัดเจนทางด้านสังคมในอนาคต
- Scenario writing โดยการใช้หลายวิธีในการมองเห็นเส้นทางสู่อนาคตที่ต้องการ
- Region-based discussion เพื่อทำให้สังคมท้องถิ่นที่ยั่งยืนได้บังเกิดผล



รูปที่ 3.1-1 ภาพโดยรวมของการทำการมองภาพอนาคต

ขั้นตอนการมองภาพอนาคต

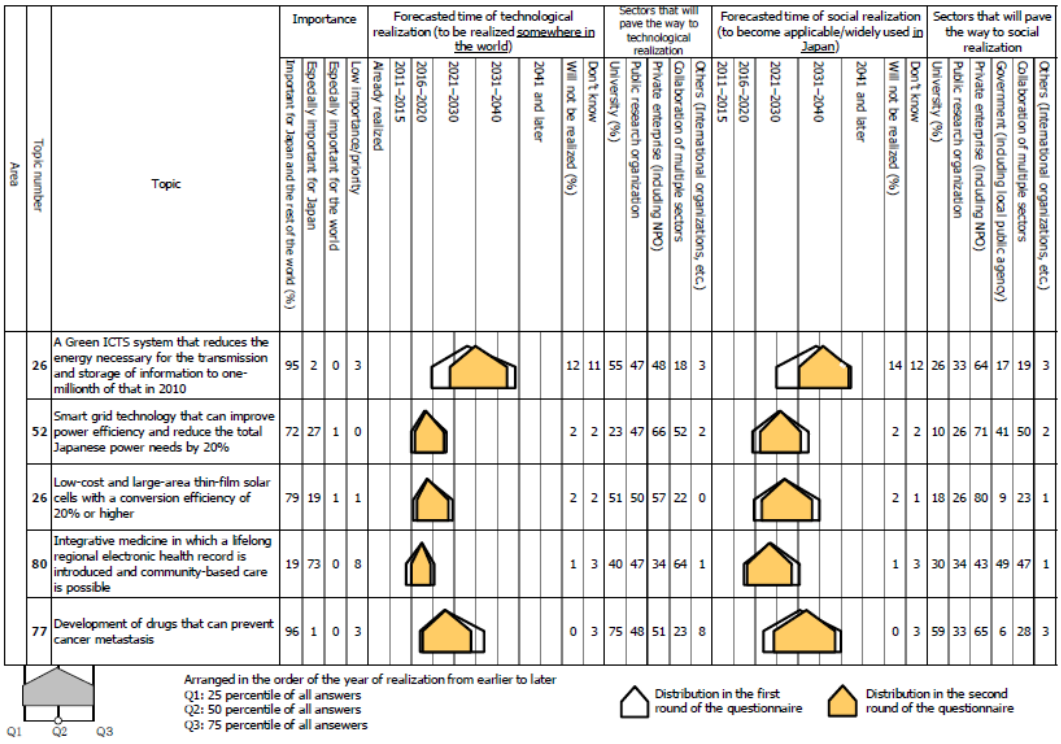
1. การสอบถามเริ่มจากการจัดตั้งกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 4 กลุ่ม ได้แก่ Security, Safety, International Collaboration และ International Competitiveness โดยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านมานุษยวิทยา สังคมศาสตร์ ตลอดจนวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เพื่อหาหัวข้อในอนาคต จากการระดมสมองได้เป้าหมายและความท้าทายจัดเป็นกลุ่มได้ 24 กลุ่มของหัวข้อที่สำคัญ “Critical issues”

จากนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากสหสาขา จำนวน 135 คน แบ่งเป็น 12 กลุ่ม จากมหาวิทยาลัย เอกชน และสถาบันวิจัย ทำการเลือกเป้าหมายที่น่าสนใจ ที่จะสามารถแก้ไขปัญหาโดยรวมและปัญหาระดับประเทศได้

Panel	Viewpoint (defined by each panel)	Number of areas	Number of topics
No. 1	Utilization of electronics, communication, and nanotechnology in a ubiquitous society	6	70
No. 2	Information technology including media and contents	12	76
No. 3	Biotechnology and nanotechnology to contribute to humankind	8	58
No. 4	Medical technology to contribute to healthy lifestyles of the nation's people using IT, etc.	5	85
No. 5	Understanding of dynamics of space, earth, and life, and science and technology which expand the region of human activity	7	64
No. 6	Promotion of diverse energy technology innovations	13	72
No. 7	Necessary resources, including water, food, minerals	7	59
No. 8	Technologies for protecting environment and forming sustainable society	10	68
No. 9	Fundamental technologies, including substances, materials, nanosystems, processing, measurement, etc.	5	84
No. 10	Manufacturing technologies which totally support development of industry, society, and science and technology	8	76
No. 11	Strengthening of management led/required by advancement of science and technology	8	58
No. 12	Infrastructure technologies supporting daily life base and industrial base	5	62
Total		94	832

รูปที่ 3.1-2 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 กลุ่มจากสาขาต่าง ๆ เพื่อทำการเลือกหัวข้อที่น่าสนใจ

2. จากนั้นจึงทำการออกแบบสอบถาม ครั้งแรกในเดือนพฤศจิกายน 2009 และครั้งที่ 2 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2019 โดยหัวข้อของแบบสอบถามเกี่ยวกับการมองภาพอนาคตในช่วงเวลา 30 ปี จนถึงปี 2040 โดยมีทั้งหมด 832 หัวข้อ มีผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามทั้งหมด 2,900 คน โดยมีการวิเคราะห์และปรับคำถามในรอบที่สองโดยอิงจากผลการตอบแบบสอบถามในรอบแรก โดยมีการตั้งคำถามจากแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับแนวทางที่ต้องการของประเทศในการแก้ปัญหาระดับโลกและระดับชาติ ดังตัวอย่าง รูปที่ 3.1-3

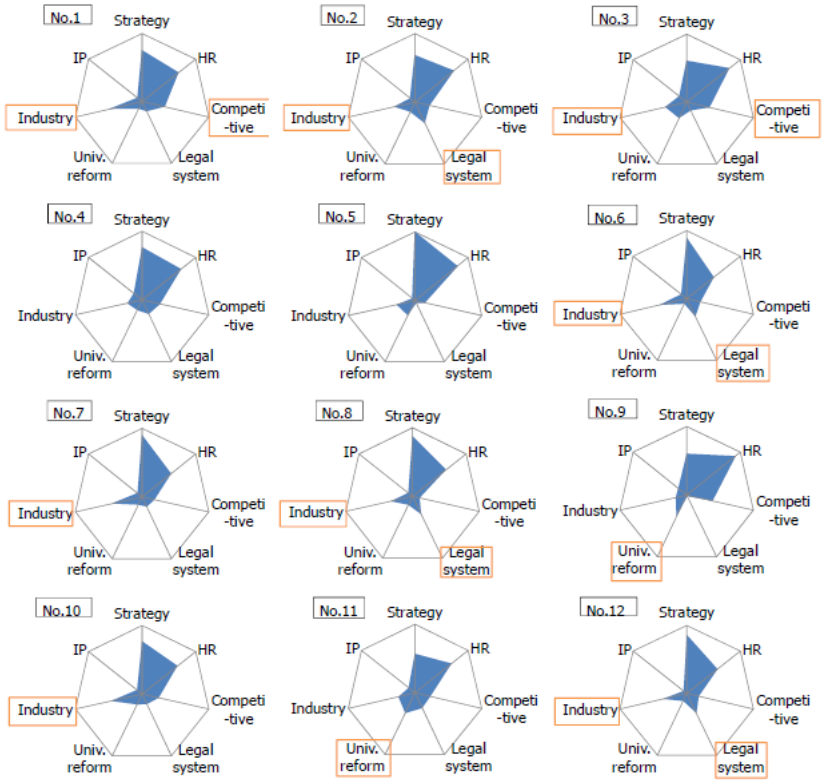


รูปที่ 3.1-3 ตัวอย่างของแบบสอบถาม

โดยผลที่ได้จากการออกแบบสอบถามได้รับข้อมูลต่างๆ เช่น หัวข้อที่สำคัญ (Key) ที่เป็นการแก้ปัญหาระดับโลกและระดับชาติ การจัดอันดับความสำคัญที่รัฐบาลควรให้ความสำคัญ เป็นต้น

	Panel	Key item (selected from the areas defined by panels)
Energy, resources, and environment	No. 1	Energy-related
	No. 3	Industrial bio-nanotechnology related to energy and environment
	No. 5	Geo-diagnosis technology
	No. 5	Space and ocean management technology (including observations)
	No. 6	Nuclear energy
	No. 6	Renewable energy
	No. 6	Fossil energy
	No. 6	Efficient power storage system
	No. 6	Energy saving
	No. 7	Agriculture, forestry, and fisheries resources (including forest conservation, and biohazards)
	No. 7	Water resources
	No. 7	Environment, recyclable resources, recycling, LCA
	No. 7	Hydrocarbon resources, mineral resources, and CCS
	No. 8	Life style and environment (including environment ethics)
	No. 8	Evaluation of and countermeasures to global warming
	No. 8	Technology for urban waste minimization / material circulation for environmental conservation / resource- and energy- saving products
	No .8	Pollution prevention for atmosphere, water and soil / circulative use technology for water resources
	No. 10	Energy, resources, and environment
Medical	No. 3	Applied bio-nanotechnology
	No. 3	Healing (exogenous factor, metabolic disease, and psychiatric disease)
	No. 4	Medical treatment aiming at safety and security
	No. 4	Creation of new medical technology
	No. 4	Development of predictive and preventive medicine
Others	No. 2	Socialization of information
	No. 2	Cloud computing
	No. 2	New principle for information and communication
	No. 5	Space technologies (including space medicine)
	No. 9	Base materials for Nano-technology
	No. 9	Output (device, systemization and applied technology)
	No. 10	Globalization, value-adding and market creation
	No. 10	Unpopularity of science and engineering, human resource problem, the declining birth rate and aging population
	No. 11	Management (Global management) to prevent the decrease of competitiveness in the international market (international management), human resource development to compete with foreign workers, and cross-cultural cooperative management.
	No. 11	Service management, management in the education and research field, environment business management, governmental institution management
	No. 11	Framework for facilitation of social innovation and network building
	No. 11	Management of humans (e.g., to cope with disparity and diversity), creation, management, and transfer of knowledge, education, and maintenance of education level by standardization
	No. 12	Strategy toward sustainable infrastructure system

รูปที่ 3.1-4 หัวข้อที่สำคัญที่ได้รับจากการออกแบบสอบถาม



รูปที่ 3.1-5 การแนะนำการจัดอันดับความสำคัญของรัฐบาล

3. สร้าง Scenario writing โดยการใช้กลุ่มของผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนทนาแสดงความคิดเห็น โดยการใช้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 54 คน วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของสังคม 15 ถึง 30 ปีในอนาคต จำนวน 12 สถานการณ์ เพื่อที่จะหาเส้นทางที่จะถูกนำไปใช้เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาโดยรวมหรือระดับชาติ โดยเป็นการร่วมมือกันของทุกศาสตร์ด้านต่างของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพัฒนาด้านสังคมที่สามารถจับต้องได้

Grand challenges	Scenario theme
Sustainable growth through green innovation.	Realization of a low-carbon society through the active use of the Smart-grid
	Water supply system with global reach
	Green ICT business
	Integration of the agriculture, forestry, and fishery industries into a unified entity
	Measures against environmental changes
Successful model for healthy-aging society	Maintenance and promotion of health in an aging society with fewer children
	World's highest level medical environment underlying the healthy society with longevity
	Health information infrastructure for eliminating disparities
Secure life	Stable supply of food
	Safely securing fossil and mineral resources
	World's highest level life security: realization of a society oriented toward disaster reduction
	Reliable social infrastructure

* "Central player in the scientific and technological arena" is also mentioned as grand challenges. But it is set aside from the scenario writing themes, as it is an objective common to all areas of science and technology.

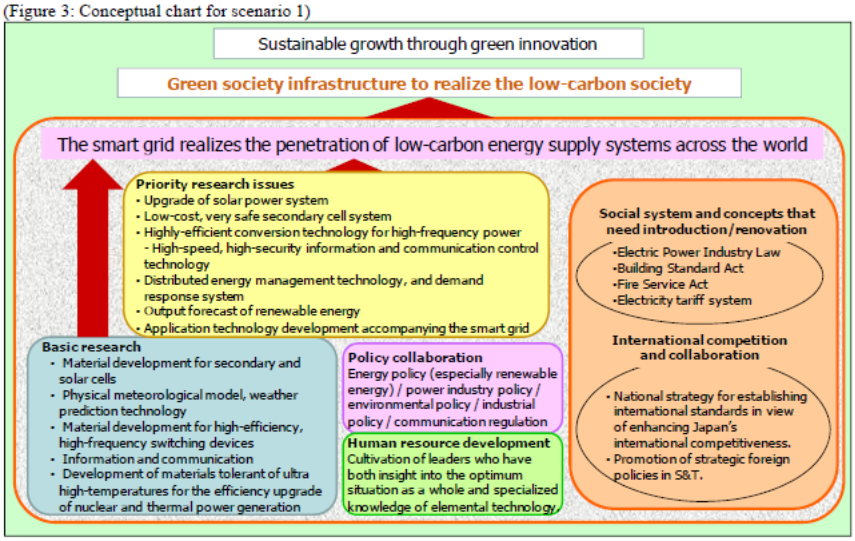
รูปที่ 3.1-6 สถานการณ์ทั้ง 12 สถานการณ์ ที่ถูกนำมาวิเคราะห์

Key issues:
- Technical development and international diffusion of the smart grid
- Japan should lead the construction of the low-carbon energy supply/demand system, thereby contributing to the reduction of green house gas (GHG) emissions, promotion of new breeds of industry, job creation, and local activity.

Future image in 2040:
- Due to integrated operation of the demand-side resources and supply-side large-scale power generation and transmission/distribution networks, energy/power supply system with high-efficiency, high-reliability, and high-quality will be realized.
- Expanded market size of power demand-supply chains in developing countries: from the trunk system to the demand system.

Path to realization:
- Development of elemental/communication/control technologies required to streamline the path to full-fledged application of solar and wind power generation.
  - Solar generation system, secondary battery cells, highly-efficient, high-frequency power conversion technology, high-speed and high-capacity information and communication and control technology, distributed energy management system, etc.
- Breakthrough in basic research
  - Secondary battery cell materials, new materials for highly-efficient next generation solar cells, weather forecast technology to facilitate output prediction of renewable energy sources, highly-efficient switching devices, security technology for information and telecommunications.
- Integrated research that includes institutional design, aiming at the provision of a total life solution.
- The securing of human resources that lead to system integration.
- Review of regulations to comply with the changes in the socio-economic environment and advancement and diffusion of technologies: the Electric Power Industry Law, regulations on connecting distributed power systems, the Building Standard Act, the Fire Service Act, and the consumer protection law.
- International collaboration to formulate international standards, and conclusion of strategic alliance.

(Figure 3: Conceptual chart for scenario 1)



รูปที่ 3.1-7 ตัวอย่างของ Scenario

(Scenario 1: Realization of low-carbon society through the active use of the Smart-grid)

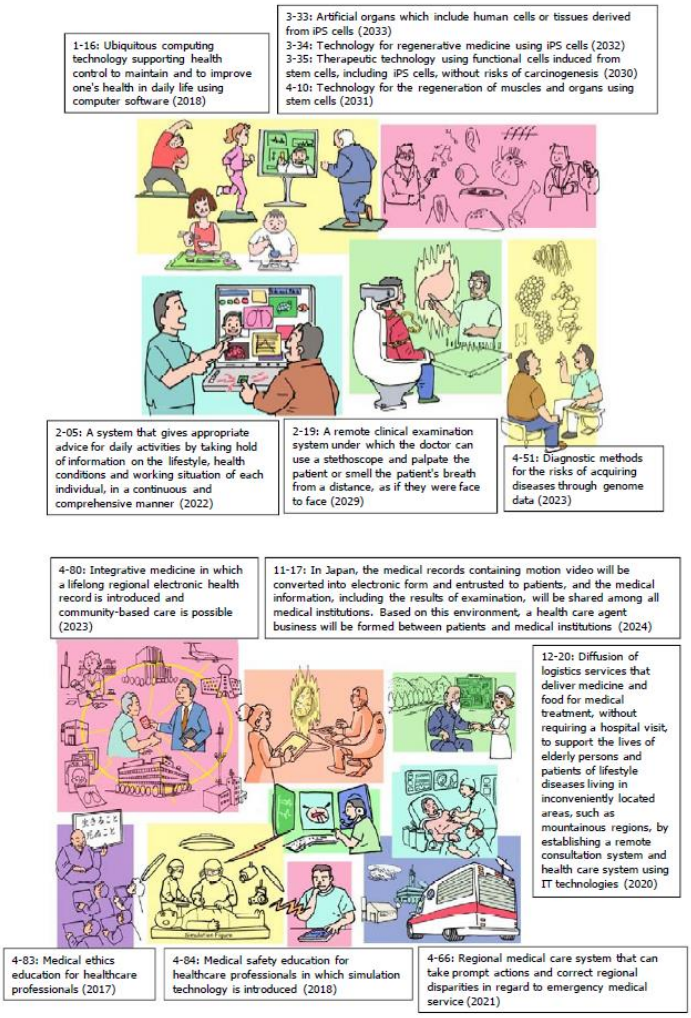
4. การเขียนภาพในอนาคต ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถาม Delphi survey ในข้างต้น ถูกนำมาเขียนเป็นแผนภาพในอนาคตจำนวน 3 ภาพในมุมของการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชน โดยแผนภาพถูกเขียนให้เป็นกลางโดยอ้างอิงจากการคาดการด้านการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและความเป็นไปได้อื่น ๆ โดยภาพอนาคตทั้ง 3 ภาพ ได้แก่

แผนภาพที่ 1

- สังคมที่เทคโนโลยีและระบบการวินิจฉัยต่าง ๆ ถูกรวมเข้าด้วยกันในชีวิตประจำวันและการรักษาสุขภาพแต่ละบุคคลเริ่มมีความสำคัญ

หัวข้อหลัก:

- ความพร้อมใช้งานของข้อมูลทางพันธุกรรมและการตรวจสอบทางการแพทย์ช่วยเพิ่มระดับของการส่งเสริมสุขภาพและการใช้ยาป้องกัน การให้การศึกษาด้านสาธารณสุขมีประสิทธิภาพช่วยให้ประชาชนทุกคนสามารถบริหารจัดการวิถีชีวิตด้วยตนเองเพื่อรักษาสุขภาพ แม้จะล้มป่วยพวกเขาก็ยังสามารถหลีกเลี่ยงการเสื่อมถอยของสุขภาพและด้วยเหตุนี้ถึงแม้ว่าจะมีข้อจำกัดในการใช้ชีวิตบางอย่างแต่ยังทำให้ชีวิตมีสุขภาพดี
- มีความความคาดหวังเป็นอย่างสูงสำหรับศักยภาพของการรักษาวิธีการใหม่เนื่องจากความพร้อมของวิธีการทางการแพทย์ใหม่ ๆ เช่น เวชศาสตร์ปฏิรูป (regenerative medicine) , กำลังก้าวเข้ามา (ในแง่ของความเป็นไปได้ทางเทคนิค)



รูปที่ 3.1-8 ตัวอย่างแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 2

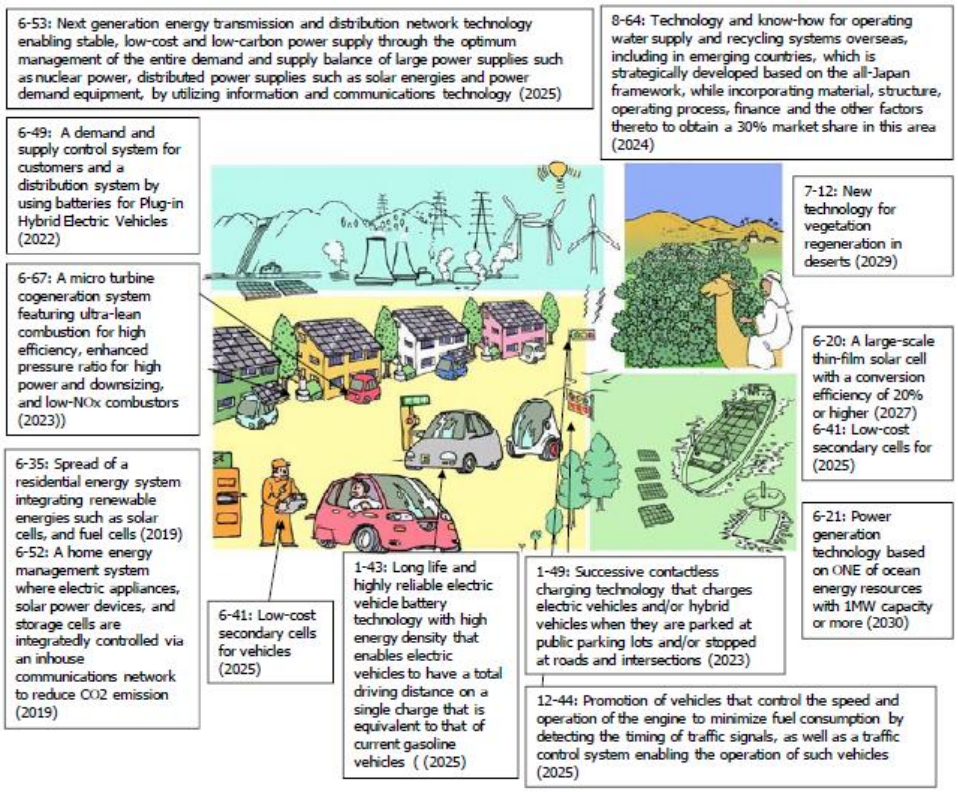
- สังคมที่บุคคลสามารถใช้พลังงานประเภทต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายโดยเลือกจากการประเมินที่ครอบคลุมและสามารถรู้สึกได้ว่าพวกเขามีส่วนร่วมในเชิงรุกในการป้องกันภาวะโลกร้อนและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

<u>หัวข้อหลัก:</u>

- มีบ้านจำนวนมากขึ้นที่มีความสามารถในการใช้พลังงานที่ไม่ใช่พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล
- แหล่งพลังงานที่ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ เช่นพลังงานจากขยะและน้ำฝนจะถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยครัวเรือนและชุมชนท้องถิ่น

- รถยนต์พลังงานไฟฟ้าได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางด้วยความช่วยเหลือในการปรับปรุงประสิทธิภาพและโครงสร้างพื้นฐาน

- การจัดการระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็น (เช่น ไฟฟ้า ก๊าซ และน้ำ) ช่วยให้ประชาชนสามารถเลือกใช้แหล่งพลังงานตามความชอบส่วนตัวหรือพิจารณาจากระบบนิเวศโดยรวม ยกตัวอย่างเช่นในแง่ของการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้ใช้มีอิสระในการเลือกพลังงานที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยอาจจะผลิตโดยใช้พลังงานจากธรรมชาติและขนส่งจากระยะไกล ประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมสามารถนำไปใช้เพื่อสร้างสังคมที่คำนึงถึงระบบนิเวศวิทยา โดยอาจมีการบริจาคเพื่อการอนุรักษ์ป่าไม้หรือใช้เป็นบัตรส่วนลดสำหรับการเช่ารถยนต์ไฟฟ้าเป็นต้น



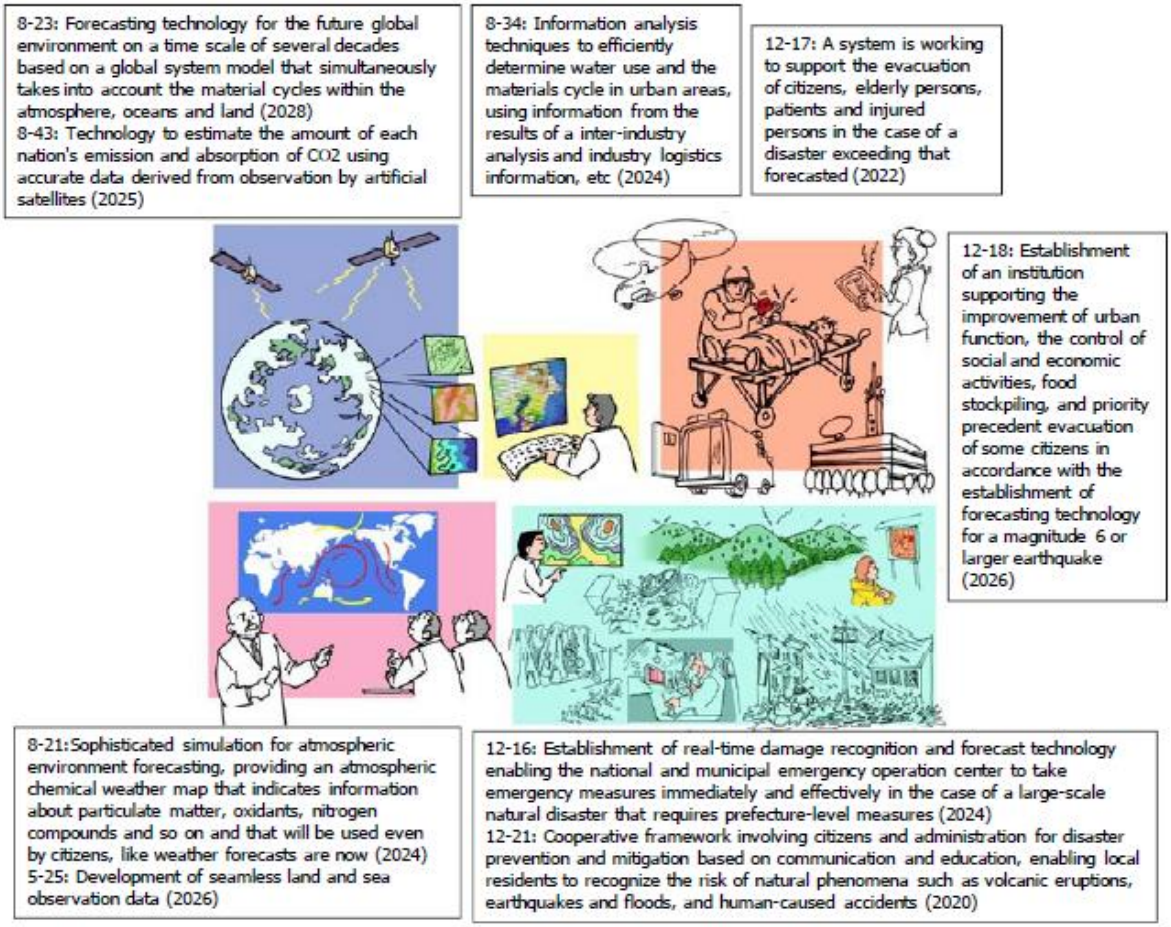
รูปที่ 3.1-9 ตัวอย่างแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 3

- สังคมในช่วงแรกของการรับมือกับภัยพิบัติต่าง ๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม

<u>หัวข้อหลัก:</u>

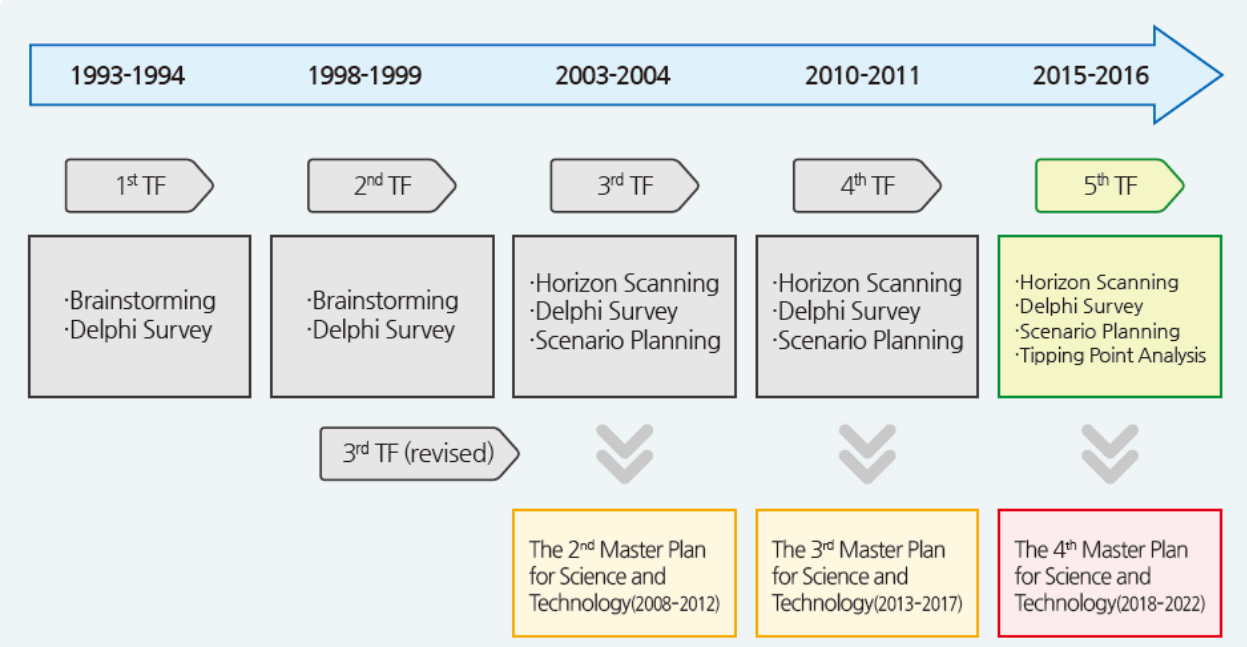
- การปรับปรุงพัฒนาเครือข่ายการสังเกตทั่วโลกทำให้เราสามารถรับข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายในระดับโลก ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์และการจำลองต่าง ๆ ทำให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น
- สาธารณชนสามารถเข้าถึงข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมทั่วโลกตามเวลาจริง และนำมาใช้สำหรับการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมและเพื่อสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชน
- อย่างไรก็ตามข้อมูลทั่วโลกดังข้างต้นไม่ได้ส่งผลกระทบลงมาอย่างมีนัยสำคัญต่อสังคมท้องถิ่น เช่น ไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบป้องกันภัยพิบัติ
- มีการจัดทำข้อมูลสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นตามความจำเป็น การพยากรณ์และจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นกะทันหันเช่นการระบาดของโรคติดเชื้อฝนตกหนักเข้มข้นน้ำท่วมฉับพลันและอื่น ๆ ถูกนำเข้ามาใช้ในทางปฏิบัติในระดับหนึ่งซึ่งทำให้รัฐบาลท้องถิ่นสามารถดำเนินการกับเหตุการณ์ฉับพลันดังกล่าวได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 3.1-10 ตัวอย่างแผนภาพที่ 3

3.1.2 การจัดทำแผนภาพอนาคต Science and Technology Foresight ของประเทศเกาหลีใต้

Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (KISTEP), Ministry of Science and ICT, Korea, ได้รายงาน The 5th Science and Technology Foresight (2016 – 2040) ในเดือน เมษายน 2560 (KISTEP 2010) เพื่อค้นหาเทคโนโลยีแห่งอนาคต ที่จะช่วยแก้ปัญหาสำคัญของสังคมในอนาคต โดยประเทศเกาหลีใต้ได้ริเริ่ม Science and Technology Foresight Project ทุกๆ 5 ปี มาตั้งแต่ปี 1994 เพื่อที่จะรายงานการค้นพบจาก Foresights สำหรับการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคต และการเตรียมความพร้อมต่อการตอบสนองในสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจงในประเทศ โดยในปี 2012 ผลจาก The 4th Science and Technology Foresight ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการออกนโยบาย the 3rd Master Plan for Science and Technology และในหลายๆนโยบายอื่นๆ ซึ่ง The Science and Technology Foresight มีประโยชน์ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่พึ่งเกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมรอบตัว และสังเคราะห์แนวโน้มและความต้องการสำหรับการเปลี่ยนแปลงของประเทศในอนาคต บนมุมมองในระยะกลางและระยะยาว



รูปที่ 3.1-11 ความก้าวหน้าของ S&T Foresight ในประเทศเกาหลีใต้

ดังแสดงในรูปที่ 3.1-11 The Science and Technology Foresight จะดำเนินการที่ช่วงเวลาสอดคล้องกับ the Master Plan for Science and Technology ตาม Article 13 of the Framework Act on Science

and Technology และ Article 22 of the Enforcement Decree of the Framework Act on Science and Technology ซึ่งจาก Article 22 ดังกล่าว ได้มอบอำนาจให้ KISTEP, Ministry of Science and ICT, ดำเนินการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์การคาดการณ์แนวโน้มของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และรายงานสู่สาธารณชน และจาก Article 13 ของ the Framework Act ดังกล่าว กำหนดว่ารัฐบาลเกาหลีใต้ จะต้องให้ความสำคัญและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ที่จะมีความสำคัญในอนาคตจากรายงานของ the Science and Technology Foresight

<u>วัตถุประสงค์และแนวทางการดำเนินงานของ the 5th Science and Technology Foresight</u>

วัตถุประสงค์และแนวทางการจัดทำ the 5th S&T foresight ของ KISTEP ครั้งนี้ ประกอบไปด้วย 3 เป้าหมายหลัก ได้แก่

1. การคาดการณ์สังคมแห่งอนาคต โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก และการคาดการณ์และวิเคราะห์เทคโนโลยีแห่งอนาคตที่จะเกิดขึ้นในหลากหลายสาขา โดยพิจารณาคาดการณ์ถึงปี 2040
2. การมีส่วนร่วมในการวางแผนและออกนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จะเสริมความเข้มแข็งต่อการตอบสนองต่ออนาคต บนพื้นฐานของความต้องการเชิง socio-economic และ ความก้าวล้ำของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผลจาก S&T foresight จะให้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนานโยบาย เช่น ระยะเวลาที่เทคโนโลยีจะตกผลึก ความสำคัญและผลกระทบของเทคโนโลยี และวิธีการตระหนักถึงเทคโนโลยีแห่งอนาคต โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการพัฒนา the 4th Master Plan for Science and Technology (2018 – 2022)
3. การวิเคราะห์จุดพลิกผัน (tipping point) ของเทคโนโลยีต่างๆในเชิงการกระจายผลกระทบไปสู่สังคม โดยให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรมที่สำคัญ ที่จะมีผลกระทบต่อประชาชนในสังคมอย่างแท้จริง ซึ่งการคาดคะเนจุดพลิกผันนี้จะช่วยให้สามารถตั้งแนวทางในการสังเกตการณ์การแพร่ผลกระทบของเทคโนโลยีไปสู่สังคม ช่วงระยะเวลา และความพร้อมในการตอบสนองเมื่อถึงจุดพลิกผันนั้น

โดยสำหรับ the 5th S&T foresight นี้ได้มุ่งเป้าหมายไปที่กลุ่มเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเป้าหมายแห่งอนาคตและประเด็นทางสังคมที่สำคัญของประเทศในอนาคต เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงของผลลัพธ์จาก foresight นี้ โดยประเด็นปัญหาทางสังคมที่สำคัญของประเทศได้ถูกพิจารณาวิเคราะห์เลือกจากการสังเคราะห์และคาดการณ์ภาพสังคมแห่งอนาคต และในส่วนของการวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยี ได้มีการศึกษากลุ่มเทคโนโลยีที่กว้างและหลากหลายมากขึ้น โดยการวิเคราะห์ Big data ด้วยเทคนิค knowledge map

analysis เพื่อการครอบคลุมทุกเทคโนโลยีและจัดกลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกัน รวมไปถึงวิเคราะห์แนวโน้มความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อความต้องการด้าน Socioeconomics และการเสริมความสามารถในการค้นพบเทคโนโลยีแห่งอนาคตอันไกล จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มแนวโน้มเทคโนโลยีหลัก นำไปสู่การตั้งชื่อเทคโนโลยีที่ให้เข้าใจได้ง่ายเหมาะสมต่อการสื่อสารและสร้างความเข้าใจต่อสาธารณะ และทำการประยุกต์ใช้หลักทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือและตรงตามวัตถุประสงค์

<u>ระบบและกระบวนการดำเนินงาน</u>

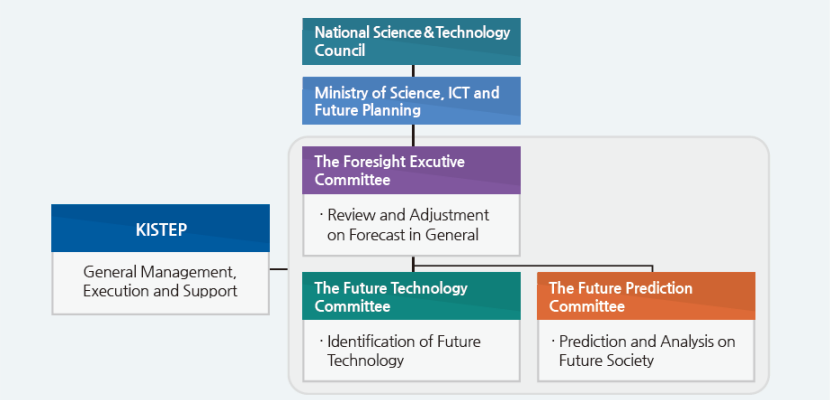
ดังแสดงภาพรวมในรูปที่ 3.1-12 The S&T Foresight ดำเนินการโดย 3 คณะทำงานหลัก ได้แก่ the Executive Committee, the Future Prediction Committee และ the Future Technology Committee

The Executive Committee ประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคมศาสตร์ รับผิดชอบในการตรวจพิจารณาและประสานงานประเด็นปัญหาสำคัญตลอดการดำเนินการสำรวจและพิจารณาคาดการณ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยคณะกรรมการบริหารทำการตรวจพิจารณาร่างและผลการคาดการณ์ภาพรวมของสังคมแห่งอนาคต เพื่อเลือกกลุ่มภาพสังคมแห่งอนาคตเป้าหมายสำหรับการวิเคราะห์ technology diffusion point analysis และทำการตรวจพิจารณาร่างและผลการรายงานเทคโนโลยีแห่งอนาคต และในท้ายที่สุดทำการตรวจพิจารณาร่างและผลรายงาน the 5th S&T Foresight

The Future Prediction Committee ประกอบด้วย 3 หน่วย ได้แก่ Human group, Socio-Economy group, และ Earth group แต่ละหน่วยจะประกอบไปด้วยสมาชิกจำนวน 12 คนขึ้นไป ที่มีทั้งผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมศาสตร์ โดยมีบทบาทในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ประเด็นเชิงสังคมและความต้องการเชิงสังคมในอนาคต ทำการทบทวนผลการวิเคราะห์แนวโน้ม ระบุประเด็นปัญหาหลัก (major issues) ในอนาคต จากการพิจารณาแนวโน้มที่สำคัญและความต้องการเชิงเศรษฐกิจและสังคม (socioeconomic needs)

The Future Technology Committee ประกอบด้วย 6 กลุ่มประเด็นหลัก ได้แก่ (1) social infrastructure technology, (2) ecosystem and environment friendly technology, (3) transportation and robotics technology, (4) medical and life technology, (5) manufacturing and convergence technology, และ (6) information and communication technology ซึ่ง 6 กลุ่มเหล่านี้ เกิดจากผลการวิเคราะห์และประเมินประเด็นปัญหาหลักที่ระบุโดย The Future Prediction Committee และแบ่งกลุ่มประเด็นสำคัญเหล่านี้โดยการเชื่อมโยงเครือข่ายได้เป็น 6 กลุ่มในข้างต้น โดยคณะกรรมการในแต่ละกลุ่ม ดำเนินการวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคโนโลยีแห่งอนาคต โดยพิจารณาประเด็นปัญหาและความต้องการในอนาคตและ

แนวโน้มการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต โดยระบุปัญหาและความต้องการที่สำคัญ ตัวเลือกเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่สำคัญจากแนวโน้มการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคต



รูปที่ 3.1-12 ระบบและกระบวนการดำเนินการจัดทำ the 5th Science and Technology Foresight ประเทศเกาหลีใต้

<u>การคาดการณ์สังคมแห่งอนาคต</u>

กระบวนการคาดการณ์สังคมแห่งอนาคต ได้แสดงสรุปในรูปที่ 3.1-13 โดยประกอบด้วยกระบวนการต่อเนื่องที่สำคัญ เริ่มด้วย การวิเคราะห์แนวโน้มและการเคลื่อนไหวเชิงสังคมในอนาคต (Future trends) ที่นำไปสู่เมกะเทรนด์แห่งอนาคต ต่อด้วยการสังเคราะห์หาประเด็นปัญหา (Issues) ที่น่าจะเกิดขึ้นจากเมกะเทรนด์แต่ละอันแล้วจึงทำการประเมินวิเคราะห์ประเด็นปัญหาต่างๆเหล่านั้น เพื่อหาประเด็นปัญหาหลัก (Major issues) ในอนาคต เพื่อนำไปสู่การสังเคราะห์ความต้องการทางสังคม (Social Needs) ที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากประเด็นปัญหาสังคมที่สำคัญเหล่านั้น ภายใต้มุมมองว่าความต้องการนั้นสามารถตอบสนองได้ด้วยความก้าวล้ำทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยการพิจารณาว่าประเด็นปัญหาใดเป็นประเด็นปัญหาหลัก (Major issues) พิจารณาจากเกณฑ์ ความเป็นไปได้สูง (high possibility), ผลกระทบต่อสังคมที่สูงทั้งในเชิงความรุนแรงและการแพร่กระจายเชิงสังคม (high impact: intensity and range) และความสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (high solvability through scientific and technological solution)

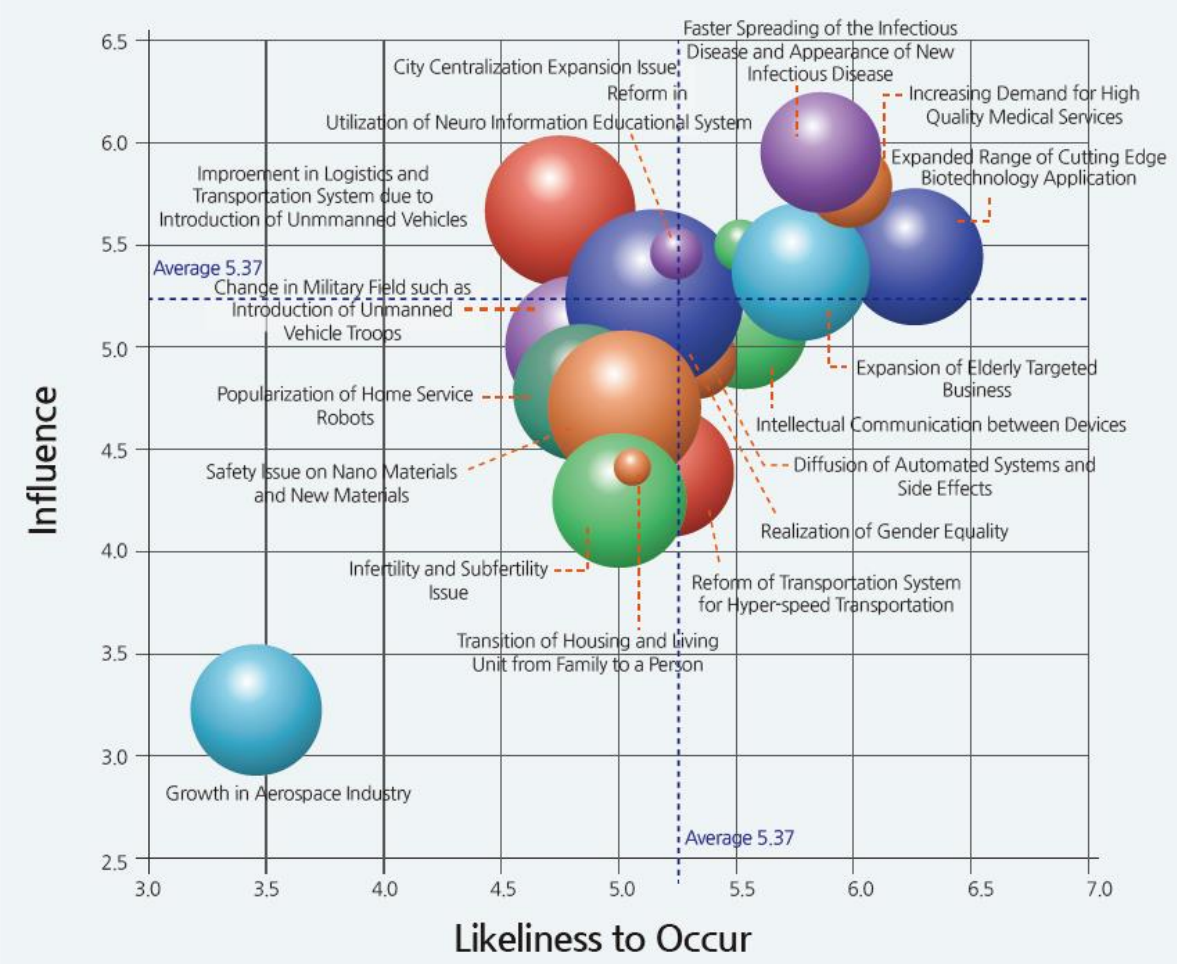


รูปที่ 3.1-13 กระบวนการคาดการณ์สังคมแห่งอนาคต

สำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มทางสังคมและเมกะเทรนดในอนาคต เริ่มต้นจากการพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในอนาคตทั่วโลก (Spatial axis) ที่ประเทศเกาหลีควรให้ความสำคัญทั้งในระยะกลางและระยะยาว จนถึง 2040 (Time axis) และทำการเชื่อมโยงแนวโน้มต่างๆเหล่านี้ เพื่อสังเคราะห์หาเมกะเทรนด์ โดยกระบวนการวิเคราะห์ประยุกต์ใช้หลัก การวิเคราะห์แบบ STEEP (Social, Technological, Environmental, Economic and Political) โดยพิจารณา Environmental scanning สำหรับแต่ละด้านของ STEEP จนสรุปได้รูปแบบการเกาะกลุ่มของแนวโน้มที่ชัดเจน (Clustering pattern) โดยผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้ สามารถสรุปได้เป็น 5 เมกะเทรนด์ และ 40 แนวโน้ม ดังแสดงในตารางที่ 3.1-1

จากผลการวิเคราะห์แนวโน้มแลเมกะเทรนด์ ประเด็นปัญหาที่คาดว่าจะมีผลกระทบกับสังคมเกาหลีใต้ได้ถูกระบุ โดยมีจำนวนถึง 100 ประเด็นปัญหา และทำการแบ่งประเภทตามระยะเวลาที่คาดว่าจะเกิดผลกระทบเป็นระยะสั้น (ภายใน 10 ปี) ที่มี 65 ประเด็น ระยะยาว (ภายใน 11 – 25 ปี) ที่มี 35 ประเด็น ซึ่งจากประเด็นต่างๆเหล่านี้ ได้ทำการระบุประเด็นปัญหาที่จะมีความสำคัญต่อสังคมเกาหลี เพื่อที่จะนำมาประเมินและเลือกเป็นประเด็นหลัก (Major issues) โดยสามารถสรุปเลือกมา 40 ประเด็นหลัก ประกอบด้วย 18 ประเด็นหลักระยะสั้น 14 ประเด็นหลักระยะสั้นถึงกลาง และ 8 ประเด็นหลักระยะยาว

ตัวอย่างในรูปที่ 3.1-14 นำเสนอประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับเมกะเทรนด์ด้าน Human Empowerment โดยนำเสนอในมิติความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในประเทศเกาหลี (แกนแนวนอน) และ มิติอิทธิพลที่จะมีต่อสังคมเกาหลี (แกนแนวตั้ง) โดยขนาดของวงกลมแสดงถึงระดับความสามารถตอบสนองต่อปัญหาในเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

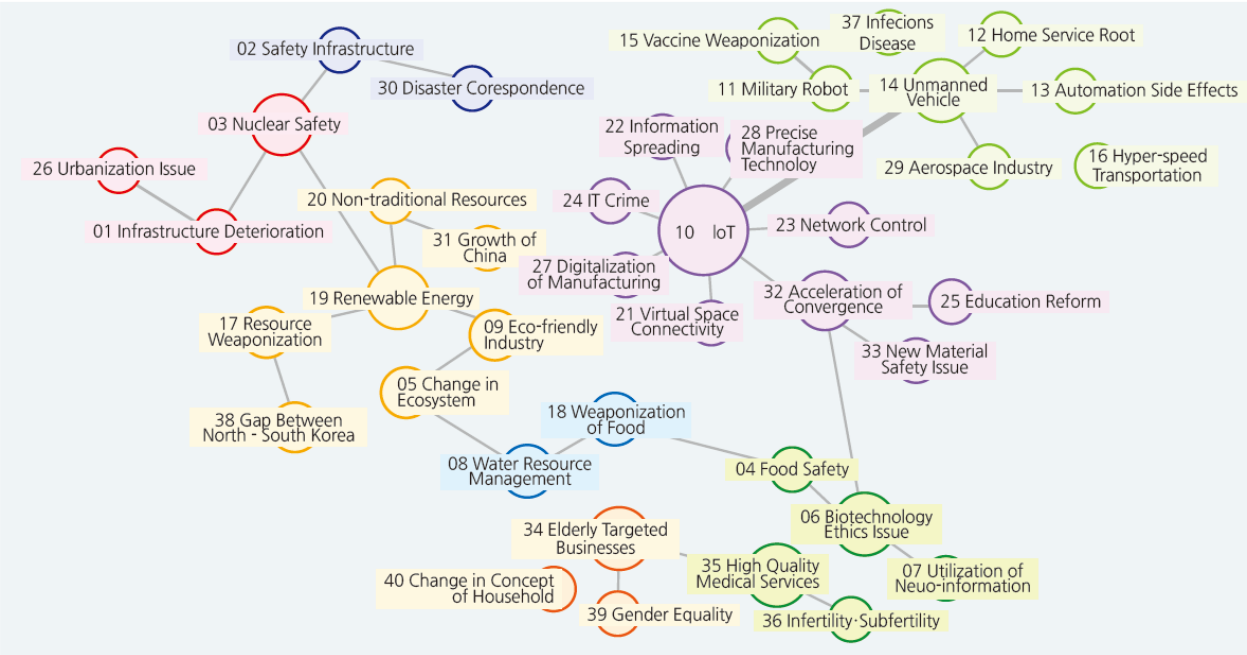


รูปที่ 3.1-14 ตัวอย่างการแสดงผลเชิงกราฟสำหรับการประเมินประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับเมกะเทรนด์ด้าน Human Empowerment (ค่าเฉลี่ยในแต่ละแกน เป็นค่าเฉลี่ยของ 40 ประเด็นหลักของทั้งหมดในทุกเมกะเทรนด์

ตารางที่ 3.1-1 สรุปเมกะเทรนด์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคต จากการวิเคราะห์แบบ STEEP ในรายงาน the 5th Science and Technology Foresight ประเทศเกาหลี

Mega Trend	Trend	STEEP
Human Empowerment	Increased Life Expectancy	Social
	Self-centered Society	
	Decrease in Birth Rate	
	Empowerment of Women	
	Expansion of Human Capability	Technological
	Hyper-speed Transportation	
	Artificial intelligence and Automation	
	Development of New Materials	
	Opening of the Space Age	
Innovation through Hyper-connectivity	Digital Network Society	Social
	Hyper-connectivity Technology	Technological
	Network-driven Transition of Power	Political
	Acceleration of E-democracy	
Deepening Environmental Risk	Aggravated Food Crisis	Environmental
	Energy Imbalance	
	Water Deterioration Crisis	
	Increase in Natural Disasters	
	Deepening Ecosystem Destruction	
Intensification of Social Complexity	Deepening of International Conflict	Social
	Expansion of Cultural Diversity	
	Deepening Socioeconomic Inequality	
	Creation through Fusion	Technological
	Increased Side Effects from Technological Advances	
	Increase in Social Disasters	Environmental
	Increased Health Risk Factors	
	Raising of Unification Issue	Political
	Increased Liquidity of International Power	
	Evolution of Security Threats	
Reorganization of the Economic System	Global Population Movement	Social
	Expansion of Urbanization	
	World Population Growth	
	Enhancement in the Connectivity of the Global Economy	Economical
	Emergence of Developing and Emerging Countries	
	Expansion of China's Global Influence	
	Spread of New Economic System	
	Change in the Structure of the Labor Field	
	Continuing Low-growth Risk in Developed Countries	
	Invigoration of Greenomics	
	Shift in Manufacturing Paradigm	
	Change in Market Pattern	

จากประเด็นปัญหาหลักทั้ง 40 ประเด็น ถูกนำมาวิเคราะห์การเชื่อมโยงด้วยเทคนิค Big-data based network analysis ดังแสดงในรูปที่ 3.1-15 ที่แสดงตัวอย่างผลการเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างประเด็นปัญหาหลักต่างๆ โดยการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดมหึมาจำนวน 26,108,658 ข้อมูลจากบทความ (ข่าวหนังสือพิมพ์ ข่าวอินเตอร์เน็ต อื่นๆ) ที่ปรากฏอยู่ในเว็บไซต์หรือแหล่งเผยแพร่ข้อมูลต่างๆในประเทศในช่วงระหว่างปี 2012 – 2015 ซึ่งจากการทำการวิเคราะห์การเชื่อมโยงข้อมูลจำนวนมาก สามารถจัดกลุ่มของประเด็นสำคัญหลักได้เป็น 6 กลุ่มหลัก (ดังแสดงสรุปในตารางที่ 3.1-2) ได้แก่ social infrastructure issues, ecosystem and environment friendliness issues, transportation and robotics issues, medical and life issues, manufacturing and convergence issues, และ information and communication issues ซึ่งกลุ่มประเด็นหลัก 6 กลุ่มนี้ ได้ถูกใช้ในการแบ่งกลุ่ม the Future Technology Committee ที่จะดำเนินการวิเคราะห์เทคโนโลยีในอนาคตที่จะช่วยแก้ไขปัญหาของประเด็นปัญหาหลักใน 6 กลุ่มเหล่านี้



รูปที่ 3.1-15 ตัวอย่างการแสดงการเชื่อมโยงที่สำคัญในเครือข่ายของประเด็นปัญหาหลัก จากการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงปี 2012 – 2015

จากการจัดกลุ่มประเด็นปัญหาหลัก ทางคณะทำงานได้ระบุความต้องการ (Needs) ด้านเทคโนโลยีที่จำเป็นโดยมีเป้าหมายเพื่อเตรียมเครื่องมือและแนวทางเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยกระบวนการวิเคราะห์

เชิงลึกในแต่ละประเด็นปัญหาหลัก เพื่อสามารถแสดงให้ได้ถึงฉากทัศน์ของ Socioeconomic demands ของสังคมในอนาคต บทบริบทที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการเหล่านั้นได้อย่างไร

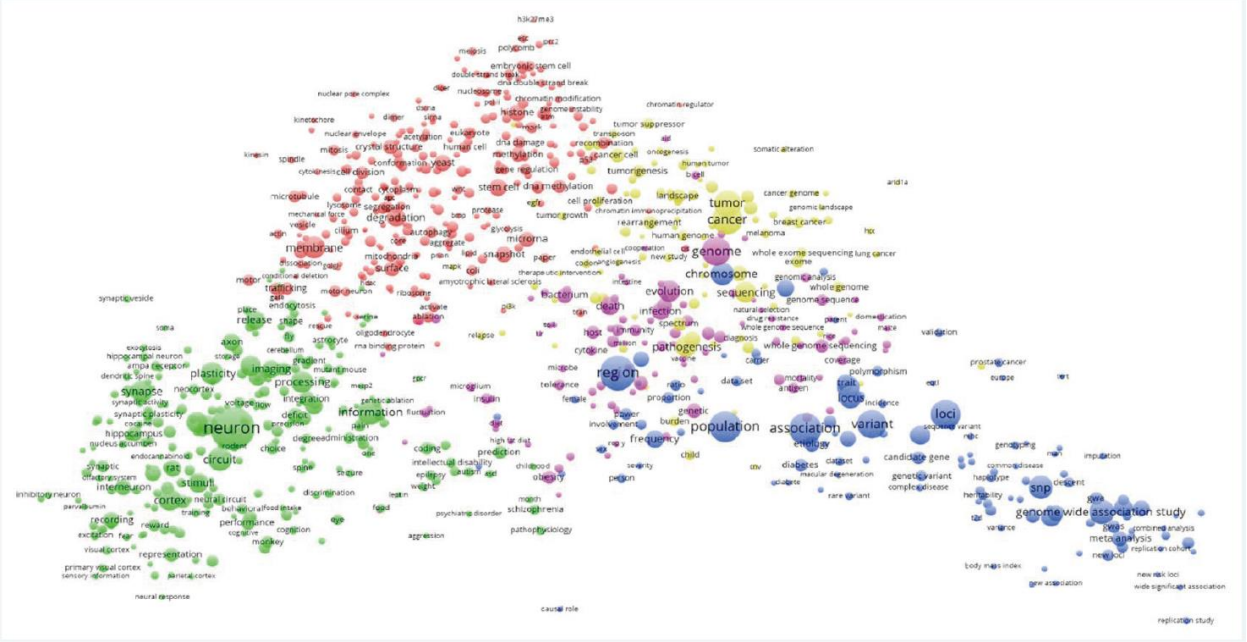
ตารางที่ 3.1-2 การแบ่งกลุ่มของประเด็นสำคัญหลัก 40 ประเด็น โดยวิธีการ Big-data based network analysis

Major Issue Groups	Time Prospect	Major Issue
Social Infrastructure	Short-term	Increased Social Interest in the Safety Infrastructure
	Short-term	Nuclear Safety
	Long-term and Short-term	Widening Gap between South and North Korea
	Long-term and Short-term	City Centralization·Expansion Issue
	Long-term and Short-term	Action to Minimize the Impact of Disasters
	Long-term	Increasing Possibility of a Disaster Outbreak Due to Deterioration of the Social Infrastructure
Ecosystem and Environment Friendliness	Short-term	Search for New, Non-Traditional Resources
	Short-term	Food Safety
	Long-term and Short-term	Sophistication of Water Resource Management In Order to Respond to Climate Change
	Long-term and Short-term	Weaponization of Food
	Long-term and Short-term	Development and Expanded Supply of Renewable Energy
	Long-term and Short-term	Weaponization of Resources
	Long-term and Short-term	Transition to More Environment-friendly Industries
	Long-Term	Change of Ecosystem due to Climate Change
Transportatiown and Robotics	Short-term	Improvement in Logistics and Transportation System due to the introduction of Unmanned Vehicles
	Short-term	Diffusion of Automated Systems, and their Side Effects
	Long-term and Short-term	Realization of Gender Equality
	Long-term and Short-term	Growth in Aerospace Industry
	Long-Term	Reform of Transportation System for Hyper-speed Transportation
	Long-Term	Popularization of Home Service Robots
	Long-Term	Changes in Military Field, such as Unmanned Vehicle Troops
Medical and Life	Short-term	Faster Spreading of Infectious Diseases and the Appearance of New Infectious Diseases
	Short-term	Expansion of Elderly Targeted Businesses
	Short-term	Increasing Demand for High Quality Medical Services
	Short-term	Infertility and Reduced Fertility Issues
	Long-Term	Utilization of Neuro-information
	Long-Term	Weaponization of Vaccines
	Long-Term	Expanded Range of Application of Cutting Edge Biotechnology
Manufacturing and Convergence	Short-term	Rising importance of High-skilled Precise Manufacturing Skill and Advanced Manufacturing Technology
	Short-term	Acceleration of Convergence between Industry and Technology
	Short-term	Safety Issues with New Materials and Nano Materials
	Short-term	Possibility of Korea's Key Technology and Industrial Competitiveness being Overtaken
	Long- and Short-term	Transition from Traditional Manufacturing
Information and Communication	Short-term	IT Crime
	Short-term	Transition of Concept of Household, from Family to Single Person
	Short-term	Emergence of "Big Brother" based on Hyper-connectivity
	Short-term	Fast Diffusion of Data and Massive Circulation of Information
	Long-term and Short-term	Expansion of Virtual Space Connectivity between persons
	Long-term and Short-term	Reforms in the Education System
	Long-term and Short-term	Intelligent Communication between Devices

ตารางที่ 3.1-3 ตัวอย่างของความต้องการ (Needs) ด้านเทคโนโลยีที่จำเป็นเพื่อรับมือประเด็นปัญหาหลัก (Major issues)

Major Issue	Need
Increasing Possibility of a Disaster Outbreak Due to Deterioration of Social Infrastructure	- Life Extension Technology for Deteriorated Infrastructure
Increase of Social Interest in Safety Infrastructure	- Establishment of National Counter Disaster Network Based on Satellite Communication
Nuclear Safety	- Technology for Permanent Treatment of High level Waste
Food Safety	- Food Tracking System through RFID - Smartphone Connection
Change of Ecosystem due to Climate Change	- Insect Damage Response Technology
Expanded Range of Application for Cutting Edge Biotechnology	- On-site Pathogenic Microorganism and Virus Distinction Technology
Utilization of Neuro-information	- Completion of Brain Map Charting
Sophistication of Water Resource Management In Order to Respond to Climate Change	- Low Cost Desalination Technology
Transition to More Environment-friendly Industries	- Efficiency Enhancement for Electric Vehicle Batteries
Intelligent Communication between Devices	- Self-diagnosis Technology for Smart Devices
Change in Military Field, such as Unmanned Vehicle Troops	- Development of AI Algorithm for Military Use
Popularization of Home Service Robots	- Personal Assistant Robot Service Including Housekeeping, Secretary, Driving and Child Care
Diffusion of Automated Systems, and their Side Effects	- Technology to Prevent Network Error
Improvement in Logistics and Transportation System due to the introduction of Unmanned Vehicle	- Signal System and Centralized Control System for Unmanned Vehicles
Weaponization of Vaccines	- Systematic Biology for Vaccine Development
Reform of Transportation System for Hyper-speed Transportation	- Ensuring Safety for Hyper-speed Transportation System Users
Weaponization of Resources	- Development of Substitute Material Technology for Rare Resources such as Rare Earths
Weaponization of Food	- Development of Heat and Condition Resistant Varieties
Development and Expanded Supply of Renewable Energy	- Bio-ethanol Efficiency Improvement Technology
Search for New, Non-Traditional Resources	- Development of Non-traditional Fuel Exploration and Mining Technology
Expansion of Virtual Space Connectivity between persons	- Development of Various New Services for Social Networks
Fast Diffusion of Data and Massive Circulation of Information	- Available Data Sorting Technology for the Discrimination of False Information
Emergence of 'Big Brother' based on Hyper-connectivity	- Expanding Open Source to Reduce Inequality
IT Crime	- Sophistication of Anti-terrorism Technology and System
Reform in Education System	- Improvement in Online Education through Advanced Virtual Reality Technology
City Centralization·Expansion Issue	- Telecommuting Technology via Network
Transition from Traditional Manufacturing	- Improvements in 3D Printer Material Technology (Recycling, Eco-friendliness, Durability, etc.)
Rising importance of Highly-skilled Precise Manufacturing Skill and Advanced Manufacturing Technology	- Sophistication in Advanced Precise Manufacturing Technology
Growth in Aerospace Industry	- Development of Localized Technology for Space and Aviation Designing
Action to Minimize the Impact of Disaster	- IoT, Nano Tech Convergence-based Natural Disaster Measurement Alarm System
Possibility of Korea's Key Technology and Industrial Competitiveness being Overtaken	- Differentiation through the Convergence of Analog and Digital Industries
Acceleration of Convergence between Industry and Technology	- Promotion of NBIT Cooperative Research
Safety Issues of New Materials and Nano Materials	- Human and Environmental Safety Measurement Technology of New Materials such as Nano Materials
Expansion of Elderly Targeted Businesses	- Accident Management System for Senior Citizens
Increasing Demand for High Quality Medical Service	- Development of High-Performance Medical Equipment
Infertility and Low Fertility Issues	- Identification and Treatment of Recurrent Miscarriage
Faster Spreading of Infectious Disease and Appearance of New Infectious Disease	- Establishment of International Infectious Disease Database
Widening Gap between South and North Korea	- Disruption Technology for Asymmetric Power of North Korea (eg, anti-EMP, Submersible / Low-altitude Penetrator Detection, Biochemical Response Vaccine, etc.)
Realization of Gender Equality	- Reduction of Household Labor through Automation of Housework
Transition of Concept of Household, from Family to Single Person	- Pet Care System through Intention Cognition

สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์แนวโน้มการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะทำงานได้ดำเนินการวิเคราะห์แบบ time-series analysis สำหรับสาขาวิจัยแต่ละสาขา เพื่อสังเคราะห์และคาดการณ์ เทคโนโลยีใหม่และ สาขาวิจัยใหม่ หรือสาขาวิจัยเกิดใหม่ (emerging research field) โดยการวิเคราะห์นี้ช่วยให้ได้เห็นภาพของความสัมพันธ์และพัฒนาการเชื่อมโยงระหว่างแต่ละสาขาวิจัย โดยแสดงในรูปแบบ Science Map หรือ Knowledge Map ที่สร้างจากการวิเคราะห์วารสารทางวิชาการหลักด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อยู่ในฐานข้อมูล SCOPUS โดยแบ่งกลุ่มเป็น 13 กลุ่มสาขา และรวบรวมข้อมูลในช่วง 15 ปี (2000 – 2014) ดังแสดงตัวอย่างของ Science Map ในสาขา Biotechnology ในรูปที่ 3.1-16 ซึ่งผลลัพธ์จาก Knowledge Map ดังกล่าวได้ถูกใช้ประกอบในการวิเคราะห์โดยคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มประเด็นหลักที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถระบุถึง ตัวเลือกเทคโนโลยีที่มีศักยภาพจะเป็น Tech-Push Driver ที่นำไปสู่ผลกระทบสำคัญต่อสังคมในอนาคต



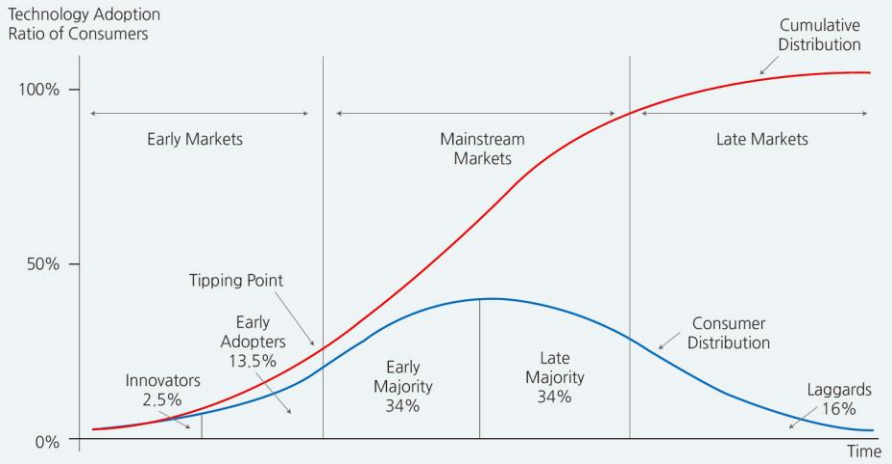
รูปที่ 3.1-16 กราฟ Knowledge Map แสดงการเชื่อมโยงของงานวิจัยที่สำคัญในสาขา Biotechnology ในช่วงปี 2010 - 2014

<u>การวิเคราะห์จุดพลิกผัน (Tipping point analysis)</u>

การวิเคราะห์จุดพลิกผันของเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม ได้ถูกประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรกใน the 5th Science and Technology Foresight พร้อมกับการคาดคะเนช่วงเวลาที่เทคโนโลยีในอนาคตจะปรากฏเป็นรูปธรรม (Realization of future technologies) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนานโยบาย โดยนิยามของเทคโนโลยี

เชิงนวัตกรรม ได้แก่ กลุ่มเทคโนโลยีที่บรรจบกัน (convergence technologies) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนและเกิดผลกระทบวงกว้างในสังคมอนาคต และ จุดพลิกผันของเทคโนโลยี คือเวลาที่เทคโนโลยีได้แพร่กระจายสู่สังคมวงกว้าง ซึ่งระยะเวลาที่คาดคะเนว่าจะเกิดจุดพลิกผันของเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม 24 เทคโนโลยี จะถูกตีพิมพ์เผยแพร่เพื่อให้ข้อมูลสามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์โดยสาธารณชน ในการเตรียมพร้อมรับมือกับแนวโน้มอนาคต

โมเดล Technology Adoption Life Cycle (TALC) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์หาจุดพลิกผันของเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรมต่างๆ โดย โมเดล TALC เป็นโมเดลที่แสดงถึง 5 ลำดับช่วงเวลา ที่ผู้บริโภคแต่ละกลุ่มประเภทจะใช้บริการหรือซื้อผลิตภัณฑ์เชิงนวัตกรรม (ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง) ดังแสดงในรูปที่ 3.1-17 โดยส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์จะถูกใช้บริการโดยกลุ่มแรกได้แก่ Innovator ที่มีขนาด 2.5% ของตลาดทั้งหมด โดยเป็นกลุ่มที่ชอบลองของใหม่ๆ เช่น Blogger, Influencer ที่จะแนะนำสินค้า นำไปสู่ความสนใจของกลุ่มถัดมาได้แก่ Early Adopter (ที่มีขนาด 13.5% ของตลาด) ซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าที่นิยมอ่านรีวิวและทดลองใช้สินค้าใหม่ๆ อย่างไรก็ตามทั้งสองกลุ่มนี้มีจำนวนรวมเป็นเพียง 16% ของตลาด ซึ่งยังถือว่าไม่สูงพอต่อการเกิดจุดพลิกผัน โดยจุดพลิกผันจะเกิดขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมสามารถก้าวข้ามช่องว่างระหว่าง Early Adopter ไปสู่ Early Majority (Crossing the chasm) ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมสามารถก้าวเข้าสู่ฐานผู้บริโภคกลุ่มใหญ่กลุ่มแรก ที่จะมีอิทธิพลสูงต่อการสร้างการยอมรับและความนิยมในผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมดังกล่าว เกิดการขยายตัวและแพร่กระจายของนวัตกรรมและเทคโนโลยีไปสู่ Later majority อย่างรวดเร็วต่อไป ดังนั้นจุดพลิกผันคือจุดที่ผลิตภัณฑ์ นวัตกรรม และเทคโนโลยี ได้แพร่เข้าไปสู่กลุ่ม Early Majority โดยในการวิเคราะห์เชิงปริมาณนั่นก็คือเมื่อ ผลิตภัณฑ์ นวัตกรรม หรือเทคโนโลยี ได้แพร่กระจายไปถึง 16% ของกลุ่มเป้าหมาย โดยเกณฑ์การคาดคะเนจุดพลิกผันนี้จะแบ่งเกณฑ์ตามคุณลักษณะต่างๆของแต่ละเทคโนโลยี ได้แก่ เกณฑ์จุดที่เทคโนโลยีใหม่ได้ทดแทนเทคโนโลยีเดิมถึง 16% ของขนาดตลาดเดิม, เกณฑ์ที่ผลิตภัณฑ์หรือบริการสามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่จำนวนหนึ่งที่กำหนดตาขนาดตลาด, และ เกณฑ์ที่ผลิตภัณฑ์หรือบริการสามารถเริ่มใช้ในเชิงพาณิชย์และสร้างรายได้ ดังนั้น การวิเคราะห์จุดพลิกผันของเทคโนโลยี จะให้ความสำคัญต่อจุดสำคัญในเชิงการแพร่กระจายสู่สังคมและสาธารณชนวงกว้างรับทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม



รูปที่ 3.1-17 Technology adoption life cycle model สำหรับใช้พิจารณาวิเคราะห์หาจุดพลิกผัน

กระบวนการวิเคราะห์จุดพลิกผันเริ่มจากการระบุตัวเลือกเทคโนโลยีที่ถูกคาดการณ์ว่าจะมีอิทธิผลสูงต่อเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตและจะเกิดผลระลอกที่แท้จริง (substantial ripple effect) โดยการพิจารณาเทคโนโลยีเกิดใหม่ทั้งในและนอกประเทศ แบบสอบถามและสำรวจมุมมองความคิดเห็นของคณะผู้เชี่ยวชาญใน the S&T Prediction Committee ที่มีต่อกลุ่มตัวเลือกเทคโนโลยีเหล่านี้ ได้ถูกรวบรวมและพิจารณาประเมินโดย the Executive Committee ที่นำไปสู่การเลือก 24 กลุ่มเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม โดยการจัดกลุ่มและปรับชื่อเรียกกลุ่มเทคโนโลยีเพื่อให้มีความสอดคล้องและสะท้อนต่อการใช้ประโยชน์และสื่อสารต่อสาธารณชนได้อย่างชัดเจน เมื่อได้ 24 กลุ่มเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม ได้มอบหมายให้ 1 ผู้เชี่ยวชาญจาก the S&T Prediction Committee รับผิดชอบจัดทำรายงาน 1 กลุ่มเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม ที่ครอบคลุม นิยามจุดพลิกผันของกลุ่มเทคโนโลยีนั้น กระบวนการและแนวโน้มของการพัฒนากลุ่มเทคโนโลยี การมองเห็นผลล่วงหน้าของลำดับขั้นตอนการพัฒนาของเทคโนโลยีหลังผ่านจุดพลิกผัน และ ภารกิจที่ต้องดำเนินการเพื่อการแพร่กระจายของเทคโนโลยีเกิดเป็นรูปธรรม โดยนิยามจุดพลิกผันของแต่ละเทคโนโลยีถูกวิเคราะห์คาดการณ์โดยการสำรวจ Delphi ที่สอบถาม 2,600 ผู้เชี่ยวชาญชาวเกาหลี จากภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ภาคการศึกษาและวิจัย บนพื้นฐานของเงื่อนไขระดับภายในประเทศและต่างประเทศ โดยรายละเอียดผลการวิเคราะห์จุดพลิกผัน แสดงสรุปในตารางที่ 3.1-4

ตารางที่ 3.1-4 นิยามและการคาดการณ์จุดพลิกผันของ 24 กลุ่มเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม

Innovative Technology	Definition of Tipping Point	Predicted Time of Tipping Point	
		Overseas	Domestic
Multicopter Drone	When a safety technology that reduces the accident rate of multicopter drones to less than twice per one million hours of operation is developed	2020 (U.S.)	2024
Immersive Virtual · Augmented Reality	When the market share of immersive VR or AR content reaches 11% of the interactive entertainment market	2020 (U.S.)	2024
Smart Factory	When the percentage of advanced smart factories reaches 16% of total factories	2020 (Germany)	2025
Internet of Everything	When the distribution rate of IoT reaches 11% of households	2021 (U.S.)	2023
3D Printing	When the distribution rate of 3D printers reaches 3% of households	2021 (U.S.)	2024
Customized Medical Service using Big Data	When personal information of more than 100,000 people are integrated into the national system and used for medical purposes	2021 (U.S.)	2025
Smart Grid	When the smart grid is applied to metropolitan cities with a population of more than one million	2022 (U.S.)	2024
Super Capacitor Battery	When a commercial electric vehicle model that can travel 800km on a single charge enters the domestic market	2022 (U.S.)	2024
Carbon Fiber Composite For Ultimate Conditions	When the first commercialized vehicle model with the entire exterior formed of carbon fiber composite enters the market	2022 (Japan)	2026
Rollable Display	When the first rollable color display is used in a commercial mobile device	2023 (Korea)	

ตารางที่ 3.1-4 นิยามและการคาดการณ์จุดพลิกผันของ 24 กลุ่มเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรม (ต่อ)

Innovative Technology	Definition of Tipping Point	Predicted Time of Tipping Point	
		Overseas	Domestic
Rare Metals Recycling	When the amount of rare metal supplied through recycling reaches 8% of the total demand of the rare metals industry	2023 (Japan)	2026
Wearable Assistance Robot	When the cost of renting a wearable walking assistance robot for paraplegic patients drops to lower than KRW 1,000,000 per month	2023 (U.S.)	2027
Autonomous Vehicle	When the ratio of autonomous vehicle sales to total sales of new vehicles reaches 12%	2023 (U.S.)	2028
Post-silicon Semiconductor	When major semiconductor manufacturers commence mass production of early post-silicon semiconductor prototypes	2024 (U.S.)	2026
Cognitive Computing	When the ratio of population using virtual assistant AI service, which understands people and communicates through language based on cognitive computing, reaches 16% of smartphone users	2024 (U.S.)	2027
CO_2 Capture and Storage (CCS)	When CCS is applied to 1% of thermal power generation	2024 (U.S.)	2028
Genetic Therapy	When more than two gene therapy products for the treatment of complex diseases acquire commercialization approval from regulatory authorities including the US FDA, EU EMA, and Japanese PMDA	2024 (U.S.)	2028
Stem Cell	When therapies on more than 10 incurable diseases using stem cells are developed and applied in clinical treatments	2024 (U.S.)	2028
Intelligent Robot	When the distribution of network-based intelligent robots exceeds 8% of households	2024 (U.S.)	2028
Artificial Organs	When a completely independent and implantable artificial kidney is developed and accounts for 16% of kidney implant surgeries	2024 (U.S.)	2029
Quantum Computing	When quantum computing is first used in weather forecasting	2025 (U.S.)	2031
Brain-Computer Interface	When the ratio of quadriplegic patients using a brain-computer interface to total patients reaches 16%	2025 (U.S.)	2032
Artificial Photosynthesis	When products manufactured through artificial photosynthesis replace 3% of the original market	2026 (U.S.)	2030
Superspeed Tube Train	When a +1000km/h commercial superspeed tube train operates for the first time	2028 (U.S.)	2033

การระบุเทคโนโลยีแห่งอนาคต

ในการศึกษาครั้งนี้ เทคโนโลยีแห่งอนาคตได้ถูกนิยามเป็น เทคโนโลยีที่เป็นรูปธรรม (เช่น ผลิตภัณฑ์ บริการ ระบบ เป็นต้น) ที่สามารถใช้ประโยชน์เป็นรูปธรรมได้ภายในปี 2040 และจะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อวงการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และเศรษฐกิจ ในประเทศเกาหลีใต้ โดยในรายงานนี้ คณะทำงานได้ทำการจัดมาตรฐานการกำหนดชื่อและคำอธิบายของเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อให้สาธารณชนเข้าใจได้ง่ายและก่อให้เกิดการแพร่หลายและใช้ประโยชน์ในวงกว้าง โดยชื่อของเทคโนโลยีจะต้องเป็นคำศัพท์ที่ง่าย เน้นคำสำคัญหลัก เพื่อให้สาธารณชนเข้าใจถึงเทคโนโลยีในเบื้องต้นได้ง่ายเพียงแค่อ่านชื่อเทคโนโลยี โดยข้อมูลเชิงลึกของแต่ละเทคโนโลยีจะนำเสนอในคำอธิบายของแต่ละเทคโนโลยีแห่งอนาคตต่างๆ โดยในปัจจุบัน ด้วยความก้าวล้ำและการบูรณาการทางเทคโนโลยีที่คืบหน้าและลู่เข้าสู่การพัฒนานวัตกรรมอย่างรวดเร็วในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ส่งผลให้จำนวนของกลุ่มเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่สังเคราะห์และสรุปได้ใน the 5th S&T Foresight ถูกปรับเหลือเป็น 50% ของจำนวนกลุ่มเทคโนโลยีที่รายงานใน the 4th S&T Foresight

โดยร่างของเทคโนโลยีแห่งอนาคตจะถูกพิจารณาจากกระบวนการวิเคราะห์และทบทวนตัวเลือกเทคโนโลยี ซึ่งตัวเลือกเทคโนโลยีได้ถูกพิจารณาเลือกจากผลการวิเคราะห์และตีความผลลัพธ์ที่ได้จากความต้องการ (Needs) และ Knowledge map บนพื้นฐานของกลุ่มประเด็นหลัก 6 กลุ่มที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนการวิเคราะห์เครือข่ายประเด็นปัญหาหลัก (Major issue network)

จากร่างของเทคโนโลยีอนาคต จะถูกนำมาพิจารณาความซ้ำซ้อนของเทคโนโลยีเพื่อจัดกลุ่มที่คล้ายกัน ทบทวนความเหมาะสมสำหรับการจัดให้เป็นเทคโนโลยีแห่งอนาคต การปรับระดับความพร้อมของเทคโนโลยี การปรับอัพเดทชื่อและรายละเอียดของกลุ่มเทคโนโลยีในแต่ละรอบของการจัดรายการกลุ่มตัวเลือกเทคโนโลยีแห่งอนาคต จนได้ร่างกลุ่มตัวเลือกเทคโนโลยีแห่งอนาคต ที่ทาง the Executive Committee จะทำการทวนสอบรายการอีกรอบเพื่อให้ได้รายการเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่สามารถตอบความต้องการของสังคมอนาคต รวมไปถึงรับมือกับประเด็นปัญหาหลักในอนาคต และรองรับความต้องการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตารางที่ 3.1-5 แสดงข้อมูลของจำนวนเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่จะมีความสำคัญต่อการรับมือกับประเด็นปัญหาในแต่ละ 6 กลุ่มประเด็นหลัก ภายในปี 2040 และแสดงตัวอย่างชื่อของเทคโนโลยีที่สามารถสื่อสารให้สาธารณชนเข้าใจได้ง่าย รวมไปถึงรายละเอียดของแต่ละเทคโนโลยีแห่งอนาคต โดยจากกระบวนการข้างต้นนี้สามารถระบุได้ 267 เทคโนโลยีแห่งอนาคตที่จะอุบัติขึ้นภายในปี 2040 (ข้อมูลในตารางที่ 3.1-5 แสดงจำนวนเทคโนโลยีรวม 287 เทคโนโลยี เนื่องจากมี 20 เทคโนโลยีที่อยู่มากกว่า 2 กลุ่มประเด็นหลัก)

ตารางที่ 3.1-5 ตารางแสดงจำนวนเทคโนโลยีแห่งอนาคตในแต่ละกลุ่มประเด็นหลัก 6 กลุ่ม และตัวอย่างของชื่อและคำบรรยายเทคโนโลยี

Major Issue Group	No. of Technology	Technology Name (Example)	Technology Description (Example)
Social Infrastructure	51	Decision-making Software to Support the Optimization of Building Maintenance Construction	Development of tool to select optimum choice and support decision-making considering the environmental impacts of lifetime carbon emissions, the energy efficiency of the buildings, the indoor comfort and the cost for renovation of the buildings
Ecosystem and Environment Friendliness	59	Real-time Water Quality Monitoring and Management System Using Remote Exploration	Real-time continuous water quality monitoring and management system through remote sensor data processing, utilization, and integration operation including geostationary space, polar orbit resolution, geostationary orbital satellite images and multi-species / unmanned aerial vehicles
Transportation and Robotics	43	Underwater Rescue Robot	Robots to rescue people underwater in the event of a marine disaster
Medical and Life	47	Customized Heterologous Artificial Organ Cultivation System Using Individual Gene Map	Technology to replace human organs with minimum immune response (e.g. rejection of transplant) through gene manipulation of experimental animals using individual genes when cultivating a personalized organ for transplant
Manufacturing and Convergence	48	High-performance Electronic Component Printing Technology for Wide Flexible Devices	Technology to manufacture electronic component through printing in order to secure leading manufacturing capability and originality in leading technology for the development of new functional products
Information and Communication	39	Haptic technology for Realization of Virtual Reality	Technology to generate a visual image and sound wave in a three dimensional format that stimulates the visual and tactile sense in three dimensions in order to express virtual space information in real space
Total	287*		

* Of 267 technologies, 20 belong to two groups at the same time, thus making the total number 287

การวิเคราะห์เทคโนโลยีแห่งอนาคต

Delphi Survey

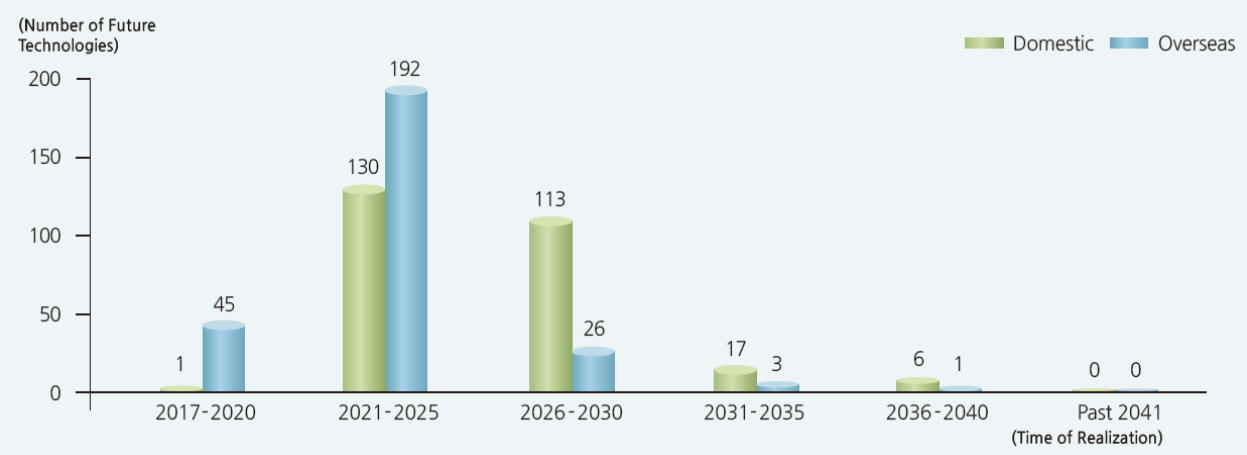
เมื่อระบุ 267 เทคโนโลยีอนาคตแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกของแต่ละเทคโนโลยี โดยประเมินด้านคุณลักษณะ ความสำคัญ เวลาที่จะเป็นรูปธรรม และความต้องการการสนับสนุนเชิงนโยบายจากภาครัฐ และสำหรับกลุ่มเทคโนโลยีนวัตกรรมหลัก 24 กลุ่มที่ได้ทำการวิเคราะห์จุดพลิกผันของการแพร่สู่สังคมแล้วนั้น ได้มีการศึกษาและวิจัยเพิ่มเติมสำหรับข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่เทคโนโลยีจะเกิดการแพร่หลาย และนโยบายที่จะช่วยผลักดันการแพร่หลายของกลุ่มเทคโนโลยีนวัตกรรมนั้น โดยการวิจัยดำเนินการโดย 2-round Delphi survey กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรอบแรก มี 4,133 ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถาม และรอบสองมีจำนวน 3,621 ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถาม คิดเป็น 87.6% follow-up rate

ผลการวิเคราะห์ที่สำคัญ

จาก 40 ประเด็นหลัก พบว่า ประเด็น “Urban centralization and enlargement” และ “Expansion of demand for high quality medical services” มีเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่จะตอบสนองต่อประเด็นมากที่สุดเป็น 21 และ 19 เทคโนโลยีตามลำดับ โดยเทคโนโลยีแห่งอนาคตส่วนใหญ่ที่สามารถตอบสนองต่อประเด็นปัญหาหลักต่างๆ ส่วนใหญ่จะเกิดเป็นรูปธรรมภายในปี 2030 ในขณะที่เทคโนโลยีอนาคตที่ตอบสนองต่อประเด็นหลัก “Aerospace industry growth” จะเป็นรูปธรรมในระยะยาวหลังปี 2031

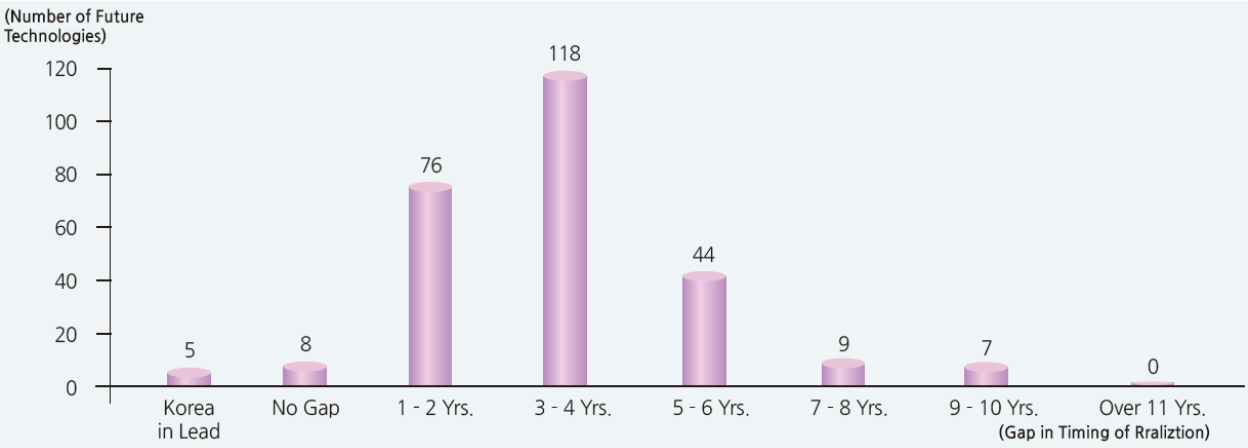
จากข้อมูลแสดงในรูปที่ 3.1-18 พบว่า 91% (243 จาก 267) ของเทคโนโลยีอนาคตถูกคาดการณ์ว่าจะเป็นรูปธรรมในปี 2021 – 2030 มีหนึ่งเทคโนโลยีที่คาดการณ์ว่าจะเป็นรูปธรรมก่อน 2020 ในขณะที่ 48.7% ของเทคโนโลยีอนาคตจะเป็นรูปธรรมในระยะสั้นช่วง 2021 – 2025 (ภายใน 10 ปีของรายงาน) ในขณะที่ระยะยาว (นานกว่า 11 ปี) 113 เทคโนโลยี (คิดเป็น 42.3%) คาดการณ์ว่าจะเป็นรูปธรรมในช่วงปี 2026 – 2030 และ 23 เทคโนโลยี (8.6%) จะเป็นรูปธรรมหลัง 2031

สำหรับต่างประเทศ 71.9% ของเทคโนโลยีอนาคตถูกคาดว่าจะเป็นรูปธรรมในระยะสั้นช่วง 2021 – 2025 โดยเทคโนโลยีจำนวนถึง 45 (16.9%) เทคโนโลยีจะเป็นรูปธรรมก่อน 2020 ในขณะ 9.7% ของเทคโนโลยีคาดว่าจะแพร่กระจายเป็นรูปธรรมในช่วง 2026 – 2030 และที่เหลืออีก 1.5% จะเป็นรูปธรรมหลัง 2031



รูปที่ 3.1-18 การกระจายตัวของช่วงเวลาที่เทคโนโลยีอนาคตจะอุบัติเป็นรูปธรรมของในประเทศและต่างประเทศ

จากข้อมูลข้างต้น สามารถคาดการณ์ถึงการแตกต่างของช่วงระยะเวลาการพัฒนาทางเทคโนโลยีไปสู่รูปธรรมของประเทศเกาหลีใต้และประเทศชั้นนำต่างประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 3.1-19 โดยจากทั้งหมด 267 เทคโนโลยี มี 13 เทคโนโลยี (4.9%) ที่ประเทศเกาหลีจะพัฒนาเป็นรูปธรรมก่อนหรือใกล้เคียงกับประเทศชั้นนำอื่นๆ ในขณะที่อีก 118 เทคโนโลยี (44.2%) ที่เกาหลีจะตามหลังประมาณ 3 – 4 ปี และอีก 76 เทคโนโลยี (28.5%) ที่ประเทศเกาหลีตามหลังเพียง 1 – 2 ปี ในขณะที่มี 16 เทคโนโลยี (6.0%) ที่ตามหลังประเทศชั้นนำอื่นๆ มากกว่า 7 ปี



รูปที่ 3.1-19 การกระจายตัวของความแตกต่างของระยะเวลาในการพัฒนาทางเทคโนโลยีไปสู่รูปธรรมระหว่างประเทศเกาหลีและประเทศชั้นนำอื่น ๆ

สำหรับแนวทางในการผลักดันให้เทคโนโลยีพัฒนาเป็นรูปธรรม ดังสรุปในตารางที่ 3.1-6 พบว่า 27.5% ของเทคโนโลยีต้องการการขยายตัวของทุนวิจัยจากภาครัฐ และ 22.8% ต้องการการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานเป็น

ลำดับความสำคัญแรก สำหรับการให้เกิดเป็นรูปธรรมของเทคโนโลยีในระยะสั้น (ภายใน 10 ปี) การสนับสนุนนอกเหนือไปจากสองสิ่งข้างต้นแล้ว ยังจำเป็นต้องการการสนับสนุนเชิงนโยบายสำหรับการวิจัยร่วมกับอุตสาหกรรม ภาคการศึกษา ภาควิจัยเอกชน และประชาคมวิจัยนานาชาติ ในขณะที่สำหรับเทคโนโลยีระยะยาวมากกว่า 11 ปี จะมีความต้องการการพัฒนาศักยภาพของแรงงานด้วยการอบรม รวมไปถึงการสนับสนุนและขยายตัวของทุนวิจัยภาครัฐ

ตารางที่ 3.1-6 นโยบายภาครัฐที่จำเป็นต่อการผลักดันการเป็นรูปธรรมของเทคโนโลยีแห่งอนาคตต่าง ๆ

Classification		Manpower Training	Cooperation Expansion	Infrastructure Establishment	Investment Expansion	Improvement in System
Total		21.4	18.7	22.8	27.5	9.5
Timing of Realization	Short-term (until 2025)	19.9	20.2	23.8	25.0	11.1
	Long-Term (after 2026)	22.9	17.3	21.8	30.0	8.0

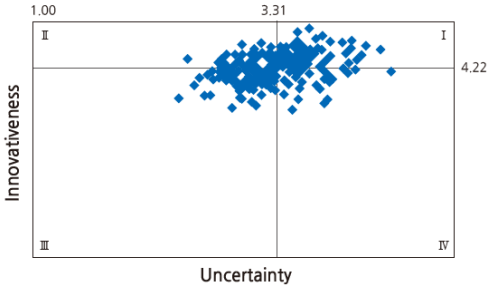
นอกจากนี้ จากผลสรุปในตารางที่ 3.1-7 พบว่าหน่วยงานที่สำคัญหลักที่จะผลักดันให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีระยะสั้นให้เป็นรูปธรรม จะเป็นภาคอุตสาหกรรม ที่ควรจะเป็นผู้นำหลักในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระยะสั้น ในขณะที่สำหรับเทคโนโลยีระยะยาวนั้น หน่วยงานสำคัญหลักได้แก่ สถาบันวิจัยภาครัฐจะเป็นผู้นำหลักในการพัฒนาเทคโนโลยีระยะยาวให้เกิดเป็นรูปธรรมได้

ตารางที่ 3.1-7 หน่วยงานหลักในการวิจัยที่จะผลักดันการเกิดเป็นรูปธรรมของเทคโนโลยีแห่งอนาคต

Classification		Industry	Academia	Research Institute
Total		35.2	20.5	44.2
Timing of Realization	Short-term (until 2025)	46.0	16.3	37.7
	Long-Term (after 2026)	24.9	24.6	50.6

สำหรับคุณลักษณะของแต่ละเทคโนโลยีแห่งอนาคต ถูกประเมินโดยพิจารณาตัวแปรด้าน Innovativeness, Uncertainty, Importance of the future technology, และ Technical competitiveness โดยหากพิจารณาแบ่งกลุ่มของเทคโนโลยีตามคะแนนของตัวแปรด้าน Innovativeness และ

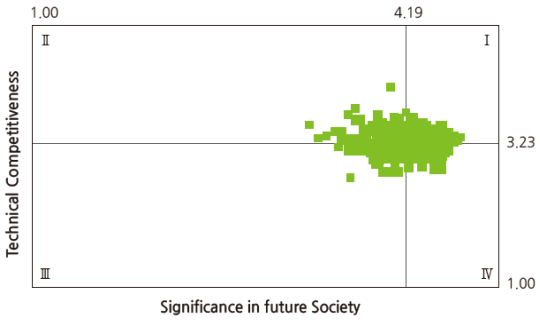
Uncertainty ดังแสดงในรูปที่ 3.1-20 จะแบ่งได้เป็นสี่กลุ่ม ได้แก่ 90 เทคโนโลยีในอนาคตใน Group I ที่มีความเป็นนวัตกรรมสูง ในขณะที่มีความไม่แน่นอนสูงเช่นกัน จึงเป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่ต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐเป็นจำนวนมาก ดังตัวอย่างเช่น “Local climatic damage mitigation technology minimizing surrounding environmental effects” หรือ “DNA-chip-based mass data storage and information management technology” ในขณะที่ 45 เทคโนโลยีจัดอยู่ใน Group II ที่เป็นกลุ่มที่มีความเป็นนวัตกรรมสูง ในขณะที่ความไม่แน่นอนต่ำ จึงเป็นกลุ่มที่มีความคาดหวังที่จะประสบความสำเร็จสูง ดังนั้นการลงทุนจากภาคเอกชนจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจให้ความสำคัญ ดังเช่น “Smart farm using AI and Big data cloud system” หรือ “Smart energy grid construction technology”



Classification	Group I	Group II
No. of Technologies (Percentage)	90 (33.7)	45 (16.9)
Classification	**Group III**	**Group IV**
No. of Technologies (Percentage)	92 (34.5)	40 (15.0)

รูปที่ 3.1-20 การกระจายตัวของเทคโนโลยีแห่งอนาคต ตามเกณฑ์ตัวแปรด้าน Innovativeness และ Uncertainty

เมื่อพิจารณาแบ่งกลุ่มตามคะแนนของตัวแปรด้าน Technical competitiveness และ Significance in future society ดังแสดงในรูปที่ 3.1-21 พบว่า มี 70 เทคโนโลยีใน Group I ที่มีศักยภาพในการแข่งขันด้านเทคนิคของประเทศสูง และมีความสำคัญต่อสังคมอนาคตสูงนั้น จะเป็นกลุ่มที่นำด้านการลงทุน ดังเช่น “Ultra-fine 3D high-functioning element manufactured through 3D printing” หรือ “Intelligent exploration robots capable of overcoming obstacles” ในขณะที่มี 72 เทคโนโลยีใน Group IV ที่มีความสำคัญต่อสังคมเกาหลีในอนาคต แต่ความสามารถในการแข่งขันต่ำนั้นที่ต้องผลักดันการลงทุนทั้งภาครัฐและเอกชนเพื่อให้เทคโนโลยีเกิดเป็นรูปธรรมได้ ดังเช่น “Big data interpretation technology based on genetic correlation analysis” หรือ “Automatic wireless charging parking lot for electric vehicles” เป็นต้น



Classification	Group I	Group II
No. of Technologies (Percentage)	70 (26.2)	66 (24.7)

Classification	Group III	Group IV
No. of Technologies (Percentage)	59 (22.1)	72 (27.0)

รูปที่ 3.1-21 การกระจายตัวของเทคโนโลยีอนาคต ตามเกณฑ์ตัวแปรด้าน Technical competitiveness และ Significance in future society

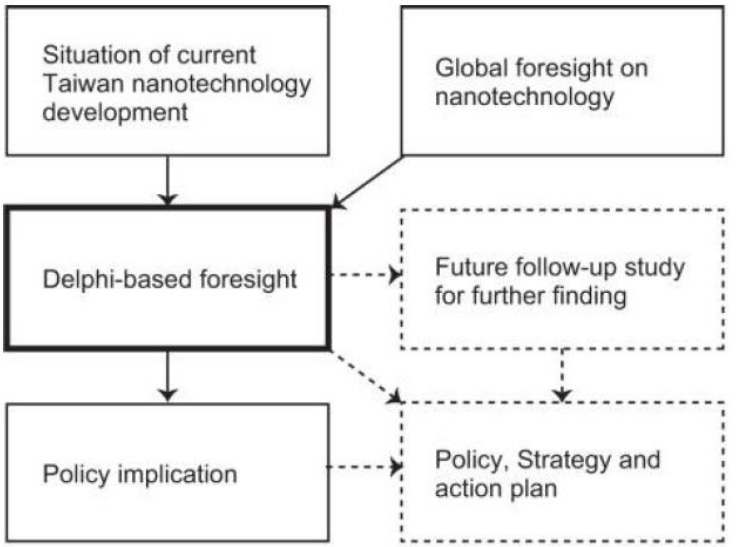
3.1.3 การจัดทำแผนภาพอนาคตปี 2020 สำหรับอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีของประเทศไต้หวัน

ประเทศไต้หวัน มีการจัดทำ Foresight ที่มุ่งเน้นไปแต่ละภาคกลุ่มอุตสาหกรรม โดยในปี 2010 มีการดำเนินการ Delphi-based foresight ในระดับประเทศที่เริ่มโดยรัฐบาลไต้หวัน ได้แก่ “2025 Taiwan Agricultural Technology Foresight” ที่วางแผนโดย Science and Technology Policy Research and Information Center (STPI) นอกจากนี้ มีการดำเนินการ Delphi surveys ในระดับเล็ก ที่ดำเนินการโดยภาคส่วนย่อยหรือสถาบันวิจัยภาครัฐและเอกชน ที่โฟกัสไปเฉพาะหัวข้อทางอุตสาหกรรมที่สนใจ ดังเช่น “Foresight on Taiwan nanotechnology industry 2020” ที่ทำการสำรวจแบบ Delphi ในช่วงปี 2006 โดย the Science and Technology Policy Research and Information Center, National Applied Research Laboratories, “Foresight for the semiconductor industry in Taiwan” ที่รายงานในปี 2006 โดย Institute of Management of Technology in National Chiao Tung University, และ “Development trends in Taiwan’s opto-electronics industry” รายงานในปี 2002 โดย Institute of Management of Technology, National Chiao-Tung University

สำหรับในรายงานนี้ ได้ทำการสรุปรายงานการจัดทำแผนภาพอนาคตปี 2020 สำหรับอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีของประเทศไต้หวัน โดยจากผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ *Foresight* ปี 2010 โดย Hsin-Ning Su และคณะวิจัยจาก the Science and Technology Policy Research and Information Center, National Applied Research Laboratories, Taiwan (Su et al., 2010) รายงานผลการสรุปการศึกษาการมองเห็นผลล่วงหน้าของอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology) ในสามด้าน ได้แก่ (1) สถานการณ์ของอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีในปี 2007, (2) ระยะเวลาสำหรับการเจริญเต็มที่ของ R&D ด้านนาโนเทคโนโลยี, และ (3) ภาพฉากทัศน์ของอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีในปี 2020 โดยประยุกต์ใช้ Delphi-based foresight

study ควบคู่กับ Expert panel discussion เพื่อสรุปความเห็นพ้อง (Consensus) สำหรับ Taiwan nanotechnology ในปี 2020

รูปที่ 3.1-22 แสดงโครงสร้างเชิงแนวคิดของกระบวนการศึกษาในรายงานนี้ โดยการวิจัยและวิเคราะห์หลักในรายงานนี้คือ “Delphi-based foresight” ในขณะที่ “Situation of current Taiwan nanotechnology” และ “Global foresight on nanotechnology” รายงานในรูปแบบบทนำที่สรุปจากการทบทวนวรรณกรรมและข้อมูล โดยจากผลการวิเคราะห์โดยรวมจะถูกสรุปเพื่อการชี้บ่งเป็นนัยเชิงนโยบาย (Policy implication) สำหรับกิจกรรมในกล่องเส้นประ “Future follow-up study for further finding” และ “Policy, Strategy and action plan” จะเป็นข้อเสนอแนะและแนวทางสำหรับการดำเนินการติดตามต่อยอดในอนาคต



Source: Solid line: work in this study; dashed line: future work

รูปที่ 3.1-22 โครงสร้างเชิงแนวคิด (Conceptual framework) ในการศึกษา Taiwan nanotechnology foresight

<u>ผลสรุปสถานการณ์ของนาโนเทคโนโลยีในไต้หวัน ช่วงเวลาที่ศึกษา (2001 – 2006)</u>

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าหากพิจารณาการเติบโตของนาโนเทคโนโลยีในรูปแบบ S-curve จะคาดการณ์ได้ว่าปี 2001 เป็นจุดเริ่มต้นของกราฟการเติบโตแบบ S-curve และปี 2006 จะเป็นจุดที่นาโนเทคโนโลยีจะเกิดการพัฒนาแบบ exponential ของ S-curve ที่คาดการณ์ว่ามูลค่าของอุตสาหกรรมนาโนจะสูง

ถึง $2.6 trillion หรือ 15% ของอุตสาหกรรมการผลิตทั้งหมดภายในปี 2014 โดยมีกลุ่มในประเทศ EU, USA และ ญี่ปุ่น ที่มีการสนับสนุนทุนวิจัยจากภาครัฐสูงที่สุด ซึ่งทางรัฐบาลไต้หวันเล็งเห็นความสำคัญของการเติบโตของนาโนเทคโนโลยี และเพื่อเสริมความสามารถในการแข่งขันของประเทศ จึงก่อตั้งโปรแกรมระดับประเทศเพื่อมุ่งพัฒนานาโนเทคโนโลยี ที่มีแผนการดำเนินงาน 6 ปี โดยอนุมัติการจัดตั้ง the National Science and Technology Program for Nanoscience and Nanotechnology ในปี 2002 ซึ่งประกอบด้วย 4 R&D Programs หลัก ได้แก่ (1) Academic excellence research program, (2) Nanotechnology industrialization program, (3) Core facilities program, (4) Education program ซึ่งการสนับสนุน R&D นี่มาจากแหล่งทุนของภาคอุตสาหกรรมในประเทศมากถึง 64% ของทุนสนับสนุนทั้งหมด ที่แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศนี้เป็นโปรแกรมที่ขับเคลื่อนด้วยอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง

ในปี 2002 และ 2006 ทางคณะวิจัยได้ทำการสำรวจอุตสาหกรรมเพื่อทำความเข้าใจการพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีในประเทศ พบว่า SMEs ถือเป็นแกนหลักต่อพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยวัสดุนาโน (nano materials) มีอิทธิพลสำคัญต่อนาโนเทคโนโลยีในประเทศมาตั้งแต่ 2002 (51.6% in 2002, 53.2% in 2002) เนื่องจากอุตสาหกรรมหลักส่วนใหญ่ในประเทศเกี่ยวข้องกับวัสดุและการผลิต โดยผลิตภัณฑ์นาโนส่วนใหญ่จะถูกพัฒนาและผลิตโดยการเพิ่มเสริมวัสดุนาโนเข้าไปในผลิตภัณฑ์เดิมเพื่อเพิ่มมูลค่า โดยพบว่าในช่วงระหว่าง 2002 ถึง 2006 nano electronics มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 3.1% เป็น 10% ในส่วน nano biotechnology เพิ่มจาก 9.7% เป็น 16.7% ในขณะที่ nano photonic ลดลงจาก 16.1% เหลือ 4.7% นอกจากนี้ยังพบว่า การวิจัยพัฒนาและการผลิตวัสดุนาโน ถือเป็นแกนหลักสำคัญของอุตสาหกรรมในประเทศ และถือเป็นหัวใจสำคัญต่อการพัฒนานาโนเทคโนโลยีในประเทศ นอกจากนี้จากการสำรวจ พบว่ามีความต้องการการสนับสนุนทุนโดยภาครัฐเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยี เช่น บุคลากรในสาขานาโนเทคโนโลยี การตระหนักถึงนาโนเทคโนโลยีในกลุ่มผู้บริโภค ค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ที่สูง และข้อจำกัดเชิงเทคนิค เป็นต้น

ผลสรุป Global technology foresight ของนาโนเทคโนโลยี

นาโนเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อพัฒนาการเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ส่งผลให้หลากหลายประเทศนำเอาประเด็นเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีเข้าไปพิจารณาใน national technology foresight ดังตัวอย่างเช่น กลุ่มเทคโนโลยีที่สำรวจ กลุ่ม “material” ใน Japan’s 7th (2001) national technology foresight ได้ถูกปรับปรุงเป็น กลุ่ม “material and nanotechnology” ใน Japan’s 8th (2005) national technology foresight เพื่อให้ครอบคลุมถึงเทคโนโลยีหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ “nano”

ในส่วนการพัฒนา “new material” technology foresight ที่จัดทำโดย the Chinese Ministry of Science and Technology ในปี 2002 ได้มีการเพิ่มหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีถึง 3 หัวข้อหลัก หรือแม้แต่มีการจัดทำการศึกษา Foresight ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับนาโนเทคโนโลยี เช่น the Danish nano-science

and nano-technology foresight project ที่ดำเนินการโดย the Danish Ministry of Science, Technology and Innovation ในปี 2004 และ the German Mini-Delphi study ดำเนินการในปี 1995 ที่มี nanotechnology subsection ตั้งแต่ช่วงก่อนศตวรรษที่ 21

Delphi Survey on Nanotechnology in Taiwan

สำหรับในรายงานนี้ ได้ทำการรายงานกระบวนการทำและผลจากการทำ Delphi survey "STPI Nanotechnology Survey" ที่ดำเนินการในปี 2006 เพื่อสร้างวิสัยทัศน์และพัฒนายุทธศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีของไต้หวัน โดยในการสำรวจครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตของหัวข้อด้านนาโนเทคโนโลยี 3 หัวข้อ ที่ศึกษาคือ Nano material, Nano electronic and semiconductor และ Nano biomedicines เนื่องจากเป็นสามหัวข้อด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในประเทศ

การดำเนินการสำรวจแบบ Delphi เป็นแนวทางสำรวจที่หาข้อเห็นพ้องจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและมีส่วนได้ส่วนเสียที่ร่วมทำแบบสำรวจในวงกว้าง ซึ่งในการทำสำรวจ Delphi ในแต่ละการศึกษา อาจมีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ แต่ยังต้องยึดคุณลักษณะที่สำคัญของ Delphi คือ

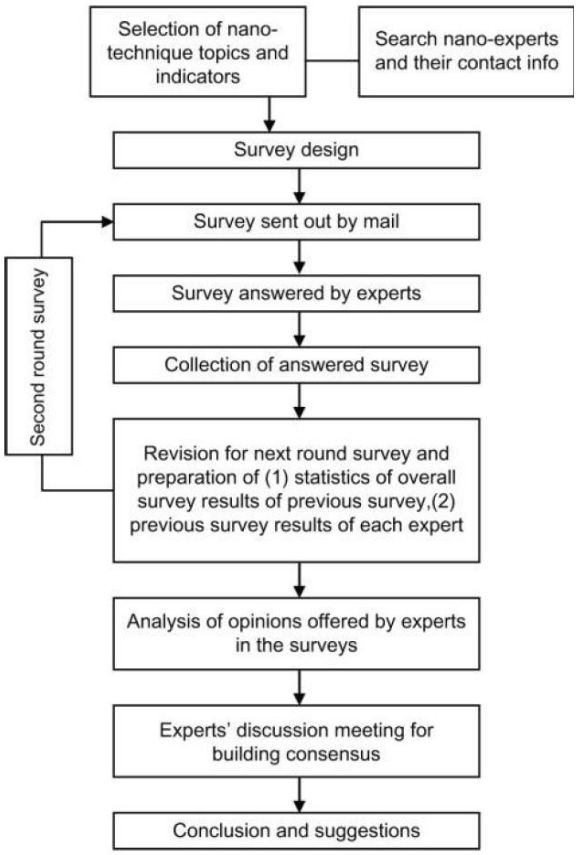
1. การไม่เปิดเผยตัวตน (Anonymity) โดยการตอบแบบสอบถามทางจดหมายหรืออีเมล์ หรือการสัมภาษณ์โดยตรง จะไม่มีการเปิดเผยตัวตนเพื่อให้มั่นใจได้ถึงผลตอบรับที่สูงและลดผลกระทบทางจิตวิทยาของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. การทำสำรวจแบบวนซ้ำแบบควบคุมการให้ผลป้อนกลับในแต่ละรอบ (Iteration method with feedback control) ที่มีการสรุปผลลัพธ์ในแต่ละรอบและมีการป้อนข้อมูลกลับให้กับผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามนำไปพิจารณาและนำมาตอบหรือให้ข้อคิดเห็นในรอบต่อไป ไม่ว่าจะเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนก็ตาม เพื่อให้ได้ข้อเห็นพ้องของส่วนใหญ่ ซึ่งบางทีอาจต้องทำถึง 3 – 4 รอบเลยทีเดียว
3. ข้อมูลผลลัพธ์เชิงสถิติของแบบสอบถาม (Statistics of group responses) นอกจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้ว การนำเสนอข้อมูลเชิงสถิติแบบตัวเลขในแต่ละรอบของการสำรวจ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เชี่ยวชาญเห็นแนวโน้ม เพื่อที่จะประกอบปรับปรุงมุมมองของตน และนำไปสู่การเห็นพ้องได้ในที่สุด

ดังนั้นในการวิจัยสำรวจแบบ Delphi ของการศึกษานี้ แสดงสรุปในรูปที่ 3.1-23 แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนตามลำดับเวลา ได้แก่

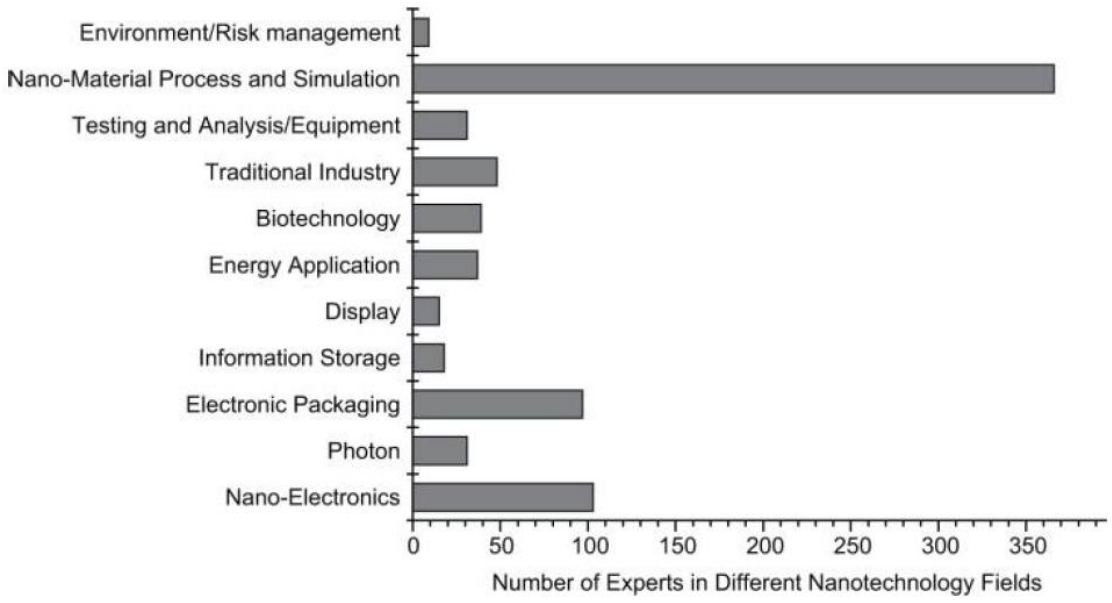
1. การสร้างรายชื่อของผู้เชี่ยวชาญ (Creation of expert list) โดยการสร้างรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี จำนวนทั้งสิ้น 712 ผู้เชี่ยวชาญ โดย 162 ผู้เชี่ยวชาญ (คิดเป็น 23%) มากจาภาคอุตสาหกรรม และ 550 ผู้เชี่ยวชาญ (คิดเป็น 77%) มาจากภาควิชาการและวิจัย โดยใน

ผู้เชี่ยวชาญจากภาคอุตสาหกรรม 115 คนมาจากด้านที่ไม่เกี่ยวกับสาย R&D ในขณะที่ 47 คนมาจากสาย R&D โดยรูปที่ 3.1-24 แสดงถึงสาขาต่างๆที่ผู้เชี่ยวชาญถูกเลือกมา โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มาจากสาขาด้าน nano materials

2. การดำเนินการสำรวจ (Survey implementation) โดยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบในการสำรวจ คือ (i) เทคนิคด้านนาโนสำหรับพัฒนาอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีของไต้หวัน และ (ii) ดัชนีชี้วัดสำหรับประเมินเทคนิคด้านนาโน โดยเทคนิคนาโนที่มีศักยภาพและดัชนีชี้วัด ได้ถูกคิดและเตรียมโดยคณะวิจัย จำนวนรอบของการสำรวจจำกัดที่ 2 รอบ โดยในการสำรวจครั้งแรก แบบสอบถามได้ถูกส่งไปยังผู้เชี่ยวชาญจำนวน 443 คนจากรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในข้างต้น โดยได้ผลตอบกลับจำนวน 83 การตอบกลับ (คิดเป็น 19% response rate โดย 73% มาจากภาควิชาการและวิจัย และ 27% มาจากภาคอุตสาหกรรม) โดยนำผลจากการสำรวจครั้งแรกมาทำการวิเคราะห์สรุป เพื่อเตรียมสำหรับการสอบถามครั้งที่สอง โดยพบว่าในการสอบถามครั้งที่สอง จำนวนเทคนิคด้านนาโนถูกลดลงไปครึ่งหนึ่ง ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในรอบแรก และนำผลการสำรวจในรอบแรก และแบบสอบถามในรอบสอง ให้กับ 83 ผู้เชี่ยวชาญที่ตอบกลับในรอบแรก และได้ผลการตอบกลับจำนวน 71 คน (คิดเป็น 86% response rate; 76% จากภาควิชาการและวิจัย และ 24% จากภาคอุตสาหกรรม) โดยผลการสำรวจรอบสองนำมาวิเคราะห์และสรุปเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการประชุมอภิปรายกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในลำดับถัดไป
3. การประชุมอภิปรายร่วมกันกับผู้เชี่ยวชาญ (Expert discussion meeting) ได้ทำการเชิญ 25 ผู้เชี่ยวชาญ ที่อยู่ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามในขั้นตอนที่ 2 เข้าร่วมประชุมอภิปรายเพื่อพิจารณาหาแนวโน้มและยุทธศาสตร์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีในประเทศ โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจประกอบการพิจารณา โดยรายละเอียดข้อมูลด้านความต้องการปัจจุบันและอนาคตของการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของไต้หวัน ได้ถูกร่างร่วมกันในการประชุม เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำคัญสำหรับการสร้างแผนยุทธศาสตร์ โดยการอภิปรายแบบประชุมร่วมกัน ช่วยให้เกิดการลู่ร่วมกันของความเห็นผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน สร้างแพล็ทฟอร์มสำหรับการสื่อสารแลกเปลี่ยน และแปลงข้อมูลเชิงตัวเลขและสถิติจากการสำรวจ เป็นข้อเสนอแนะเชิงบรรยายสำหรับอนาคตของนาโนเทคโนโลยีในไต้หวัน



รูปที่ 3.1-23 แผนผังการไหลของขั้นตอนการวิจัยสำรวจแบบ Delphi



รูปที่ 3.1-24 จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีที่มาจากสาขาต่าง ๆ กัน

การออกแบบแบบสำรวจ

การออกแบบแบบสำรวจในการวิจัยนี้ ได้ศึกษาข้อมูลจาก Nanotechnology foresight หรือรูปแบบสำรวจ Delphi ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการอ้างอิงในการพัฒนาแบบสำรวจ โดยทั่วไปการสำรวจมี 3 ประเภท ได้แก่ (i) Classical Delphi, (ii) Policy Delphi, และ (iii) Decision Delphi โดยแบบสำรวจที่ออกแบบในการศึกษานี้มุ่งเน้นเพื่อการสนับสนุนการร่างนโยบายในอนาคต จึงออกแบบสำรวจแบบเชิงนโยบาย Policy Delphi

ขอบเขตการศึกษาของการสำรวจและวิจัย มีดังนี้

(1) ช่วงเวลาที่คาดการณ์ล่วงหน้า โดยกำหนดให้ 2020 เป็นปีเป้าหมายสำหรับการคาดการณ์ล่วงหน้าของแนวโน้มและพัฒนาการของนาโนเทคโนโลยีในไต้หวัน โดยมีเป้าหมายเพื่อคาดคะเนสถานการณ์การเติบโตถึงระดับอุตสาหกรรมของเทคนิคนาโนที่มีศักยภาพในปี 2020 ซึ่งการจะให้ได้การคาดคะเนเกี่ยวกับการพัฒนาของเทคนิคนาโนกับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมที่ชัดเจน ระยะเวลาที่คาดการณ์ไม่ควรไกลเกินไป ดังนั้น ปีเป้าหมายที่ 2020 จึงมีความเหมาะสม

(2) การโฟกัสการศึกษาในช่วงเฟสของการพัฒนาเทคนิคนาโนและการประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรม โดยมุ่งศึกษานาโนเทคโนโลยีที่มีศักยภาพเฉพาะเหมาะกับไต้หวัน บนพื้นฐานของโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนาโนในปัจจุบันใน National Science and Technology Program for Nanoscience and Nanotechnology และมุ่งทำความเข้าใจถึงโอกาสในบริบทต่างๆ ได้แก่ ขนาดของตลาดอนาคต ความสามารถในการแข่งขันเชิงอุตสาหกรรม และ การพัฒนาอย่างยั่งยืน

(3) เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีเป็นสาขาที่กว้างมาก จึงจำเป็นต้องกำหนดขอบเขตกลุ่มที่จะศึกษาเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนจับต้องได้ จึงคัดเลือกกลุ่มเทคนิคนาโน 3 กลุ่ม ที่จะศึกษา ได้แก่ nano materials, nano electronic & semiconductor, และ nano bio medicine เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ได้รับการสนับสนุนอย่างสูงจากภาคอุตสาหกรรมทั่วไปในไต้หวัน โดยในสามกลุ่มสาขานี้ แบ่งย่อยออกไปเป็น 13 sub fields ที่มี 75 เทคนิคนาโน โดย 26 อยู่ใน Nano materials, 24 ใน Nano electronic & semiconductor และ 25 อยู่ใน Nano Bio Medicine โดยรายการ sub fields และ techniques ได้แสดงสรุปในตารางที่ 3.1-8, 3.1-9, 3.1-10

(4) ดัชนีชี้วัด สำหรับการประเมินการพัฒนานาโนเทคโนโลยีในแต่ละกลุ่มสาขาต่างๆ โดยจากการทบทวนวรรณกรรมเพื่อสังเคราะห์หาดัชนีชี้วัดที่เหมาะสม ได้ข้อสรุป 3 ดัชนีชี้วัด (รายละเอียดในแบบสำรวจแสดงในตารางที่ 3.1-11) ได้แก่

a. 2007 situation หรือสถานการณ์ปัจจุบัน: Degree of maturity และ Degree of sufficiency of professional personnel ที่เป็นความพร้อมของเทคโนโลยีในปัจจุบัน เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นต่อการคาดการณ์ future projection
b. R&D maturation time หรือ ช่วงเวลาที่เทคโนโลยีจะพัฒนาเต็มที่: โดยการเติบโตของ R&D ที่พร้อมต่อการก่อตัวเป็น selected nanotechnology S-curve ของประเทศ โดยเลือกจากช่วงเวลา 2007 – 2010, 2010 – 2015, 2015 – 2020, 2020 – onward
c. 2020 scenario หรือ ฉากทัศน์ของเทคโนโลยีในปี 2020 ที่คาดหวังโดยพิจารณาบนบริบทของ technology industrialization, preferential development strategy, และอุปสรรคหรือคอขวด เพื่อที่จะทราบถึงแนวทางที่จะกระตุ้นสนับสนุน nanotechnology value chain ในประเทศ

ตารางที่ 3.1-8 รายชื่อ Sub fields และ Nano techniques ภายใต้กลุ่มสาขา Nano Materials

	Nano material
Nano powder manufacturing	Nano metal colloidal particle Nano metallic particle coating material and device development Polymeric nano powder manufacturing and packaging Synthesis, coating, surface processing of carbon nano capsule
Nano template manufacturing	Highly homogeneous nano template manufacturing One-dimensional nano material orientation technique Growth control of co-axial nano tube Polymer and carbon template manufacturing Synthesis of polymer and carbon template for energy storage application
Self-assembly of nano structure	Self-assembled nano structure on ceramic substrate surface Self-assembled nano structure for photo-electronic device Self-assembled nano catalyst electrode Self-assembled nano catalyst electrode material Self-assembled three-dimensional photonic material Optical communication application of self-assembled polymeric and supra-molecule
Nano composite	Nano micro-porosity composite material Polymeric nano composite material manufacturing Nano structural surface device Polymeric optical display substrate material Polymeric optical display thin film process
Nano structural and manufacturing simulation	Nano structural simulation Nano polymer Nano organic and inorganic composite material Nano device property Nano manufacturing simulation Formation of nano ball, tube, multiple thin film Formation of addressing nano structure

ตารางที่ 3.1-9 รายชื่อ Sub fields และ Nano techniques ภายใต้กลุ่มสาขา Nano Electronic & Semiconductor

Nano electronic and semiconductor	
Nano electronics	Nano carbon tube electronic device Spintronic device Quantum device SiGe-HBT/OE Nano inertial sensor
Nano optoelectronics and optical communication	Photon crystal Design simulation Structural manufacturing Active and passive device Nano optics Nano coating Epitaxy and measurement QD photonic device EO material Self-assembled quantum dots Quantum dot infrared detector
Nano storage	Near-field recording Optical write and magnetic read Disc mastering (Mastering) Super-RENS 3D storage
Nano display material and device	Integrated flexible TFT LCD substrate Thick film field emission display Rollable display

ตารางที่ 3.1-10 รายชื่อ Sub fields และ Nano techniques ภายใต้กลุ่มสาขา Nano Bio Medicine

Nano bio medicine	
Nano biomedical analysis	Scanning probe microscopic system and detection technique Manufacturing of probe for scanning probe microscopy Synthesis and detection of fluorescent nano particle Synthesis and detection of metallic nano particle Synthesis and detection of magnetic nano particle Technique for linking bio molecule and nano particle Electron microscopic examination on biological object
Nano biomedical measurement	Nano wire biosensor Biochip manufacturing and inspection Optical lithography and imaging Microfluidic system manufacturing and inspection Protein chip-related technique Magnetic nano particle image-sensing technique
Nano biomedical material	Synthesis of nano porous material Microscopy biomimetic material High strength and stable nano powder manufacturing Nano particle dispersion Antibacterial TiO_2 nano particle technique Biodegradable nano particle manufacturing
Nano biomedicine	Nano capsule manufacturing Nano-particle labeling and therapy Synthesis of catalytic nano material Nano powder toxicity detection Detection of drug delivery Technique for reducing medical particle size

ตารางที่ 3.1-11 ดัชนีชี้วัดที่ออกแบบสำหรับแบบสำรวจ

2007 situation: (specify degree of 1 ~5)	Degree of maturity Degree of sufficiency of professional personnel
R&D maturation time (select one time period)	2007 ~ 2010 2010 ~ 2015 2015 ~ 2020 2020 ~
2020 scenario	Technology industrialization: (specify degree of 1 ~5) Degree of difficulty for technology development Degree of technology competitiveness Degree of sufficiency of R&D platform Degree of industrial application Preferential development strategy (select one of the items below): Self-R&D Technology introduced from overseas OEM Strategic alliance Obstacles or bottle-necks (select one of the items below): Manufacturing apparatus Manufacturing technique Economies of scale Government policy Market demand Professional personnel

Note: For 2007 situation and 2020 scenario-technology industrialization, scale of 1 ~ 5, 1-very low; 2-low, 3-medium, 4-high, 5-very high, is specified. For questions of R&D mature time, 2020 scenario-preferential development strategy, and 2020 scenario-obstacle or bottle-neck, the best answers have to be checked by survey participants

<u>กระบวนการสำรวจและการประเมินข้อมูลเชิงสถิติ</u>

กระบวนการสำรวจดำเนินการสองรอบ เพื่อให้ได้การบรรจบกันของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยเมื่อได้ผลการสำรวจรอบแรก จะดำเนินการวิเคราะห์เชิงสถิติถึงคุณลักษณะและดัชนีชี้วัดของเทคนิคนาโนแต่ละเทคนิค โดยรายการเทคนิคนาโนที่แสดงในตารางที่ 3.1-8, 3.1-9, 3.1-10 จะถูกนำมาปรับปรุงจากผลการตอบแบบสอบถามในรอบแรก ซึ่งพบว่าแบบสอบถามในรอบสองจะลดจำนวนเทคนิคที่มีศักยภาพลงไปครึ่งหนึ่ง โดยเมื่อจัดทำแบบสำรวจรอบสองเสร็จ ก็ถูกส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบสำรวจรอบแรก และรวบรวมข้อมูลรอบสองมาวิเคราะห์ต่อไป

โดยในแบบสอบถามแต่ละเทคนิค จะให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลระดับความเชี่ยวชาญของแต่ละเทคนิค (Professional level 1 – 5) เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับคำตอบของผู้เชี่ยวชาญ โดยการให้น้ำหนักการเฉลี่ยดัชนีชี้วัดจะนำระดับความเชี่ยวชาญที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินตนเองในแต่ละเทคนิคมาคำนวณเชิงสถิติด้วย โดยหากระดับความเชี่ยวชาญเท่ากับ 5 จะให้น้ำหนัก 100%, Level 4: 75%, Level 3: 50% และหากระดับความเชี่ยวชาญต่ำกว่า 2 จะไม่นำมาพิจารณาในเทคนิคนาโนนั้น

ค่าเฉลี่ยของการเบี่ยงเบนมาตรฐานในการสำรวจรอบแรก เท่ากับ 1.09 ในขณะที่รอบสองเท่ากับ 0.74 แสดงให้เห็นถึงการบรรจบกันของความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลของ Nano material,

Nano electronic & semiconductor, Nano Bio Medicince แสดงในตารางที่ 3.1-12, 3.1-13 3.1-14 ตามลำดับ

ผลการสำรวจที่สำคัญ

สำหรับสถานะปัจจุบันในปี 2007 พบว่า ในกลุ่ม “Nano material” กลุ่มด้าน nano powder manufacturing และ nanocomposite material technique มีระดับความพร้อมเชิงเทคนิคและบุคลากรที่สูงกว่าด้านอื่นๆ ในขณะที่ในกลุ่ม “Nano electronic and semiconductor” พบว่ากลุ่มด้าน nano optoelectronic และ optical communication มีความพร้อมทั้งเชิงเทคนิคและบุคลากรมากกว่าด้านอื่นๆ และโดยภาพรวมพบว่า กลุ่ม “Nano bio medicine” มีความพร้อมเชิงเทคนิคและบุคลากรมากกว่าอีกสองกลุ่ม โดยกลุ่ม “Nano electronic and semiconductor” มีความพร้อมเชิงเทคนิคที่ต่ำสุด

สำหรับช่วงเวลาที่ R&D จะพร้อมต่อภาคอุตสาหกรม พบว่า สำหรับกลุ่ม “Nano material” และ “Nano electronic and semiconductor” จะพร้อมในช่วง 2010 – 2015 ในขณะที่กลุ่ม “Nano bio medicine” โดยส่วนใหญ่จะพร้อมในช่วง 2007 – 2010 โดยความพร้อมหลังช่วงเวลา 2015 มีตอบน้อยมากจนไม่มีนัยสำคัญ

เป็นที่น่าสนใจที่ “Nano bio medicine” ถูกคาดการณ์จากผู้เชี่ยวชาญว่าจะพร้อมก่อน “Nano electronic and semiconductor” ทั้งๆที่ ไต้หวันมีความเข้มแข็งในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์เป็นอย่างมา ซึ่งจากผลการสำรวจแสดงให้เห็นว่า การวิจัยและพัฒนาด้าน “Nano bio medicine” เป็นกลุ่มสาขาที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วในไต้หวันจนถึงขั้นคาดการณ์ว่าจะแซงกลุ่มอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับกลุ่ม “Six key emerging industries” ที่ได้พึ่งถูกเสนอโดยรัฐบาลไต้หวันในปี 2010 ที่กำหนดให้ Medical therapy และ Biotechnology เป็น 2 of 6 key emerging industries ในประเทศ

สำหรับ 2020 scenario ในส่วนของ technology industrialization คำตอบส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 2 – 4 โดยระดับความยากในการพัฒนาเทคโนโลยีของ CNT electronic device สูงถึง 4.4 แสดงให้เห็นถึงความยากของเทคโนโลยี CNT ในขณะที่ระดับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมของ Epitaxy technique and measurement และ Disk mastering สูงถึง 4.2 และ 4.1 ตามลำดับ สื่อถือการเป็นประเทศผู้นำด้านอุตสาหกรรม Optoelectronic and storage ในปี 2020 ซึ่งสอดคล้องกับค่าระดับความสามารถการแข่งขันที่สูงของกลุ่มโดเมนย่อยด้าน Nano optoelecronic and Optical communication, Nano storage และ Nanocomposite material technique

สำหรับแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีที่ต้องการสำหรับฉากทัศน์ 2020 คำตอบส่วนใหญ่ต้องการ self-R&D หรือ technology introduced from overseas ซึ่งคำตอบ self-R&D มีเป็นจำนวนมากอาจจะมาจากที่

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มาจากกลุ่มการศึกษาและวิจัย ในขณะที่การนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาใช้ในอุตสาหกรรมไต้หวันเป็นเรื่องพื้นฐานที่พบใน SMEs ในประเทศ นอกจากนี้ การสร้างพันธมิตรเชิงยุทธศาสตร์ถือเป็นจุดสำคัญต่ออนาคตของประเทศ โดยผู้เชี่ยวชาญสนับสนุนแนวทาง OEMs น้อยมาก และสนับสนุนการมุ่งสู่ self-R&D หรือ Brand building society เพื่อก้าวสู่ knowledge-based society ภายในปี 2020

สำหรับอุปสรรคหรือคอขวดที่ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่กังวลในปี 2020 ส่วนใหญ่จะเป็น “Manufacturing technique and market demand for nano material”; “Manufacturing technique for nano electronic and semiconductor”; และ “Economies of scale and professional personnel for nano bio medicine” ในขณะที่นโยบายภาครัฐดูจะไม่เป็นที่กังวลในปี 2020 โดยสำหรับอุตสาหกรรมด้านอิเล็กทรอนิกส์และเซมิคอนดักเตอร์ที่ไต้หวันมีความสามารถในการแข่งขันในระดับนานาชาตินั้น เรื่องของขนาดตลาดไม่เป็นที่กังวล ในขณะที่กลุ่มด้าน Nano Materials และ Nano bio medicine ที่ไต้หวันยังไม่สามารถเจาะตลาดนานาชาติได้นั้น จะเห็นได้ว่าความกังวลด้าน market demand และ economy of scale เป็นความกังวลหลัก ซึ่งหากไม่เกิดอุตสาหกรรมปลายน้ำหรือการสร้างแบรนด์จะส่งผลทำให้ไม่เกิด sustainable value chain จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง

<u>ประเด็นสำคัญจากการประชุมอภิปรายของผู้เชี่ยวชาญ</u>

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 25 คนที่ได้ตอบแบบสำรวจทั้งสองครั้ง เข้าร่วมประชุมการอภิปราย เพื่อต้องการระบุแนวโน้มและยุทธศาสตร์การพัฒนานาโนเทคโนโลยี โดยได้ข้อสรุปของความเห็นผู้เชี่ยวชาญดังนี้:

1. Nano material
    a. วัสดุถือเป็นพื้นฐานสำคัญหลักของการวิจัยฐาน จากผลการสำรวจ พบว่า ไต้หวัน มุ่งเน้นการทำ self-R&D หรือ Technology introduced from overseas แต่ขาดการสร้าง strategic alliance ในประเทศ ซึ่งจะผลกระทบเชิงลบต่อการพัฒนาโดยรวม
    b. วัสดุนาโน ถือเป็นสาขาที่มีการเติบโตและโอกาสที่สูงสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์
    c. Nanocomposite เป็นสาขาที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีและในอนาคตจะสามารถถูกประยุกต์ใช้ประโยชน์ในเทคนิค flexible electronics
    d. โดยทั่วไป ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยีและบุคลากรควรมาก่อนการประยุกต์ใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม โดยผลการสำรวจพบว่าอีกสองสาขา (Nano electronic, Nano bio medicine) มีความพร้อมทางเทคนิคและบุคลากรมากกว่า แสดงให้เห็นว่าด้าน Nano material จะมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้ามา มากกว่าพัฒนาเอง

e. การพัฒนาวัสดุที่สำคัญและนาโนเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมวัสดุและการพัฒนาวัสดุต้นน้ำ ในขณะที่การประยุกต์ใช้วัสดุปลายน้ำควรบูรณการร่วมกันเพื่อให้เกิดห่วงโซ่คุณค่าที่ยั่งยืน (sustainable value chain)

2. Nano electronic and semiconductor
    a. ความก้าวล้ำของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเซมิคอนดักเตอร์ของไต้หวัน เนื่องจากความได้เปรียบทางนาโนเทคโนโลยีของประเทศ ผลการสำรวจแสดงศักยภาพการแข่งขันด้าน Nano optoelectronic, optical communication,และ Nano storage ที่สูงในปี 2020 แสดงให้เห็นว่าเป็นสาขาย่อยที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วและมีความสำคัญที่จะต้องเร่งลงทุนผลักดัน
    b. การบูรณาการนาโนเทคโนโลยีและ flexible electronics จะเป็นสาขาที่เกิดใหม่และเติบโตจะเป็นจุดโฟกัสสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ ควรมียุทธศาสตร์ที่เร่งการบูรณการดังกล่าว
    c. Self-R&D และ techniques introduced from overseas เป็นสองแนวทางการพัฒนาที่สำคัญ แต่การวิจัยด้าน optoelectronic จำเป็นต้องใช้ต้นทุน R&D ที่สูงกว่าการนำเข้าเทคโนโลยีมาก ในขณะที่ผลการสำรวจที่แสดงให้เห็นว่าแนวทาง OEM และ Strategic alliance ไม่เป็นที่นิยม น่าจะมาจากสาเหตุที่ผู้ตอบแบบสำรวจส่วนใหญ่มาจากฟากวิชาการและวิจัย ซึ่งในความจริง OEM และ Strategic alliances เป็นสองแนวทางการพัฒนาจากมุมมองของฟากอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่

3. Nano bio medicine
    a. Nano bio medicine เป็นสาขาที่ไต้หวันมีความเข้มแข็งด้านพื้นฐานการพัฒนาในระยะสั้น
    b. เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ โฟกัสเกี่ยวกับวัสดุ การสังเคราะห์ การผลิต และการกระจายเทคโนโลยี จึงไม่แปลกใจที่ระดับความพร้อมจะให้ความสำคัญกับระยะสั้น อย่างไรก็ตามหากการสำรวจให้ความสนใจกับ ยาสำหรับการรักษา หรือ การวินิจฉัยแบบลุกล้ำร่างกายหรือเทคนิคที่คล้ายกัน จะพบการเสียเวลาในช่วงการประเมินความเสี่ยงต่อมนุษย์ของยาหรือเครื่องมือ ส่งผลกระทบต่อการประเมินระยะสั้น จึงเป็นข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาด้าน Biomedical ของไต้หวันในอนาคต

ตารางที่ 3.1-12 ผลการสำรวจเทคนิคนาโนต่าง ๆ ในกลุ่ม Nano material

		Nanotechnology domain													
		2007 situation		*R&D mature time*					*Technology industrialization*		*2020 scenario*		*Preferential technology development method*		
Sub-domain	*Investigated technique*	*A*[a]	*B*[a]	*C (%)*	*D (%)*	*E (%)*	*F (%)*	*G*[a]	*H*[a]	*I*[a]	*J*[a]	*K (%)*	*L (%)*	*M (%)*	*N (%)*
Nano material															
Nano powder manufacturing	Metallic nano particle coating material and device	3.7	3.3	63	37	0	0	2.9	3.3	3.4	3.7	42	31	11	16
	Polymeric nano powder manufacturing and packaging	3.6	3.5	29	68	4	0	2.8	3.4	3.2	3.8	42	30	16	12
Nano template manufacturing	Highly homogeneous nano template manufacturing	3.1	2.9	4	80	12	4	3.4	3.1	2.9	3.2	45	45	3	8
	Polymeric carbon template manufacturing	3.0	2.7	4	88	4	4	3.1	3.2	2.8	3.3	38	45	8	10
	Synthesis of polymeric carbon template and energy storage	2.4	2.3	4	64	24	8	3.6	3.1	2.9	3.1	34	53	3	11
Self-assembled nano structure technique	Self-assembled nano structure on ceramic substrate surface	2.5	2.3	7	71	21	0	3.5	2.7	2.5	2.5	28	57	11	4
	Self-assembled polymeric and supramolecular materials for optical communication application	2.2	2.5	4	57	32	7	3.6	2.5	2.4	2.3	32	46	8	14
Nanocomposite material technique	Polymeric nanocomposite material manufacturing technique	3.7	3.6	56	41	4	0	2.9	3.6	3.4	3.8	47	30	9	15
	Polymeric optical display substrate material	2.9	3.3	22	74	4	0	3.1	3.6	3.4	3.8	41	33	8	18
	Polymeric optical display thin film application process	3.2	3.2	59	33	7	0	3.1	3.7	3.4	4.1	40	33	8	19
Nano structural behavior and process simulation	Nano polymer	3.2	3.4	16	76	8	0	2.8	3.3	3.3	3.3	40	40	2	17
	Nano organic-inorganic composite	2.9	2.9	15	69	15	0	2.7	3.0	3.0	3.5	45	31	0	24
	Nano ball, tube, multi-layered thin film	3.2	2.8	12	69	15	4	3.0	2.9	2.9	2.8	29	49	0	22

Notes: [a] 1~5, 1 = very low; 2 = low, 3 = medium; 4 = high, 5 = very high. A = Degree of maturity; B = Degree of sufficiency of professional personnel; C = 2007 ~ 2010; D = 2010 ~ 2015; E = 2015 ~ 2020; F = 2020 ~ ; G = Degree of difficulty for technology development; H = Degree of technology competitiveness; I = Degree of sufficiency of R&D platform; J = Degree of industrial application; K = Self-R&D; L = Technology introduced from overseas; M = OEM; N = Strategic alliance

ตารางที่ 3.1-13 ผลการสำรวจเทคนิคนาโนต่างๆในกลุ่ม Nano Electronic&Semiconductor

		Nanotechnology domain													
		2007 situation		*R&D mature time*					*Technology industrialization*		*2020 scenario*		*Preferential technology development method*		
Subdomain	*Investigated technique*	*A*[a]	*B*[a]	*C (%)*	*D (%)*	*E (%)*	*F (%)*	*G*[a]	*H*[a]	*I*[a]	*J*[a]	*K (%)*	*L (%)*	*M (%)*	*N (%)*
Nano electronic and semiconductor															
Nano electronics	CNT electronic device	2.2	2.5	4	46	19	31	4.4	2.6	2.6	2.4	30	41	9	20
	Quantum device technique	2.3	2.5	4	48	12	36	4.0	2.9	2.6	2.5	21	48	10	21
	SiGe-HBT/OE	2.4	2.4	20	40	20	20	3.6	3.0	2.7	2.4	34	39	11	16
Nano optoelectronic and optical communication	Active and passive device	3.5	3.4	42	46	0	13	3.3	3.3	2.9	3.9	48	23	10	20
	Nano coating	4.0	3.5	72	12	8	8	2.8	3.9	3.9	3.9	45	14	25	16
	Epitaxy technique and measurement	3.8	3.5	60	20	12	8	3.3	3.8	3.8	4.2	36	30	16	18
	QD photonic device	3.4	2.9	13	63	17	8	3.6	3.0	3.2	3.4	37	35	14	14
Nano storage	Optic write/magnetic read technique	3.2	3.0	56	40	0	4	3.0	3.7	3.9	3.8	44	31	10	15
	Disc mastering	3.9	3.2	64	32	0	4	2.9	4.0	3.7	4.1	50	30	10	10
	Super-RENS	2.9	2.3	8	80	8	4	3.3	3.4	3.0	3.5	25	48	13	15
Nano display material and device technique	Integrated flexible TFT-LCD substrate	2.9	3.0	20	68	8	4	3.5	3.4	3.4	3.2	53	25	10	13

Notes: [a] 1~5, 1 = very low; 2 = low, 3 = medium; 4 = high, 5 = very high. A = Degree of maturity; B = Degree of sufficiency of professional personnel; C = 2007 ~ 2010; D = 2010 ~ 2015; E = 2015 ~ 2020; F = 2020 ~ ; G = Degree of difficulty for technology development; H = Degree of technology competitiveness; I = Degree of sufficiency of R&D platform; J = Degree of industrial application; K = Self-R&D; L = Technology introduced from overseas; M = OEM; N = Strategic alliance

ตารางที่ 3.1-14 ผลการสำรวจเทคนิคนาโนต่าง ๆ ในกลุ่ม Nano Bio Medicince

		Nanotechnology domain													
		2007 situation		*R&D mature time*				*Technology industrialization*			*2020 scenario* *Preferential technology development method*				
Subdomain	*Investigated technique*	*A*[a]	*B*[a]	*C (%)*	*D (%)*	*E (%)*	*F (%)*	*G*[a]	*H*[a]	*I*[a]	*J*[a]	*K (%)*	*L (%)*	*M (%)*	*N (%)*
Nano bio medicine															
Nano biomedical analysis	Preparation and detection of fluorescent nano particle	3.4	3.2	63	26	7	4	2.8	3.8	3.5	3.6	50	26	4	20
	Preparation and detection of metallic nano particle	3.5	3.1	67	15	15	4	2.7	3.4	3.2	3.5	44	29	6	21
	Technique for linking bio molecular and nano particle	3.3	3.2	56	30	11	4	3.5	3.6	3.2	3.5	43	27	6	24
Nano biomedical measurement	Nano wire biomedical sensor	3.2	2.9	31	52	10	7	3.3	3.2	3.1	3.1	40	35	6	19
	Bio chip manufacturing and diagnosis	3.7	3.7	62	24	7	7	3.0	3.3	3.3	3.7	48	27	12	13
	Protein chip	3.3	3.7	59	24	10	7	2.9	3.3	3.1	3.7	38	34	6	23
Nano biomedical material	Synthesis of nano porous material	3.2	3.4	55	35	6	3	3.0	3.3	3.3	3.4	41	43	2	13
	Nano particle distribution technique	3.7	3.1	68	26	3	3	3.0	3.5	3.3	3.5	50	31	4	15
	Antibacterial TiO_2 nano particle technique	3.9	3.6	84	13	3	0	2.7	3.7	3.4	4.3	50	29	4	17
Nano biomedicine	Nano capsule manufacturing	3.2	3.0	63	26	0	11	3.0	3.3	3.3	3.3	44	25	13	19
	Synthesis of catalytic nano material	3.5	3.1	67	11	15	7	3.0	3.4	3.3	3.4	51	32	2	15
	Miniaturizing medical particle	3.6	3.5	63	26	11	0	3.0	3.4	3.2	3.5	51	29	4	16

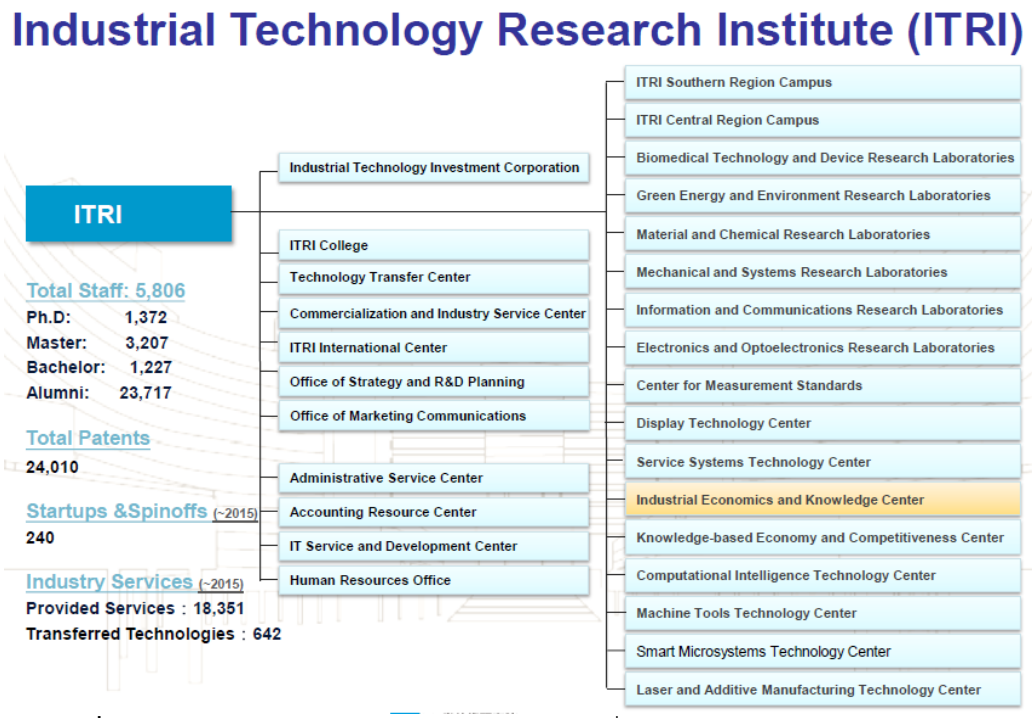
Notes: [a] 1~5, 1 = very low; 2 = low, 3 = medium; 4 = high, 5 = very high. A = Degree of maturity; B = Degree of sufficiency of professional personnel; C = 2007 ~ 2010; D = 2010 ~ 2015; E = 2015 ~ 2020; F = 2020 ~ ; G = Degree of difficulty for technology development; H = Degree of technology competitiveness; I = Degree of sufficiency of R&D platform; J = Degree of industrial application; K = Self-R&D; L = Technology introduced from overseas; M = OEM; N = Strategic alliance

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมแห่งไต้หวัน (Industrial Technology Research Institute)

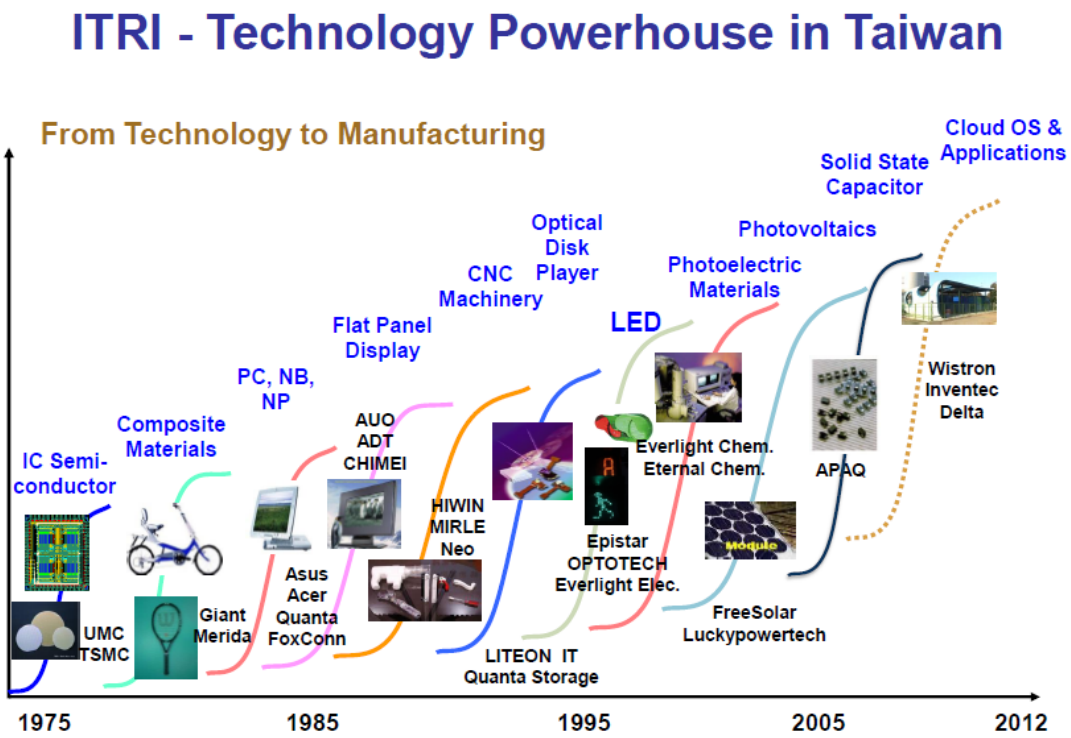
Su[1] (2016) จากหน่วยงาน Industrial Economics and Knowledge Center (IEK) สถาบันวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมแห่งไต้หวัน (Industrial Technology Research Institute) นำเสนอแผนภาพอนาคตของงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไต้หวัน

โดย ITRI เป็นสถาบันที่เชื่อมโยงระหว่างภาครัฐกับภาคอุตสาหกรรมโดยมีศูนย์วิจัยในแต่ละด้านที่ทำวิจัยเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรม และมีการผลักดันให้เกิดการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง ทำให้อุตสาหกรรมในไต้หวันมีการพัฒนาไปได้ไกลผ่านศูนย์วิจัยนี้

[1] http://www.asianinnovation.org/usr/cmmn/file/fileDown.do?menuNo=300094&atchFileId=FILE_000000000000113&fileSn=2

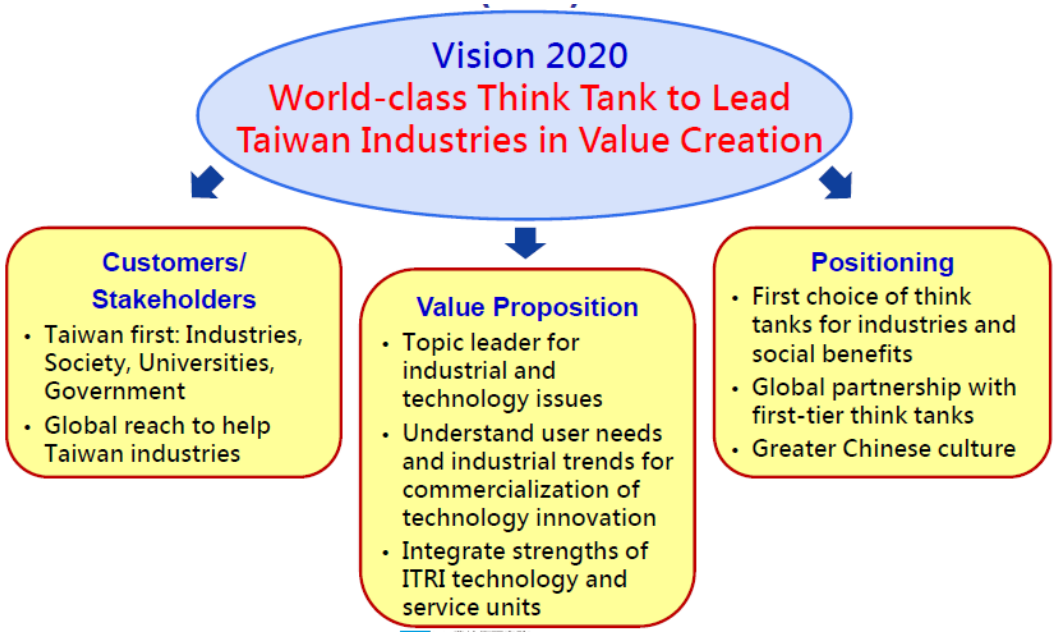


รูปที่ 3.1-25 แผนผังของหน่วยงาน EKI ของ ITRI ที่รับผิดชอบด้านการทำ Foresight

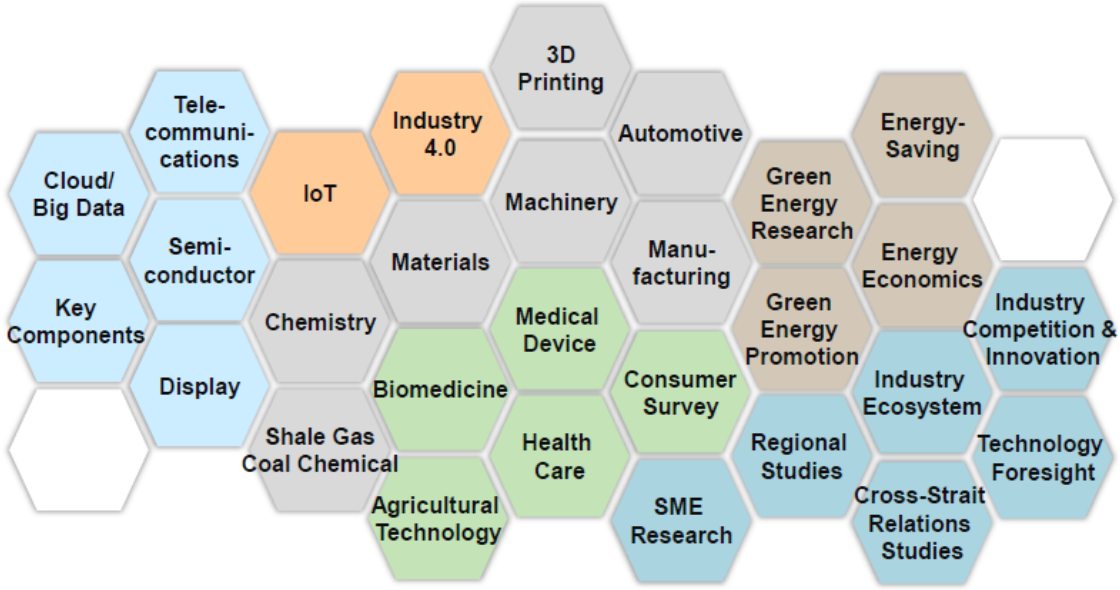


รูปที่ 3.1-26 พัฒนาการของเทคโนโลยีในแต่ละช่วงเวลาของไต้หวัน

ทั้งนี้ IEK ได้กำหนดวิสัยทัศน์ในปี 2020 ไว้ว่าไต้หวันจะเป็น World-class Think Tank to lead Taiwan Industries in Value Creation และมีงานวิจัยในหลากหลายสาขาดังรูปที่ 3.1-27



รูปที่ 3.1-27 วิสัยทัศน์ในปี 2020 ของไต้หวัน



รูปที่ 3.1-28 งานวิจัยในหลากหลายสาขาของไต้หวัน

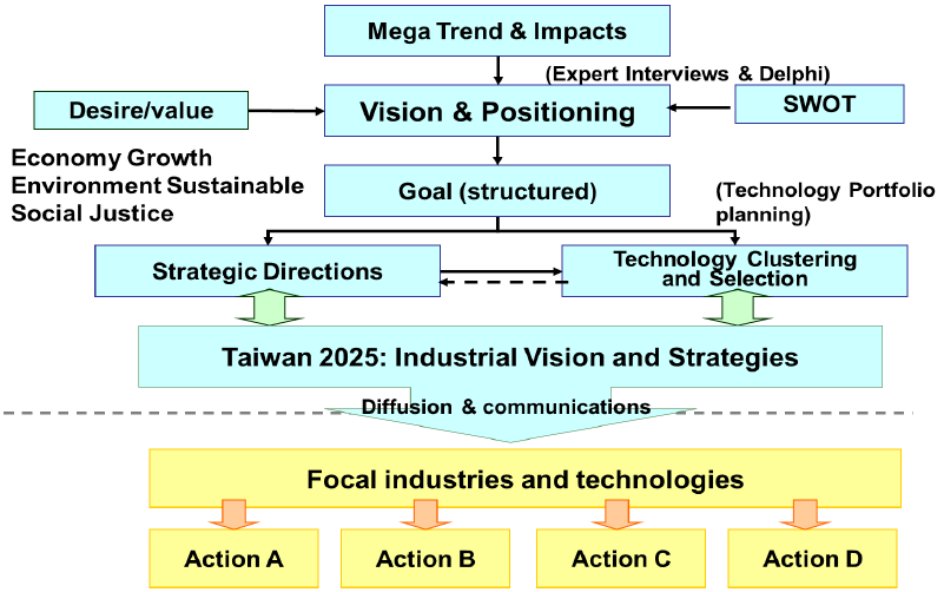
โดย IEK จะเป็น Think Tank ของรัฐบาลไต้หวันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีระบบนวัตกรรมทั้งในระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับโลก
2. การกำหนดนโยบายในภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม และอุตสาหกรรมการบริการ
3. การกำหนดนโยบายในด้านทุนมนุษย์ ได้แก่ อุปสงค์และอุปทานผู้เชี่ยวชาญสำหรับอุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง และการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ
4. การวิเคราะห์ภาวการณ์แข่งขันในประเทศและระหว่างประเทศ

ไต้หวันมีการจัดทำแผนภาพอนาคตสำหรับงานวิจัยในไต้หวันในระดับ 10 ปีขึ้นไป ซึ่งได้รับทุนจากกระทรวงเศรษฐกิจ (Ministry of Economic Affairs, Department of Industrial Technology)

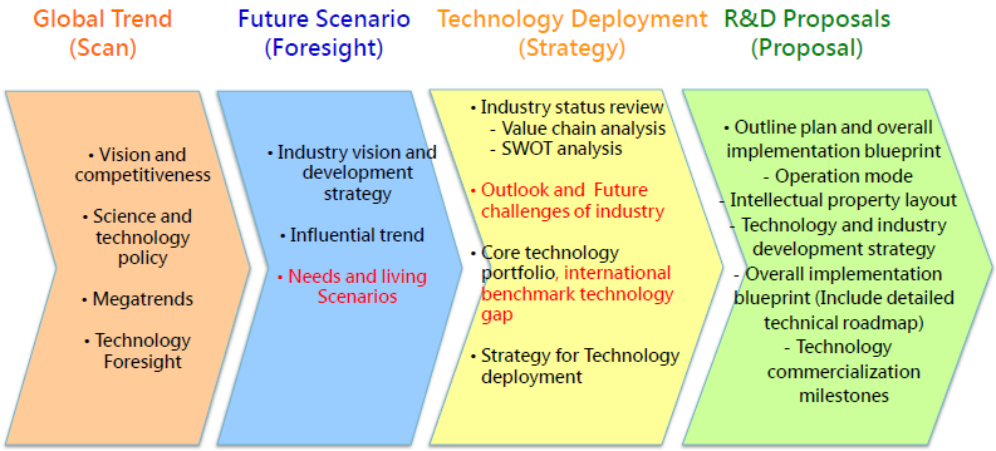
กระบวนการจัดทำแผนภาพอุตสาหกรรมของไต้หวันในปี 2025 แสดงในรูปที่ รูปที่ 3.1-29

1. การวิเคราะห์ Mega Trend และผลกระทบ
2. ใช้เครื่องมือการเขียนแผนภาพอนาคตโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและเดลฟาย
3. วิเคราะห์ SWOT และ คุณค่าที่ต้องการในด้านการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม และความเป็นธรรมในสังคม
4. แล้วจึงนำข้อมูลสามส่วนนี้มากำหนดวิสัยทัศน์และตำแหน่งเพื่อนำไปกำหนดเป้าหมายอย่างมีระบบ กำหนดทิศทางของกลยุทธ์ นโยบาย การกำหนดกลุ่มเทคโนโลยี



รูปที่ 3.1-29 กระบวนการจัดทำแผนภาพอุตสาหกรรมของไต้หวันในปี 2025

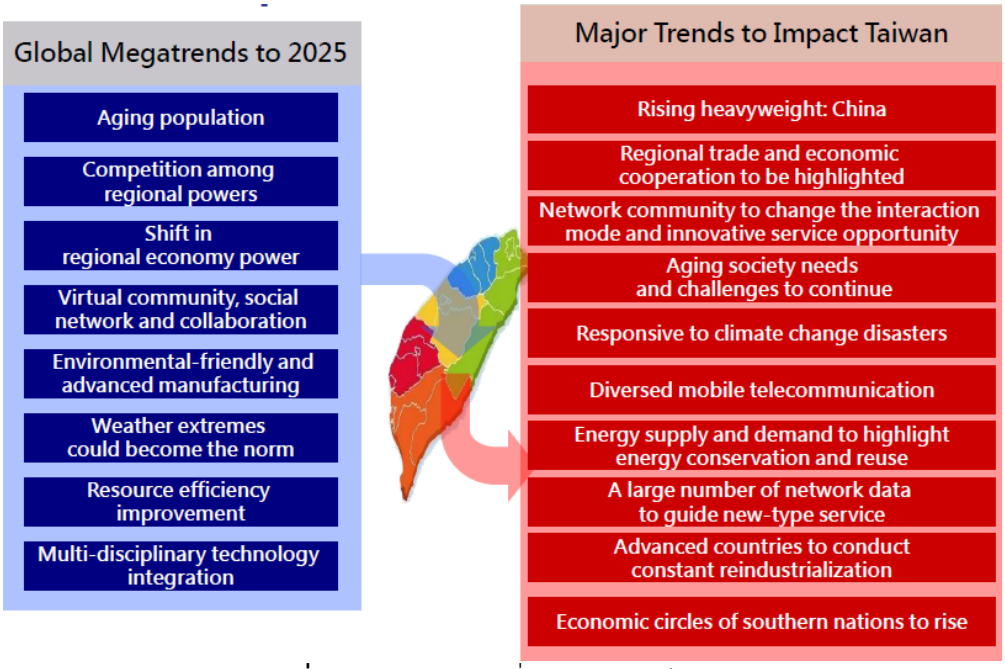
ขั้นตอนในการวางโครงร่างการวิจัยและพัฒนาโดยเริ่มจากการวิเคราะห์แนวโน้มของโลก การสร้างภาพในอนาคตออกเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต และกำหนดกลยุทธ์เพื่อนำเทคโนโลยีมาใช้ และการร่างข้อเสนอโครงการวิจัยที่สอดคล้องกับภาพในอนาคตและแนวโน้มของโลก ดังรูปที่ 3.1-30



รูปที่ 3.1-30 ขั้นตอนในการวางโครงร่างการวิจัยและพัฒนา

โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์ Mega Trend ของโลกและผลกระทบต่อไต้หวันแสดงดังรูปที่ 3.1-31 โดยแนวโน้มที่มีผลกระทบต่อไต้หวันโดยตรงได้แก่ การเติบโตของประเทศจีน ความร่วมมือทางการค้าและเศรษฐกิจใน

ภูมิภาค สังคมสูงวัย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เทคโนโลยีด้านโทรคมนาคมที่หลากหลาย ความต้องการพลังงานที่สูงขึ้นก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและการใช้ซ้ำ การใช้ Big Data เพื่อการบริการ เป็นต้น



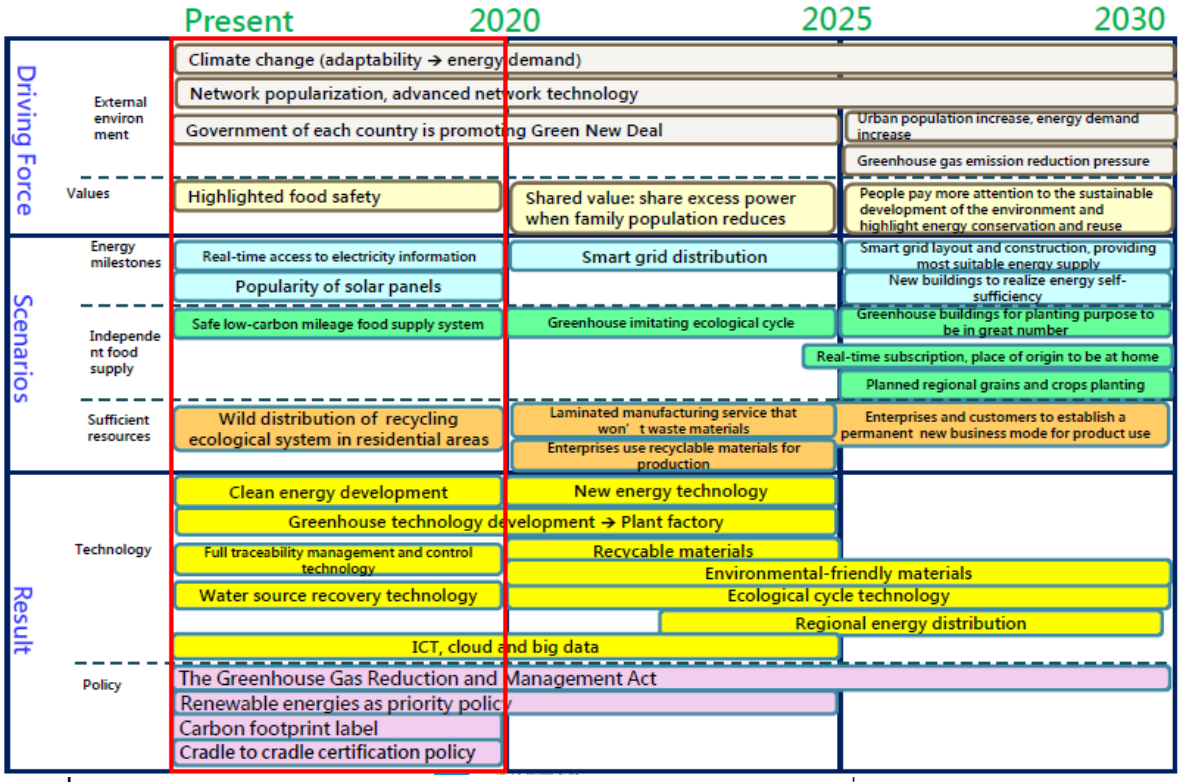
รูปที่ 3.1-31 แนวโน้มที่สำคัญสำหรับไต้หวัน

เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ใช้ ได้แก่ กรีนเฮ้าส์สำหรับปลูกพืช ระบบการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ การใช้ Big Data ในการปลูกพืช ระบบการจัดการวางแผนการเพาะปลูกพืช ระบบ Bionic Micro-Climate System การจัดการเพื่อการตามสอบแบบสมบูรณ์และเทคโนโลยีควบคุม ระบบการกรองอากาศ และระบบการสั่งซื้อแบบทันที ดังรูปที่ 3.1-32



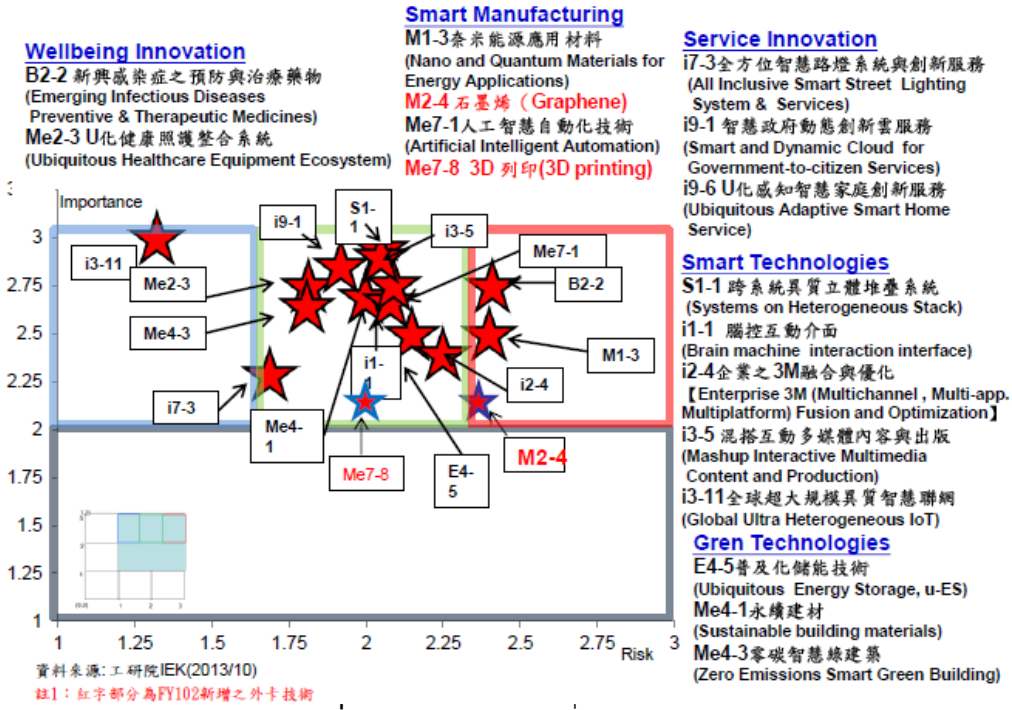
รูปที่ 3.1-32 สถานการณ์ที่มีแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่และมีโอกาสทางการตลาด

แรงขับได้แก่สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง รัฐบาลของแต่ละประเทศคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงสร้างสถานการณ์มาได้ 3 สถานการณ์ ได้แก่ Energy Milestones, Independent Food Supply, Sufficient Resources โดยยกตัวอย่างใน Energy Milestones ในปัจจุบันประกอบด้วย Real Time Access to Electricity Information และ Popularity of Solar Panel และมีเทคโนโลยีเกี่ยวกับ Clean Energy Developmentและในอนาคตเกี่ยวข้องกับ Smart Grid Technology ซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับ New Energy Technology, Plant Factory จึงควรมีนโยบายที่เกี่ยวกับ Renewable Energy ดังรูปที่ 3.1-33



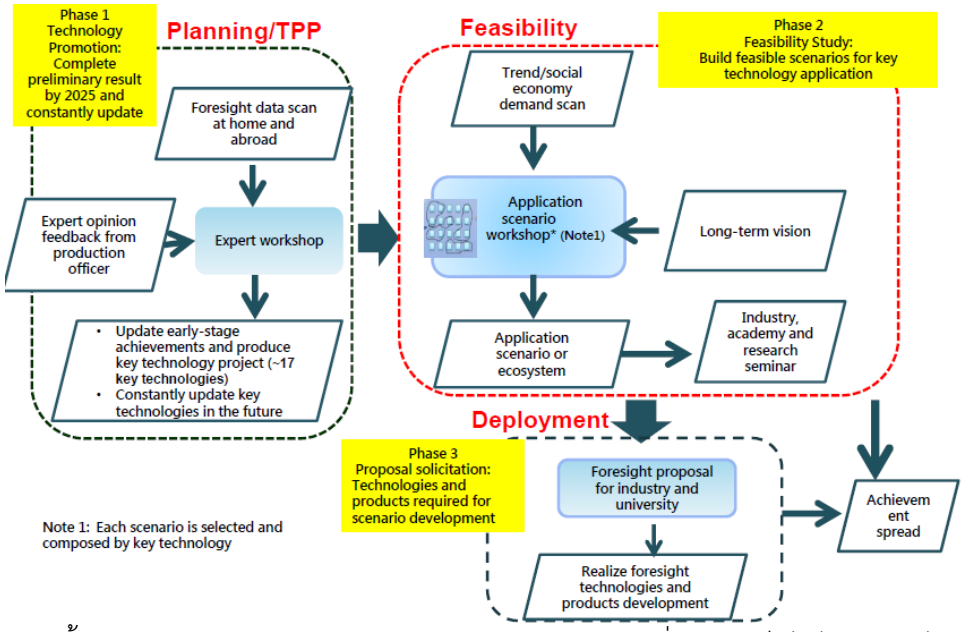
รูปที่ 3.1-33 Roadmap ของแรงขับ สถานการณ์ เทคโนโลยี และนโยบายที่คาดการณ์ในแต่ละช่วงเวลา

ในการกำหนดเทคโนโลยีนั้นมีการแบ่งตามความสำคัญและความเสี่ยงดังแสดงในรูปที่ 3.1-34 เช่น เทคโนโลยี Nano and Quantum Materials for Energy Application นั้นมีความสำคัญสูง แต่ก็มีความเสี่ยงสูงเช่นกัน จึงอยู่ในกรอบสีแดง ในขณะที่เทคโนโลยี Smart and Dynamic Cloud for government to citizen service มีความสำคัญสูง และมีความเสี่ยงปานกลางจึงอยู่ในกรอบสีเขียว

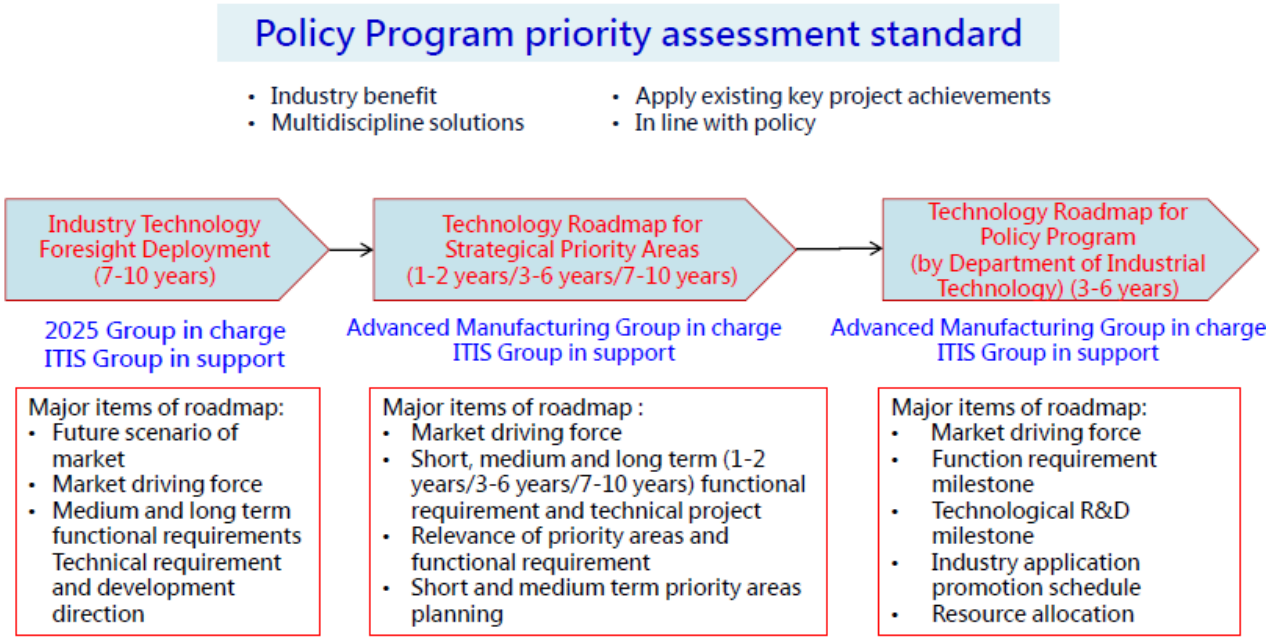


รูปที่ 3.1-34 เทคโนโลยีที่สำคัญในปี 2025

ขั้นตอนการเลือก Technology Portfolio Planning ที่มีความเป็นไปได้และนำไปปรับใช้ได้มี 3 เฟส เฟสแรกคัดเลือก Technology ได้แล้วจึงเริ่มเฟสสองซึ่งเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่สำคัญที่จะนำไปใช้ได้ และเฟสสามซึ่งเป็นเสนอโครงร่างเทคโนโลยีและสินค้าสำหรับสถานการณ์ที่พัฒนาขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.1-35



รูปที่ 3.1-35 ขั้นตอนการเลือก Technology Portfolio Planning ที่มีความเป็นไปได้และนำไปปรับใช้ได้



รูปที่ 3.1-36 การวางแผนของแผนที่นำทางสำหรับเทคโนโลยีแต่ละประเภท

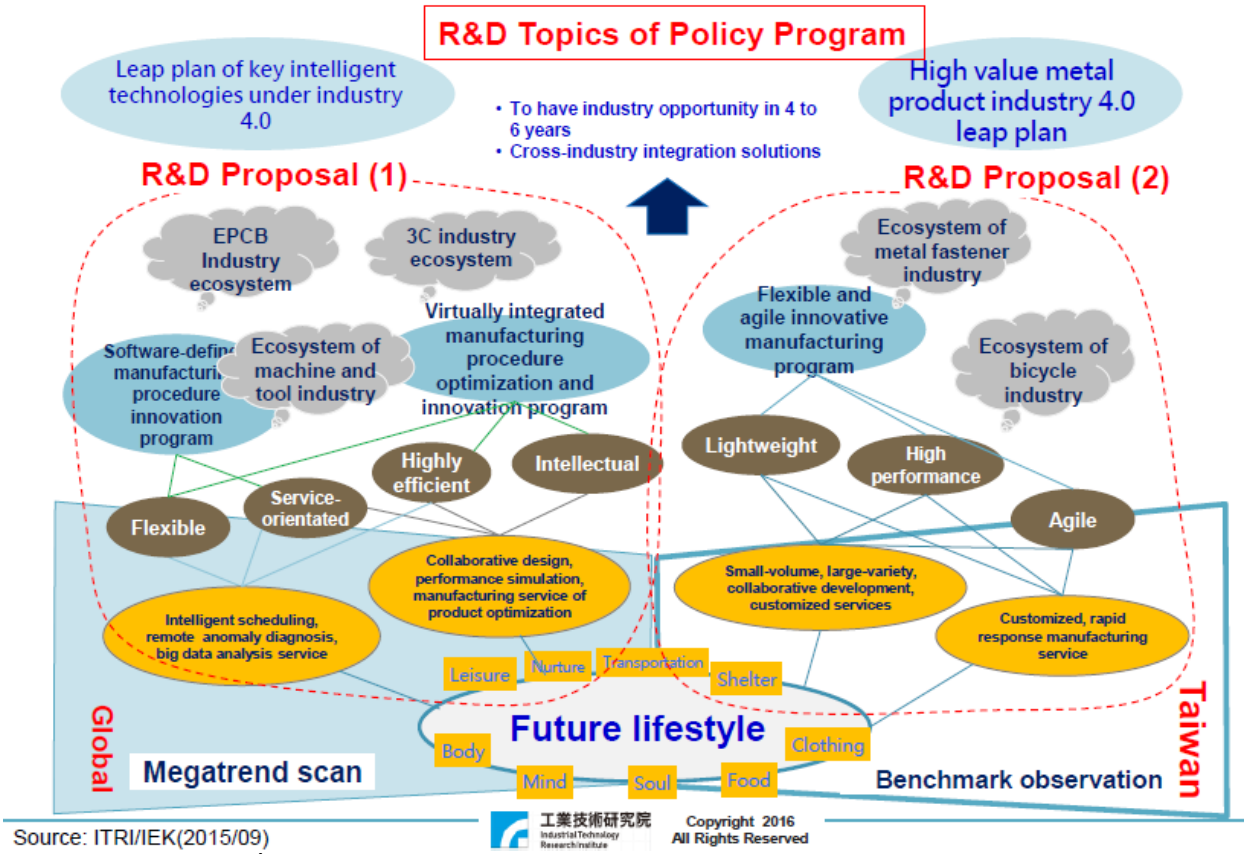
แผนที่นำทางสำหรับเทคโนโลยีแต่ละประเภทเพื่อการนำไปใช้จะแบ่งตามประเภทของอุตสาหกรรม โดยเริ่มจาก

ขั้นแรกเป็นการนำภาพอนาคตของเทคโนโลยีไปใช้ในช่วงเวลา 7-10 ปี โดยระบุสถานการณ์ในอนาคตของตลาด แรงขับเคลื่อน และระบุข้อกำหนดเชิงหน้าที่และเทคนิคของเทคโนโลยีในระยะกลางและระยะยาว พร้อมทั้งทิศทางในการพัฒนา

ขั้นที่สองแผนที่นำทางด้านเทคโนโลยีที่มีความสำคัญในเชิงกลยุทธ์ในแต่ละด้าน โดยระบุแรงขับเคลื่อนของตลาด ระบุข้อกำหนดเชิงหน้าที่และเทคนิคของเทคโนโลยีในระยะสั้น กลางและยาว ความเกี่ยวข้องกับความสำคัญในแต่ละด้าน และความต้องการเชิงหน้าที่ และระบุแผนระยะสั้นและระยะกลางในเทคโนโลยีแต่ละด้าน

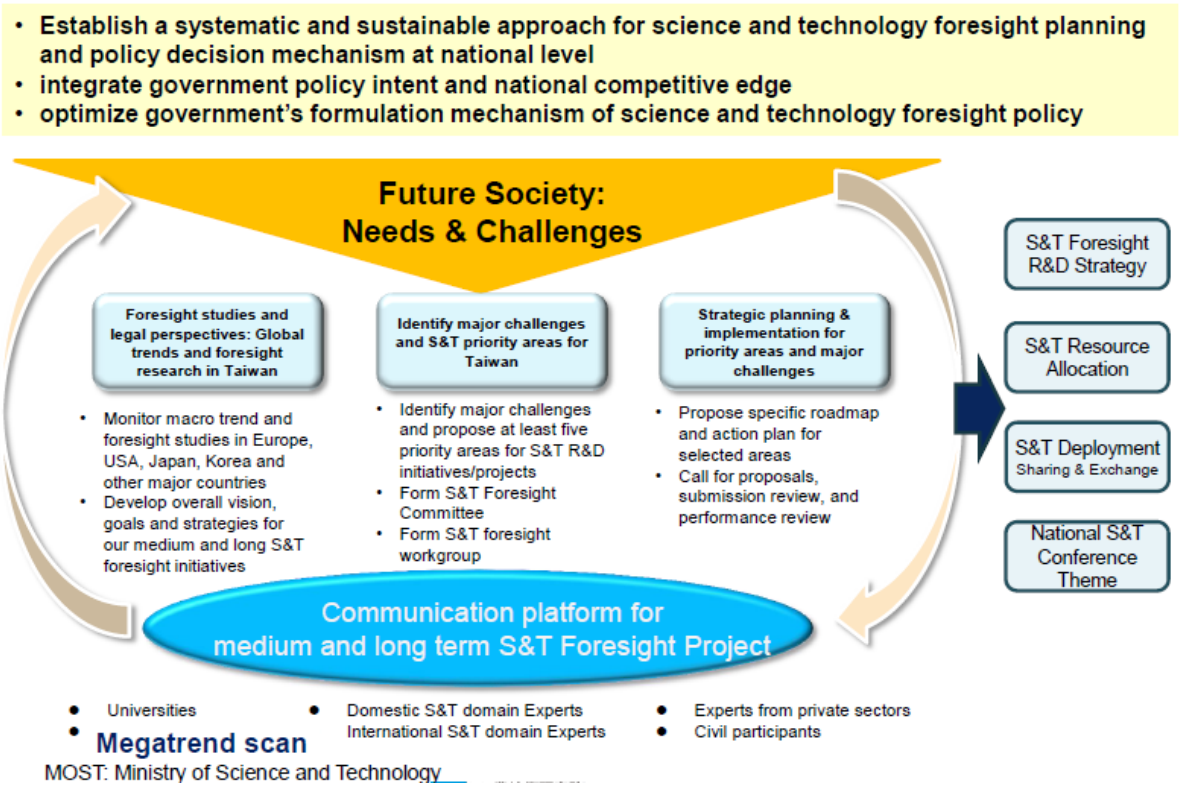
ขั้นที่สาม แผนที่นำทางด้านเทคโนโลยีสำหรับการกำหนดนโยบาย โดยระบุแรงขับเคลื่อนของตลาด กำหนดการของความต้องการเชิงหน้าที่และการวิจัยและพัฒนาของเทคโนโลยี ตารางการประชาสัมพันธ์สู่ภาคอุตสาหกรรม และการจัดสรรทรัพยากร ดังรูปที่ 3.1-36

กระบวนการแผนภาพอนาคตของเทคโนโลยีแบบ Top Down แสดงให้เห็นถึงการกำหนดโครงร่างของงานวิจัยที่ต้องทำเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการของแนวโน้มของโลก ดังรูปที่ 3.1-37

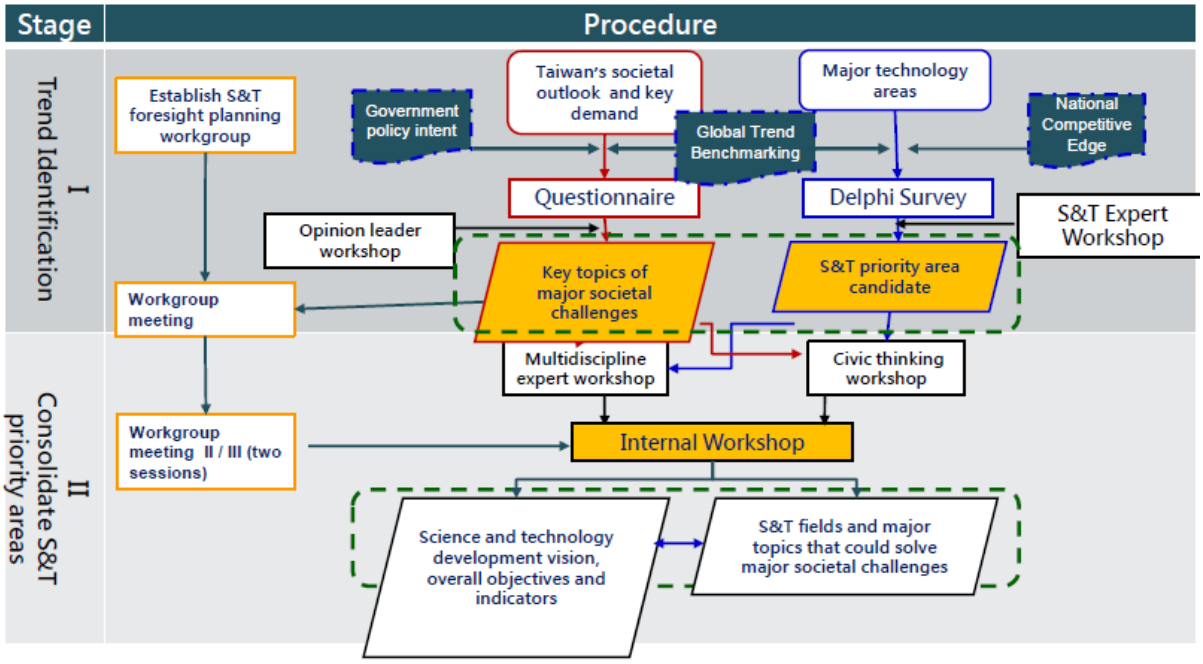


รูปที่ 3.1-37 กระบวนการแผนภาพอนาคตของเทคโนโลยีแบบ Top Down

ความท้าทายของการมองภาพอนาคตของไต้หวัน ได้แก่ กลไกในการจัดทำภาพอนาคตของอุตสาหกรรมในไต้หวันได้เริ่มต้นและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่จะทำอย่างไรให้สามารถพัฒนานวัตกรรมที่นำไปใช้ได้จริงในอุตสาหกรรม ความท้าทายในปี 2025 ไต้หวันควรมีกลยุทธ์และแผนการดำเนินงานเชิงรุกพร้อมกับการปฏิบัติจริง ทำอย่างไรจึงสามารถสร้างกลไกที่เชื่อมโยงหน้าที่ที่หลากหลายในภาครัฐ สถาบันวิจัยและภาคเอกชนเข้าด้วยกัน โครงการและขั้นตอนในการจัดทำภาพอนาคตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกระทรวง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงดังรูปที่ 3.1-38

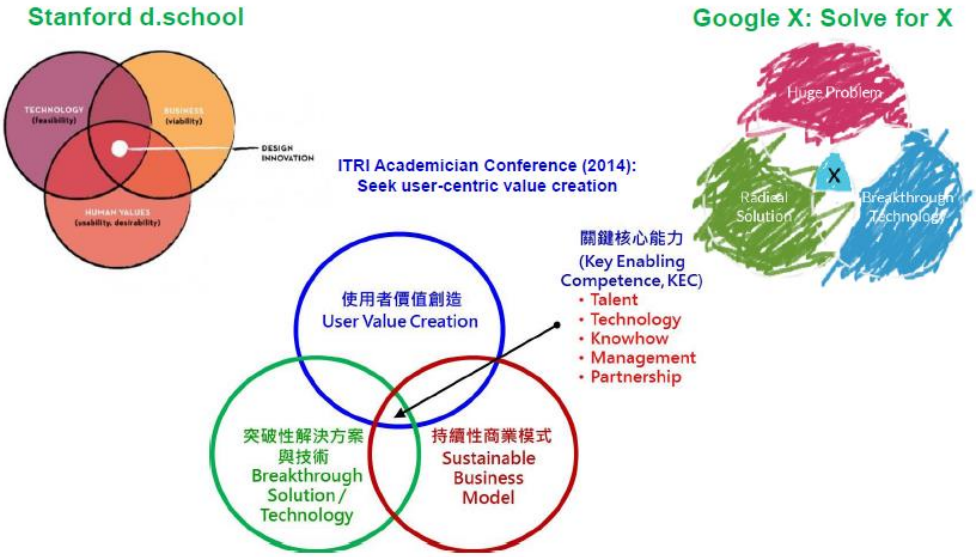


รูปที่ 3.1-38 โครงการภาพอนาคตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (MOST) ไต้หวัน



รูปที่ 3.1-39 ขั้นตอนของการเขียนภาพอนาคตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ MOST ไต้หวัน

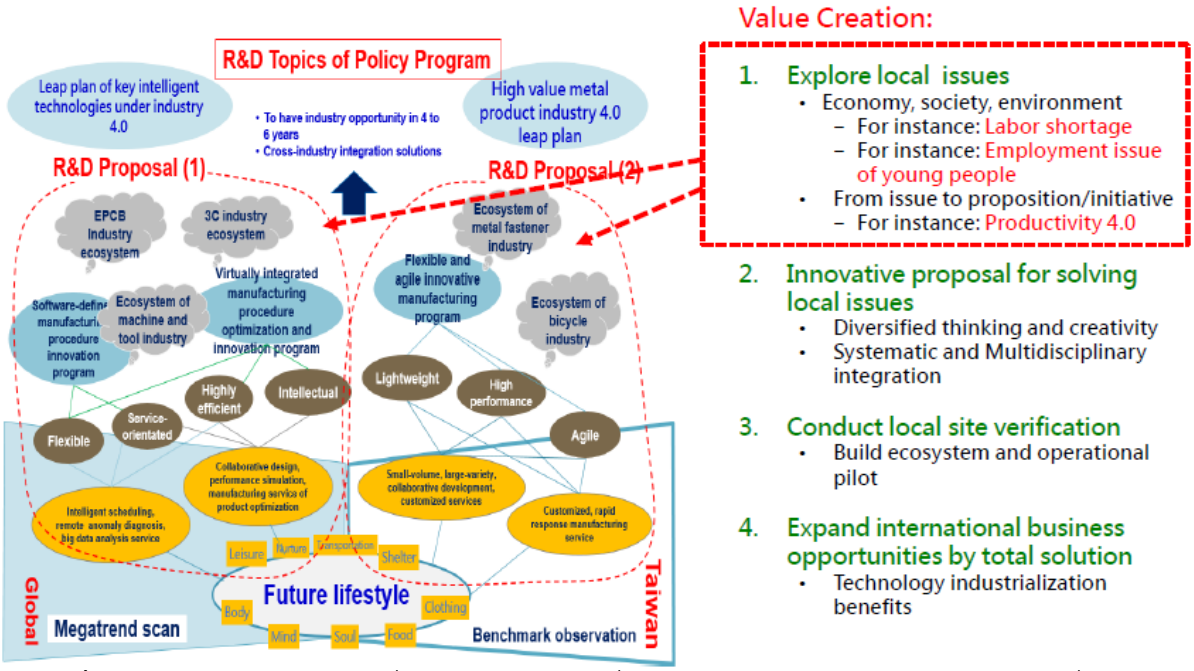
ทั้งนี้ ITRI ได้เทียบเคียงขั้นตอนของการพัฒนากลยุทธ์ซึ่งเทียบเคียงกับมหาวิทยาลัยชั้นนำ เช่น Standford และบริษัทเทคโนโลยีชั้นนำ เช่น Google X โดยมองที่ส่วนร่วมตรงกลาง (Intersection) ของวงกลมสามวง ได้แก่ User Value Creation, Breakthrough Solution/Technology และ Sustainable Business Model หมายถึง การพัฒนากลยุทธ์ที่พิจารณาปัจจัยทั้งสามด้านเพื่อให้เกิด Key Enabling Competence (KEC) ได้แก่ Talent, Technology, Knowhow, Management and Partnership



รูปที่ 3.1-40 Benchmark: Problem Centric and user-oriented technology/product/service development strategy

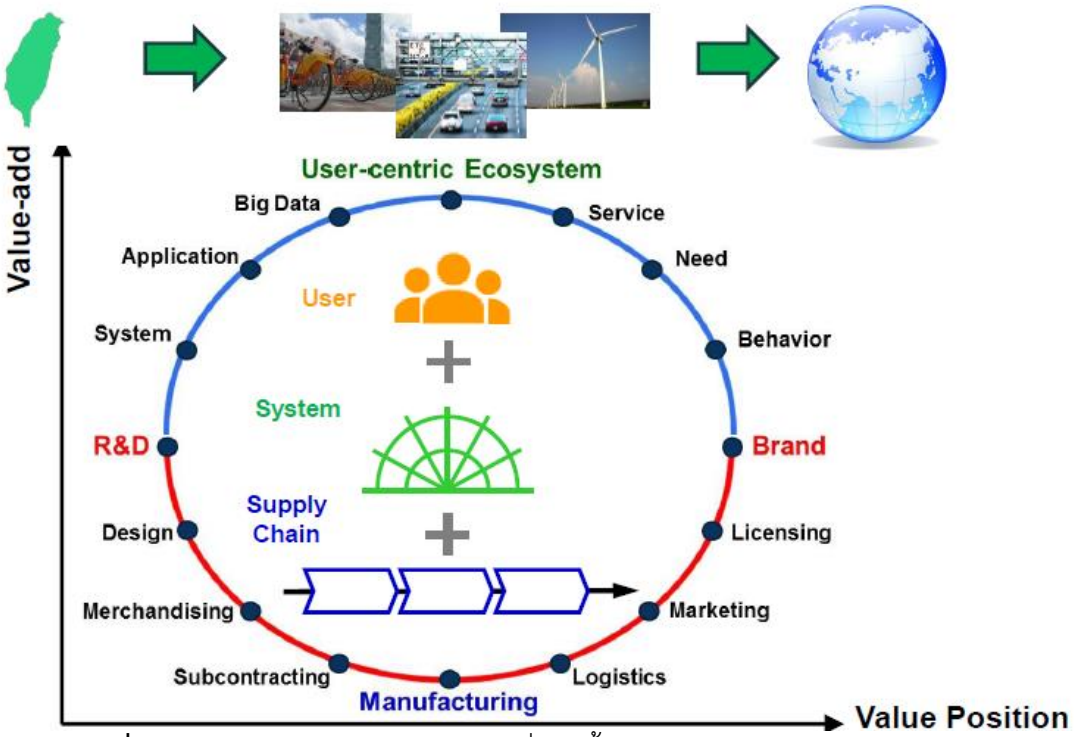
ตัวอย่างโครงร่างงานวิจัย

โครงร่างงานวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่สร้างคุณค่าในการแก้ปัญหาของส่วนท้องถิ่นในไต้หวัน เช่น การแก้ปัญหาแรงงานขาดแคลน การจ้างงานในวัยเด็ก การสร้างผลิตภาพในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังรูปที่ 3.1-41



รูปที่ 3.1-41 โครงร่างงานวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่สร้างคุณค่าในการแก้ปัญหาของส่วนท้องถิ่นในไต้หวัน

ไต้หวันใช้ Smart Cities เพื่อจัดตั้งระบบ User-Centric Ecosystem ซึ่งในวงกลมจะประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ ได้แก่ User-Centric Ecosystem, Service, Need, Behavior, Brand, Licensing, Marketing, Logistics, Manufacturing, Subcontracting, Merchandising, Design, R&D, System, Application, Big Data ซึ่งประกอบด้วยผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทาน ระบบ และ ผู้ใช้งาน โดยอยู่ในสองแกน คือ แกนตั้งเป็นมูลค่าเพิ่มและแกนนอนคือคุณค่าที่เสนอ เช่น การผลิต (Manufacturing) มีการเพิ่มมูลค่าค่อนข้างน้อยและมีตำแหน่งคุณค่าปานกลาง ในขณะที่ตราสินค้ามีมูลค่าเพิ่มปานกลางแต่มีตำแหน่งคุณค่าสูง



รูปที่ 3.1-42 ไต้หวันใช้ Smart Cities เพื่อจัดตั้งระบบ User-Centric Ecosystem

การมองภาพอนาคตเทคโนโลยีการเกษตรของประเทศไต้หวันในปี 2025

<u>วัตถุประสงค์โครงการ</u>

นี่เป็นครั้งแรกที่ไต้หวันทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากโดยใช้วิธีการของ Delphi มีจุดประสงค์เพื่อแยกแยะหัวข้อการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดอนาคตการเกษตรในไต้หวัน จากการประยุกต์ใช้ Roadmap โครงการแสดงคำแนะนำนโยบาย ณ สิ้นปี 2011 คำแนะนำดังกล่าวได้ถูกรวมเข้าไว้ในระเบียบวาระการวิจัยของสภาการเกษตรแห่งไต้หวัน (COA) ของรัฐบาลไต้หวันซึ่งเป็นหลักฐานตามประกาศของ COA

The Role of Agriculture in Taiwan (บทบาทของการเกษตรในไต้หวัน)

ไต้หวันเป็นหนึ่งในประเทศชั้นนำในด้านการเกษตรกึ่งเขตร้อนเมื่อหลายทศวรรษที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันการเกษตรได้สูญเสียในการงาน, การผลิตภายในประเทศ และการค้าระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรรมยังคงเป็นรากฐานของเศรษฐกิจและมีหน้าที่มากกว่าการผลิต เป็นการผลิตให้อาหารแก่มนุษย์ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่เราอาศัยอยู่ และเป็นการสร้างความมั่นคงทางสังคม

ไต้หวันในปัจจุบันเป็นที่รู้จักในด้านความสามารถในการผลิต (มี nominal GDP เท่ากับ 427 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และมี GDP (PPP) ต่อ capital เท่ากับ 35,000 ดอลลาร์สหรัฐ ในปี 2010) แต่ที่ผ่านมา ไต้หวันส่งออกผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีทางการเกษตรเป็นจำนวนมากไปยังหลายประเทศมาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ปี 1959

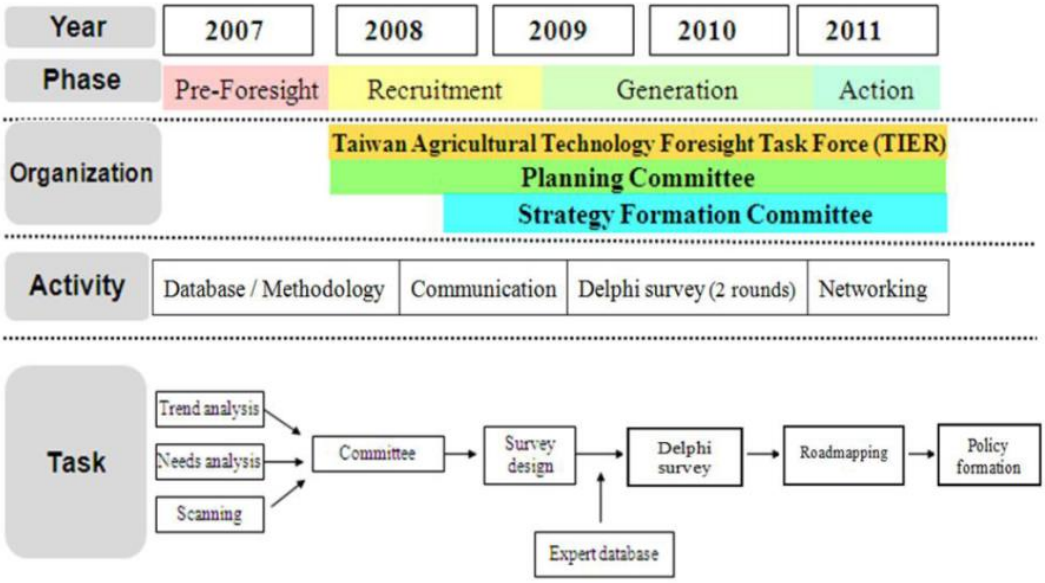
สินค้ามากกว่า 100 รายการได้ถูกส่งออกไปกว่า 60 ประเทศทั่วโลก ซึ่งปัจจุบันครึ่งหนึ่งทำงานอยู่ในแอฟริกา, ตะวันออกกลาง, ละตินอเมริกา และเอเชียแปซิฟิก

ข้อเท็จจริง คือ ไต้หวันมีพื้นที่ที่ดินทั้งหมดประมาณ 36,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งส่วนมากเป็นภูเขาหรือพื้นที่ลาดชัน เนื่องจากการเกษตรมีการปฏิบัติการส่วนใหญ่ในพื้นที่ราบ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 29 ของประเทศ และในฐานะที่ไต้หวันเป็นเกาะกึ่งเขตร้อนที่มีอุณหภูมิสูงและมีฝนตกหนัก ไต้หวันจึงมีความหลากหลายทางชีวภาพทางการเกษตร แต่ยังเหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ของแมลงและโรค นอกจากนี้ยังมีพายุไต้ฝุ่นบ่อย จึงทำให้เกิดภัยธรรมชาติในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงทุกปี

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมามีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในการส่งออกสินค้าเกษตรของไต้หวัน ปีที่แล้ว ไต้หวันส่งออกอ้อย, ข้าว, และเห็ดกระป๋องหรือหน่อไม้ฝรั่ง แต่ขณะนี้การส่งออกหลักของไต้หวันคือผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ (เช่นปลาทูน่า, ปลาไหล, ปลานิล) เครื่องหนังและขนนก และสินค้านำเข้าทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ข้าวโพด, ถั่วเหลือง, ไวน์, ยาสูบ, ผ้าฝ้าย, ไม้แปรรูป, เนื้อวัวและข้าวสาลี ในปี 1953 มูลค่าเฉลี่ยของการผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.3 ต่อปี และการส่งออกเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 9.3 อย่างไรก็ตาม ต้นปี 1970 การส่งออกสินค้าเกษตรลดลงน้อยกว่าการนำเข้าสินค้าเกษตร ในปี 2010 การนำเข้ามีมูลค่า 12.8 พันล้านUSD ส่วนการส่งออกมีมูลค่า 4 พันล้านUSD มูลค่าการผลิตจากการเกษตรประมาณร้อยละ 11.2 ของ GDP ในขณะที่การผลิตเบื้องต้น (Primary production) คิดเป็นเพียงร้อยละ 1.5 ของ GDP ในไต้หวัน

The Revitalization of Agriculture in Taiwan (การฟื้นฟูการเกษตรในไต้หวัน)

เพื่อฟื้นฟูภาคการเกษตรเพื่อตอบสนองความท้าทายของการเปิดเสรีการค้า (Trade liberalization), โลกาภิวัตน์ (Globalization), เศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-based economy) และโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) สภาการเกษตรของรัฐบาลไต้หวัน (COA) มอบหมายโครงการ *Taiwan Agricultural Technology Foresight 2025* แก่สถาบันวิจัยเศรษฐกิจไต้หวัน (TIER) โครงการมีระยะเวลาดำเนินงานทั้งสิ้น 4 ปี (2008-2011) โดยมีงบประมาณประจำปี 350,000 USD ซึ่งจะทำการคาดการณ์ต่อกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การสำรวจอุปสงค์, การวิเคราะห์แนวโน้มและนโยบาย, horizon scanning, visioning, การประกวดเรียงความ, การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ, การสำรวจ Delphi สองรอบ, การทำ Roadmap และการพัฒนาข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (แผนและลำดับความสำคัญในการพัฒนาระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว) ดังรูปที่ 3.1-43



รูปที่ 3.1-43 โครงสร้างของโครงการมองภาพอนาคตเทคโนโลยีการเกษตรของประเทศไต้หวันปี 2025

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุลำดับความสำคัญของการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ระยะยาวสำหรับการเกษตรในไต้หวัน เช่น เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและการดำรงชีวิตของเกษตรกร, พัฒนาวิธีการทำฟาร์มที่ประหยัดทรัพยากรและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสร้างความมั่นใจด้านความปลอดภัยของอาหารโดยการจัดทำระบบตรวจสอบย้อนกลับ วัตถุประสงค์เหล่านี้ถูกฝังอยู่ในวิสัยทัศน์ของการทำให้ไต้หวันเป็นสถานที่ที่ดีกว่าสำหรับการใช้ชีวิตในแง่ของการพัฒนาอุตสาหกรรม, การปกป้องสิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตโดยทั่วไป

สถาบันวิจัยเศรษฐกิจแห่งไต้หวัน (Taiwan Institute of Economic Research; TIER) จัดตั้งคณะทำงานประกอบด้วย นักวิจัย 6 คนและผู้ช่วย 2 คน เพื่อเรียนรู้เทคนิคการทำ Foresight จากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้รวบรวมฐานข้อมูลความต้องการทางสังคม, แนวโน้มของเทคโนโลยี, งานวิจัยที่เกี่ยวกับทรัพยากร, ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวกับนโยบายการเกษตรในระดับประเทศและทั่วโลก สภาการเกษตร (Council of Agriculture; COA) ได้สนับสนุนและอนุมัติโครงการจัดตั้งคณะกรรมการวางแผนซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ของรัฐ, ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรและนักวิจัยอาวุโสซึ่งรวมถึงนักสังคมศาสตร์และนักเศรษฐศาสตร์ คณะกรรมการวางแผนได้ตั้งเป้าหมายของโครงการในปี 2025 และจุดมุ่งหมายของการทำ Foresight คือ ระบุลำดับความสำคัญของการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในระยะยาวสำหรับการพัฒนาการเกษตรในไต้หวัน

Visioning for Research Topics (ภาพรวมของหัวข้อวิจัย)

คณะกรรมการกำหนดกลยุทธ์ประกอบด้วยคณะอนุกรรมการ 10 คณะ ซึ่งรับผิดชอบใน 10 สาขางานวิจัยของสภาการเกษตร หน้าที่ของคณะกรรมการคือการแสดงวิสัยทัศน์ในปี 2025 เพื่อกำหนดหัวข้อการวิจัยที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขเพื่อกำหนดอนาคตของการเกษตรในไต้หวันตามที่คณะกรรมการวางแผนคาดการณ์ไว้

ในปี 2009 คณะกรรมการจัดทำยุทธศาสตร์เสนอหัวข้อการวิจัยมากกว่า 100 หัวข้อสำหรับโครงการ ซึ่งสถาบันวิจัยเศรษฐกิจแห่งไต้หวันได้รวบรวมและจัดรูปแบบเพื่อเสนอต่อคณะกรรมการวางแผนได้คัดเลือกหัวข้อการวิจัย 74 หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามเดลฟาย

ในปี 2010 สถาบันวิจัยเศรษฐกิจแห่งไต้หวันได้แบบสอบถามออนไลน์โดยการทำเดลฟาย 2 รอบ มีผู้เข้าร่วมในการทำแบบสอบถามเดลฟายรอบแรกจำนวน 546 คน จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 675 คน คิดเป็น 80% และมีผู้เข้าร่วมทำแบบสอบถามเดลฟายรอบที่ 2 จำนวน 413 คน จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 546 คน คิดเป็น 76% ซึ่งจากการสำรวจแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัย 74 หัวข้อ โครงการรวบรวมดัชนีการพัฒนาอุตสาหกรรม, การคุ้มครองสิ่งแวดล้อม, คุณภาพชีวิต, ลำดับความสำคัญระดับชาติ และการสนับสนุนจากรัฐบาลตามลำดับ เพื่อที่จะวัดประสิทธิภาพในหัวข้อวิจัยด้านต่างๆ โดยที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีทั้งหมดในรอบที่สองมีค่าน้อยกว่าในรอบแรก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับการสำรวจด้วยวิธีเดลฟาย

โครงการนี้ได้รวบรวมปัจจัยที่สำคัญต่อประเทศไต้หวัน ซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม, การปกป้องสิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิต ซึ่งแต่ละปัจจัยมีน้ำหนักความสำคัญเท่ากันในการเสริมสร้างวิสัยทัศน์ของชีวิตให้ดีขึ้นในประเทศไต้หวัน ซึ่งได้มีการจัดอันดับหัวข้องานวิจัยที่มีความสำคัญระดับชาติ 10 อันดับแรก ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.1-15

หัวข้อการวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการในการกำหนดอนาคตการเกษตรของไต้หวันเพื่อปรับปรุงการดำรงชีวิตของเกษตรกร (อันดับที่ 2, 6 และ 8), เพื่อพัฒนาวิธีการทำฟาร์มที่ประหยัดทรัพยากรและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (อันดับที่ 3, 5, 7 และ 9), และเพื่อสร้างความมั่นใจด้านความปลอดภัยของอาหารโดยการจัดทำระบบตรวจสอบย้อนกลับ (อันดับที่ 4 และ 10)

จากการสำรวจแสดงให้เห็นว่ารัฐบาลควรสนับสนุนหัวข้อการวิจัยที่มีอันดับคะแนนสูงกว่าในเรื่องการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำเกษตรกรรมหลายบทบาท ในทางตรงกันข้ามหัวข้อการวิจัยที่มีอันดับคะแนนสูงในแง่ของการพัฒนาอุตสาหกรรม ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าความต้องการการสนับสนุนจากรัฐบาลน้อยกว่าเนื่องจากภาคเอกชนคาดว่าจะรับผิดชอบในด้านเหล่านี้ โดยหัวข้อการวิจัยทั้งหมดเหล่านี้ได้รวมอยู่ในวาระการวิจัยของสภาการเกษตร

ตารางที่ 3.1-15 หัวข้อการวิจัย 10 อันดับแรกของการคาดการณ์เทคโนโลยีการเกษตรของประเทศไต้หวันในปี 2025

10 อันดับแรกของการคาดการณ์เทคโนโลยีการเกษตรของประเทศไต้หวันในปี 2025
1. การพัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยที่ถูกต้อง, รวดเร็ว และง่ายดายสำหรับสารกำจัดศัตรูพืช
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการฟื้นฟูระบบนิเวศน์ของพื้นที่เพาะปลูกที่มีมลภาวะ, แหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งร้าง, การขุดพื้นที่น้ำใต้ดิน และพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่มีผลต่อระบบนิเวศการเกษตรของไต้หวันและการพัฒนามาตรการรับมือ
4. การพัฒนาชุดทดสอบความปลอดภัยแบบบูรณาการระบบติดตามและรับรองผลิตภัณฑ์อาหารเกษตร
5. การพัฒนาระบบการผลิตพืชผลโดยใช้พลังงานและปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับต่ำ รวมถึงใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. การพัฒนาเทคนิคการพยากรณ์และการตรวจสอบสำหรับเศษซากในพื้นที่ลาดชัน
7. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในน้ำบาดาล
8. การพัฒนาการตรวจสอบทรัพยากรสิ่งแวดล้อมเกษตรและเทคโนโลยีเตือนภัยล่วงหน้า
9. การพัฒนาเทคโนโลยีการอนุรักษ์และลดการปล่อยคาร์บอนและเทคโนโลยีการขนส่งสินค้าเกษตร
10. การอธิบายรูปแบบการส่งสัญญาณและกลไกการทำให้เกิดโรคของสัตว์และโรคติดเชื้อในมนุษย์

3.2 ประเทศที่มีความก้าวหน้านอกกลุ่มเอเชีย

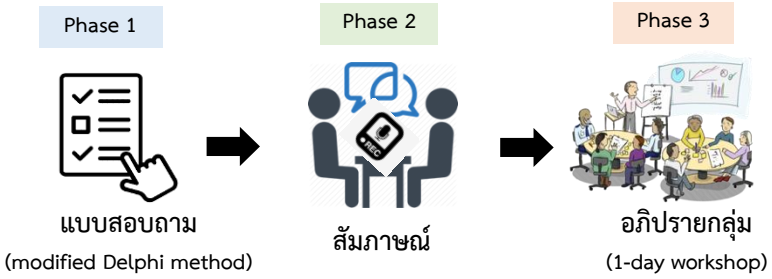
3.2.1 การจัดทำแผนภาพอนาคตด้านเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ของประเทศสหรัฐอเมริกา

ศูนย์เครื่องมือและสุขภาพรังสีวิทยา (Center for Devices and Radiological Health, CDRH) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่อยู่ภายใต้องค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration, FDA) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ดำเนินหน้าที่เป็นผู้ดำเนินงานการคาดการณ์อนาคตด้านเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 2007-2008 (Herman et al. 2007) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ที่กำลังเกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น เพื่อบ่งชี้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง (trend) หลักที่จะเกิดขึ้นภายใน 10 ปีข้างหน้า ซึ่งการประเมิน วิเคราะห์ และจัดทำแผนภาพอนาคตด้านเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์นี้ จะกำลังสำคัญหลักที่ช่วยเสริมการเตรียมพร้อมของ CDRH ทางด้านวิทยาศาสตร์ ในการกำกับดูแลผลิตภัณฑ์และสินค้าเครื่องมือแพทย์ ที่อาจจะบทบาทสำคัญต่อสุขภาพของประชากรในประเทศ

ในภาพรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการคาดการณ์อนาคต คือ แนวโน้มเทคโนโลยี 6 กลุ่มหลัก (major trend themes) ที่แตกแขนงออกเป็นเทคโนโลยี 24 ด้าน (technology areas) กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์เฉพาะเจาะจง (specific product groups) 91 กลุ่ม โดยเมื่อทำการประเมิน วิเคราะห์ และกลั่นกรองแล้วสามารถบ่งชี้เทคโนโลยีหลักจำนวน 13 ด้าน และผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์เฉพาะเจาะจงออกมาได้จำนวน 32 กลุ่ม ที่สำคัญจากจำนวนทั้งหมด ที่แสดงศักยภาพและความเป็นไปได้สูงสุดในการเข้ามามีบทบาทหรือผลกระทบอย่างสำคัญต่อสุขภาพประชากรภายในปี 2018 หรือในอีก 10 ปีข้างหน้า

การจัดทำการคาดการณ์อนาคตนี้ได้สำรวจความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นบุคลากรในระดับหัวหน้าทางด้านเทคนิคของ CDRH เอง และผู้เชี่ยวชาญอีก 15 คนที่ได้รับการคัดเลือกจากหลากหลายสาขาอาชีพที่ครอบคลุมทั้ง แพทย์ วิศวกร ผู้กำหนดนโยบายทางด้านการดูแลสุขภาพ (healthcare policymaker) ผู้ผลิต (manufacturer) นักคาดการณ์อนาคต (futurist) และนักวิเคราะห์เทคโนโลยี (technology analyst) โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้มีพื้นฐานการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ความสามารถอย่างโดดเด่นด้านนวัตกรรมเครื่องมือแพทย์และเทคโนโลยีระดับแนวหน้า (frontier technologies) มาอย่างยาวนาน มีตำแหน่งเป็นระดับหัวหน้าหรือผู้อำนวยการภายในองค์กรที่สังกัด รวมถึงได้รับการยอมรับในภาคการศึกษา การแพทย์ อุตสาหกรรม และองค์กรชั้นนำต่าง ๆ เช่น Institute of Medicine, the National Academy of Engineering, the Royal Society of London เป็นต้น ซึ่งความรู้ด้านข้อมูลเชิงลึก (insight) ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนนี้ถือเป็นจุดแข็งที่นำมาใช้เป็นกลยุทธ์ในการทำแผนภาพอนาคต

กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคตด้านเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ ได้แบ่งออกเป็น 3 เฟส (phase) ที่มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2-1 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2-1 ภาพรวมความคิดรวบยอดในการจัดทำแผนภาพอนาคต

เฟสที่ 1: จัดทำ trend themes และ technology areas ให้เป็นเสาหลักในการจำแนกและแบ่งหมวดหมู่ของเครื่องมือแพทย์ที่มีอยู่และกำลังจะเกิดขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือให้การให้คะแนน ความเห็น และคาดการณ์ specific product groups ที่มีความเป็นไปได้สูงสุดในการมีบทบาทและผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรโดยหัวข้อใน trend themes และ technology areas ได้มาจากการระดมความคิด แก้ไข คัดกรองอย่างถี่ถ้วนหลายรอบ (iterative solicitation and refinement) และสุดท้ายได้รับการลงมติจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 15 คน รวมกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นบุคลากรของ FDA อย่างเป็นเอกฉันท์ (consensus) โดย trend themes ที่สามารถนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม และ technology areas ที่ถูกแบ่งแขนงออกจาก trend themes ได้เป็น 24 ด้าน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2-1

เมื่อได้ trend themes และ technology areas แล้ว คณะผู้ดำเนินงานจึงได้จัดทำแบบสอบถามโดยใช้วิธี modified Delphi เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 15 คน ให้คะแนนในแบบสอบถามที่สะท้อนถึงความเป็นไปได้ในการนำใช้จริงในอีก 10 ปีข้างหน้า ซึ่งคะแนนจะถูกรวบรวมตาม specific product groups, technology areas และ trend themes จากนั้นคะแนนรวมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจะถูกส่งกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้ตรวจสอบ และผู้เชี่ยวชาญสามารถแก้ไขการให้คะแนนได้หลังจากได้เห็นคะแนนรวมของกลุ่มแล้ว อย่างไรก็ดี ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะไม่มีสิทธิเข้าถึงข้อมูลคะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนอื่น ๆ

เฟสที่ 2: สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 15 คนแบบตัวต่อตัว โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายการให้คะแนนในส่วนของ trend themes และ technology areas รวมถึงความคิดเห็นในการคาดการณ์แนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นซึ่งอาจเป็นในแง่บวก (optimistic interview comment) ว่าสามารถเกิดขึ้นได้อย่างแน่นอน หรือความคิดเห็นที่ยังเคลือบแคลงหรือสงสัย (skeptical interview comment) นอกจากนี้ให้ผู้เชี่ยวชาญยกตัวอย่างหรือคาดการณ์

ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ประกอบการให้คะแนน เพื่อนำมาประกอบการจัดลำดับ specific product groups ที่มีความเป็นไปได้สูงสุด ทั้งนี้ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง โดยการสัมภาษณ์ถูกดำเนินการโดยบุคลากรจาก FDA 2 คน และมีการบันทึกเสียงการสัมภาษณ์เพื่อประกอบการวิเคราะห์ต่อไป ทั้งนี้รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและสังกัดที่ทำงานได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2-2

ตารางที่ 3.2-1. Trend themes และ technology areas ในการจัดกลุ่มเครื่องมือแพทย์ (Herman et al. 2007)

TREND THEMES	TECHNOLOGY AREAS
ELECTRONIC TECHNOLOGIES	Computerized devices, IT systems Robotic devices Wireless systems
SYNTHETIC ORGANS/TISSUES and COMBINATION PRODUCTS	Artificial organ, organ assistive devices Combination products; Device + biological/pharmaceutical Materials-based devices Biocompatibility technologies Infection-inhibiting devices
INVASIVENESS REDUCING TECHNOLOGIES	Photonic devices Acoustic devices Molecular therapies Minimally invasive Tx technologies non-photonic, non-acoustic, non-"omic" Miniaturized devices Imaging Devices/Systems
DECENTRALIZED-CARE TECHNOLOGIES	Home/self care devices Portable/mobile devices Telemedicine systems
DEMOGRAPHIC TECHNOLOGIES	Aging-related devices Enhancement/augmentation products
DETECTION, DIAGNOSTIC, and MONITORING TECHNOLOGIES	Genomics, proteomics, metabolomics, epigenomics Early detection and diagnosis (non-"omic" technologies) Personalized medicine, "Customizable" devices Sensor technologies Patient monitoring systems

ตารางที่ 3.2-2 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คนและสังกัดที่ทำงาน (Herman et al., 2007)

Participant	Affiliation
Susan Alpert, M.D., Ph.D.	Advamed
Elise Berliner, Ph.D.	Agency for Healthcare Research and Quality
Clement Bezold, Ph.D.	Institute for Alternative Futures
Joseph F. Coates	Joseph Coates Consulting Futurist, Inc.
Molly J. Coye, M.D.	Health Technology Center
Kenneth Curley, M.D.	U.S. Army Medical Research and Materiel Command
Gilbert B. Devey	National Science Foundation
Warren Grundfest, M.D.	UCLA
William Heetderks, M.D., Ph.D.	National Institutes of Health
Peter Katona, Ph.D.	Whitaker Foundation, George Mason University
Jack Lasersohn	National Venture Capital Association
John Linehan, Ph.D.	Stanford University
John Parrish, M.D.	CIMIT, Harvard University
Diane Robertson	ECRI
Peter Wells, F.R.S.	Cardiff University, UK

เฟสที่ 3: จัดทำกลุ่มอภิปราย (workshop) 1 วัน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทุกคนมาเจอกัน และร่วมอภิปรายเป็นกลุ่มย่อย รวมถึงนำเสนอและอภิปรายในกลุ่มใหญ่ เพื่อเป็นการสอบทวนการให้คะแนนและคาดการณ์ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่มีความเป็นไปได้ในการนำสู่การใช้งานจริง

หัวใจหลักของการคาดการณ์อนาคตที่สำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้นี้ ได้แรงขับเคลื่อนสำคัญมาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับคัดเลือกให้ร่วมโครงการที่ครอบคลุมความก้าวหน้าในเทคโนโลยีทางการแพทย์ได้ทั้งหมด และคณะผู้ดำเนินงานของ FDA ที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และสกัดข้อมูลเชิงคุณภาพให้ได้ออกมาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ และนำไปสู่ผลลัพธ์ที่แสดงถึง technology areas และ specific product groups ที่แสดงศักยภาพและความเป็นไปได้สูงสุดในช่วงระยะเวลา 10 ปี ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จต่อการคาดการณ์อนาคตนี้ คือ (1) การออกแบบสอบถามที่นำไปสู่การคาดการณ์ specific product groups และ technology areas โดยอาศัยการออกแบบหมวดหมู่ trend themes และ technology areas รวมถึงตัวอย่างรายการผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในแต่ละ technology areas ร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรของ FDA ในเฟสที่ 1 (2) การสัมภาษณ์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เชี่ยวชาญได้คาดการณ์ในหัวข้อที่ตนเองมีความรู้และเชื่อมั่นในความเป็นไปได้มากที่สุดในเฟสที่ 2 และ (3) การจัดทำเกณฑ์การรวบรวมคะแนน เพื่อสกัด กลั่นกรอง และบ่งชี้ specific product groups และ

technology areas สำคัญที่มีศักยภาพและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นได้มากที่สุด โดยรายละเอียดแต่ละปัจจัยและข้อมูลที่สังเคราะห์ได้ มีดังต่อไปนี้

1) การออกแบบสอบถาม โดยอาศัยความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญในการช่วยตกผลึกความคิด เพื่อจัดทำหมวดหมู่ trend themes จำนวน 6 กลุ่ม และ technology areas จำนวน 24 ด้าน สำหรับการส่งกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 15 คนให้คะแนน ซึ่งรายละเอียดของแบบสอบถามได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.2-2

จะเห็นได้ว่า แบบสอบถามจะแบ่งตามช่วง trend themes ทั้ง 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมี medical device technology areas อยู่ในคอลัมน์ซ้ายมือสุด (คอลัมน์ที่ 1) ตัวอย่างแบบสอบถามในรูปที่ 2 แสดงตัวอย่าง trend themes จำนวน 2 กลุ่มจากทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ electronics (computer-related) technologies และ invasiveness reducing technologies นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับ medical device technology areas ในด้านนั้น ๆ จะถูกแสดงเป็นตัวอย่าง (illustrative examples) ในคอลัมน์ที่ 2 เช่น ในเทคโนโลยีด้าน minimally invasive technology area มีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น transdermal ultrasound surgery (e.g. HIFU), gated stereotactic radiosurgery (e.g. gamma knife, accelerator) ซึ่งตัวอย่างในรายการทั้งหมดนี้มี 168 ตัวอย่าง

ในการกรอกแบบสอบถาม ผู้เชี่ยวชาญต้องใส่ชนิดหรือตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ตนเองคิดว่าสำคัญและมีแนวโน้มเกิดขึ้นมากที่สุด (your most significant future examples) ในช่วงระยะเวลา 5-10 ปีในคอลัมน์ที่ 3 ซึ่งตัวอย่างนี้อาจมาจากรายการที่ให้ไว้ในคอลัมน์ที่ 2 หรือจากการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญเองและสามารถอยู่นอกเหนือจากรายการที่ให้ไว้ในคอลัมน์ที่ 2 ได้ ซึ่งในแต่ละ technology areas ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนต้องใส่ตัวอย่างอย่างน้อยที่สุดคนละ 2 ตัวอย่าง นอกจากนั้นผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะให้คะแนนตามเกณฑ์ 1 (น้อยที่สุด) ถึง 5 (มากที่สุด) ในคอลัมน์ที่ 4-10 เพื่อแสดงการคาดการณ์ดังนี้

- ความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงในช่วงระยะเวลาน้อยกว่า 5 ปี (Probability in < 5 yrs)
- ความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงในช่วงระยะเวลา 5-10 ปี (Probability in < 5-10 yrs)
- ความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงในช่วงระยะเวลามากกว่า 10 ปี (Probability in > 10 yrs)
- ผลกระทบต่อประชากร
- benefit
- risk
- overall importance

MEDICAL DEVICE TECHNOLOGY AREAS	ILLUSTRATIVE EXAMPLES	YOUR MOST SIGNIFICANT FUTURE EXAMPLES	PROBABILITY in < 5 yrs	PROBABILITY in 5-10 yrs	PROBABILITY in > 10 yrs	AFFECTED PATIENT POPULATION	BENEFIT	RISK	OVERALL IMPORTANCE
COMPUTER-RELATED TECHNOLOGIES		SCORE EACH ITEM 1 (LO) TO 5 (HI)							
Computerized devices, IT systems	* devices incorporating very complex software (i.e., complex systems potentially intractable to reliability analysis -- requiring new software validation/verification tools) * computer-aided diagnosis systems (incl. portable patient monitoring/diagnosis based on massive personal/reference data) * computer-aided radiology, pathology reading/interpretation * closed loop systems (incl. implants) * systems of interacting	Enter 1 example of "computerized medical devices or IT systems" in this cell and 1 or more in (b) thru (g) below							
		(b)							
		(c)							
		(d)							

MEDICAL DEVICE TECHNOLOGY AREAS	ILLUSTRATIVE EXAMPLES	YOUR MOST SIGNIFICANT FUTURE EXAMPLES	PROBABILITY in < 5 yrs	PROBABILITY in 5-10 yrs	PROBABILITY in > 10 yrs	AFFECTED PATIENT POPULATION	BENEFIT	RISK	OVERALL IMPORTANCE
INVASIVENESS REDUCING TECHNOLOGIES		SCORE EACH ITEM 1 (LO) TO 5 (HI)							
Minimally invasive technologies	* transdermal ultrasound surgery (i.e., HIFU) * gated stereotactic radiosurgery (e.g., gamma knife, accelerator, particle beam) * embolic microspheres * optical diagnostic, therapeutic devices	Enter 1 example of "minimally invasive technologies" in this cell and 1 in (b)							
		(b)							
Miniaturized devices	* nanotechnology products - therapy particle delivery/tags, antimicrobial particles, implant coatings, combination image-able therapeutic particles, diagnostic tags	Enter 1 example of "miniaturized devices" in this cell and 1 in (b) below							
		(b)							

รูปที่ 3.2-2 ตัวอย่างแบบสอบถาม (Herman et al., 2007)

การสัมภาษณ์ หลังจากได้ส่งคะแนนที่รวบรวมทั้งหมดไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน การสัมภาษณ์เป็นลักษณะ open format โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะต้องบ่งชี้และอภิปรายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดและมีแนวโน้มจะถูกพัฒนาเพื่อใช้จริงได้ในอีก 10 ปีข้างหน้า ระหว่างการสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเสียง และมีบุคลากรจาก FDA 2 คนช่วยสัมภาษณ์และคอยจดบันทึกตัวอย่างผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่ถูกกล่าวถึงโดยผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนี้เสียงและข้อมูลที่บันทึกไว้จะถูกวิเคราะห์ว่าเป็นการยืนยันข้อมูลที่ได้ตอบไปแล้วใน

แบบสอบถามก่อนหน้านี้หรือไม่ (confirmatory/non-confirmatory citation) และความคิดเห็นในการคาดการณ์ว่าแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นจริงเป็นเชิงบวกหรือเชิงลบ (positive or negative citation) ทั้งนี้ระหว่างการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญสามารถเปลี่ยนคำตอบที่เคยให้ไว้ได้ก่อนหน้านี้ในแบบสอบถาม ซึ่งในกระบวนการนี้มีผู้เชี่ยวชาญเพียงหนึ่งคนที่เปลี่ยนแปลงคำตอบ อย่างไรก็ดีคำตอบที่เปลี่ยนไปไม่ได้ส่งผลสำคัญต่อคะแนนรวม

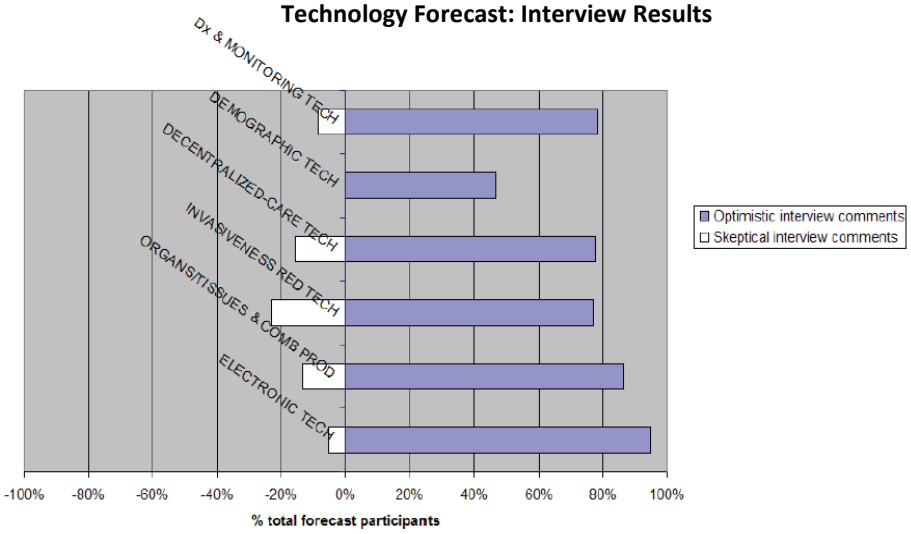
2) การจัดทำเกณฑ์การรวบรวมคะแนน โดยคะแนนที่รวบรวมได้จะถูกแบ่งตามหมวดหมู่ trend themes และแบ่งย่อยลง technology areas ทั้ง 24 ด้าน และระหว่างการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของ trend themes และ technology areas นั้น ๆ คะแนนจะถูกคัดแยกเพิ่มเติมเป็น 2 กลุ่ม คือ optimistic interview comment ที่อ้างอิงจาก positive confirmatory citation และ skeptical interview comment ที่อ้างอิงจาก negative confirmatory citation นอกจากนี้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ถูกระบุโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 501 ตัวอย่าง ได้ถูกรวบรวมโดยคณะทำงานตามกลุ่ม specific product groups ที่สะท้อนลักษณะการใช้งานจำพวกเดียวกันเป็นจำนวน 91 กลุ่ม โดยแต่ละ specific product groups ต้องมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ถูกอ้างอิงโดยผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป

ผลการประเมินแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ รวมถึงการวิเคราะห์คะแนนในแง่มุมต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้ โดยเริ่มจากคะแนนการประเมิน trend themes ในตารางที่ 3.2-3 จากตารางภาพรวมของ trend themes ทุก ๆ หมวดหมู่ มีการเกาะกลุ่มของคะแนนในเกือบทุกมิติที่ประเมินจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ เช่น ทุกหมวดหมู่มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลา 10 ปี (likelihood < 10 yrs) ที่ระดับคะแนนตั้งแต่ 4 ขึ้นไปจาก 5 คะแนนเต็ม (ไฮไลท์สีฟ้า) ซึ่งมากกว่าหรือเท่ากับ 80% มีผลกระทบต่อประชากรผู้ป่วย (affected patient population) อยู่ที่ระดับคะแนน 3.2-3.95 ซึ่งคิดเป็น 60-80% มีประโยชน์ (benefit) ในช่วงระดับคะแนนตั้งแต่ 4 ขึ้นไป ซึ่งมากกว่าหรือเท่ากับ 80% และมีความเสี่ยง (risk) อยู่ที่ระดับคะแนน 2.13-2.58 ซึ่งคิดเป็น ~50% ในส่วนของความสำคัญในภาพรวม (importance) พบว่ามีเพียง 2 หมวดหมู่ คือ decentralized-care technologies และ detection, diagnostic and monitoring technologies ที่มีระดับคะแนนมากกว่า 4 หรือคิดเป็นมากกว่า 80% ทั้งนี้จำนวนตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ (examples cited by participants) ที่ผู้เชี่ยวชาญควรจะต้องกรอกในแบบสอบถามอย่างน้อย 2 ตัวอย่างต่อ technology area 1 ด้านภายในหมวดหมู่นั้น ๆ พบว่าเมื่อรวมจำนวนทั้งหมดแล้ว มีเพียง 2 หมวดหมู่ คือ electronic technologies และ synthetic organs/tissues and combination products เท่านั้นที่ครบถ้วนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้

ตารางที่ 3.2-3 คะแนนเฉลี่ยแนวโน้มการคาดการณ์ในระดับหมวดหมู่ตาม trend themes (Herman et al., 2007)

MAJOR TREND THEMES Questionnaires: Scored by 100 %	Likelihood < 10 yrs	Likelihood > 10 yrs	Affected pt population	Benefit	Risk	Importance	Examples cited by participants	Panelists citing in questionnaire	Panelists Citing in interviews	Confirmatory interviews (+ expectations)	Citations in interviews
INVASIVENESS REDUCING TECHNOLOGIES	4.41	4.75	3.61	4.24	2.33	3.92	156	100%	100%	67%	70
ELECTRONIC TECHNOLOGIES	4.23	4.81	3.73	4.16	2.44	3.93	137	100%	100%	93%	58
DECENTRALIZED-CARE TECHNOLOGIES	4.21	4.81	3.87	4.18	2.13	4.17	85	100%	93%	86%	42
DETECTION, DIAGNOSTIC, and MONITORING TECHNOLOGIES	4.21	4.72	3.95	4.13	2.19	4.13	144	100%	87%	85%	31
SYNTHETIC ORGANS/TISSUES and COMBINATION PRODUCTS	4.16	4.72	3.30	4.32	2.58	3.83	162	100%	100%	93%	96
DEMOGRAPHIC TECHNOLOGIES	4.00	4.58	3.71	4.00	2.29	3.75	49	86%	47%	100%	9

เมื่อนำการอ้างถึง trend themes โดยตรง หรือ technology areas หรือ ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ที่อยู่ภายใน trend themes นั้น ๆ ระหว่างการสัมภาษณ์มาแยกเป็นความเห็นที่เป็นเชิงบวก หรือยังเคลือบแคลงในความเป็นไปได้ ตามข้อมูลที่ระบุใน 3 คอลัมน์สุดท้ายด้านขวามือในตารางที่ 3.2-3 มาประกอบการวิเคราะห์ จะสะท้อนความคิดเห็นในการคาดการณ์ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดได้ดังแสดงด้วยกราฟในรูปที่ 3.2-3



รูปที่ 3.2-3 ผลการสัมภาษณ์แนวโน้มการคาดการณ์ความเป็นไปได้ของ trend themes แต่ละหมวดหมู่ (Herman et al., 2007)

จะเห็นได้ว่าความคิดเห็นในการคาดการณ์แนวโน้มของ trend themes ในทุก ๆ หมวดหมู่โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด มีแนวโน้มเชิงบวก (กราฟแท่งส่วนสีม่วง) ในการเกิดขึ้นจริงมากกว่าความคิดเห็นที่ยังเคลือบแคลงในความเป็นไปได้ (กราฟแท่งส่วนสีขาว) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมวดหมู่ของ electronic technologies และ synthetic organs/tissues and combination products ที่มี % optimistic interview comments มากกว่า 80% ซึ่งสะท้อนตามจำนวนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ได้ยกตัวอย่างในแบบสอบถามครบถ้วยตามข้อกำหนด (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ดีหมวดหมู่ demographic technologies เป็นหมวดหมู่เดียวที่ไม่มี %negative interview comments ในขณะที่หมวดหมู่ invasiveness reducing technologies มี %negative interview comments มากที่สุด (> 20%) เมื่อเปรียบเทียบกับหมวดหมู่อื่น ๆ ภายใน trend themes

ผลการรวบรวมคะแนนในระดับ technology areas ที่แตกแขนงย่อยลงมาจาก trend themes จะเริ่มเห็นการกระจายของระดับคะแนนชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2-4 และสรุปไว้ในภาพรวมของแง่มุมต่าง ๆ ดังนี้

1. Likelihood < 10 yrs

ถึงแม้ว่าในภาพรวมของ trend themes คะแนนแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลา 10 ปี จะอยู่ที่ระดับ 4 ขึ้นไปจาก 5 คะแนนเต็ม แต่เมื่อแยกแบ่งลงมาแต่ละด้านของ technology area แล้วพบว่าจะมี 3 ด้าน ที่มีระดับคะแนนต่ำกว่า 4 หรือคิดเป็นน้อยกว่า 80% คือ

- miniaturized devices
- portable/mobile devices
- enhancement/augmentation products

2. Affected patient population

เมื่อวิเคราะห์ในแง่มุมของการมีผลกระทบต่อประชากรผู้ป่วย จากเดิมที่ทุก ๆ trend themes มีระดับคะแนนน้อยกว่า 4 พบว่าหากแบ่งย่อยลงสู่ระดับ technology area แล้ว จะมีอยู่ 4 ด้านที่คะแนนสูงกว่า 4 หรือคิดเป็นมากกว่า 80% คือ

- personalized medicine/“customizable” devices
- early detection and diagnosis (non-“omic” technologies)
- computerized devices, IT systems
- genomics, proteomics, metabolomics, epigenomics

3. Benefits

ในทำนองเดียวกันจากเดิมที่ทุก ๆ trend themes จะได้ระดับคะแนนตั้งแต่ 4 ขึ้นไป เมื่อแบ่งแขนงย่อยลงสู่ technology area แล้วพบว่ามีระดับคะแนนที่น้อยกว่า 4 และ สูงกว่า 4.5 สำหรับด้านที่มีระดับคะแนนสูงกว่า 4.5 หรือคิดเป็น 90% นั้น คือ

- infectious-inhibiting devices
- personalized medicine/ “customizable” devices

4. Risk

ในแง่มุมความเสี่ยง จะมี technology areas 2 ด้าน ที่มีระดับความเสี่ยงที่น้อยสุด < 2 หรือคิดเป็น 10% คือ

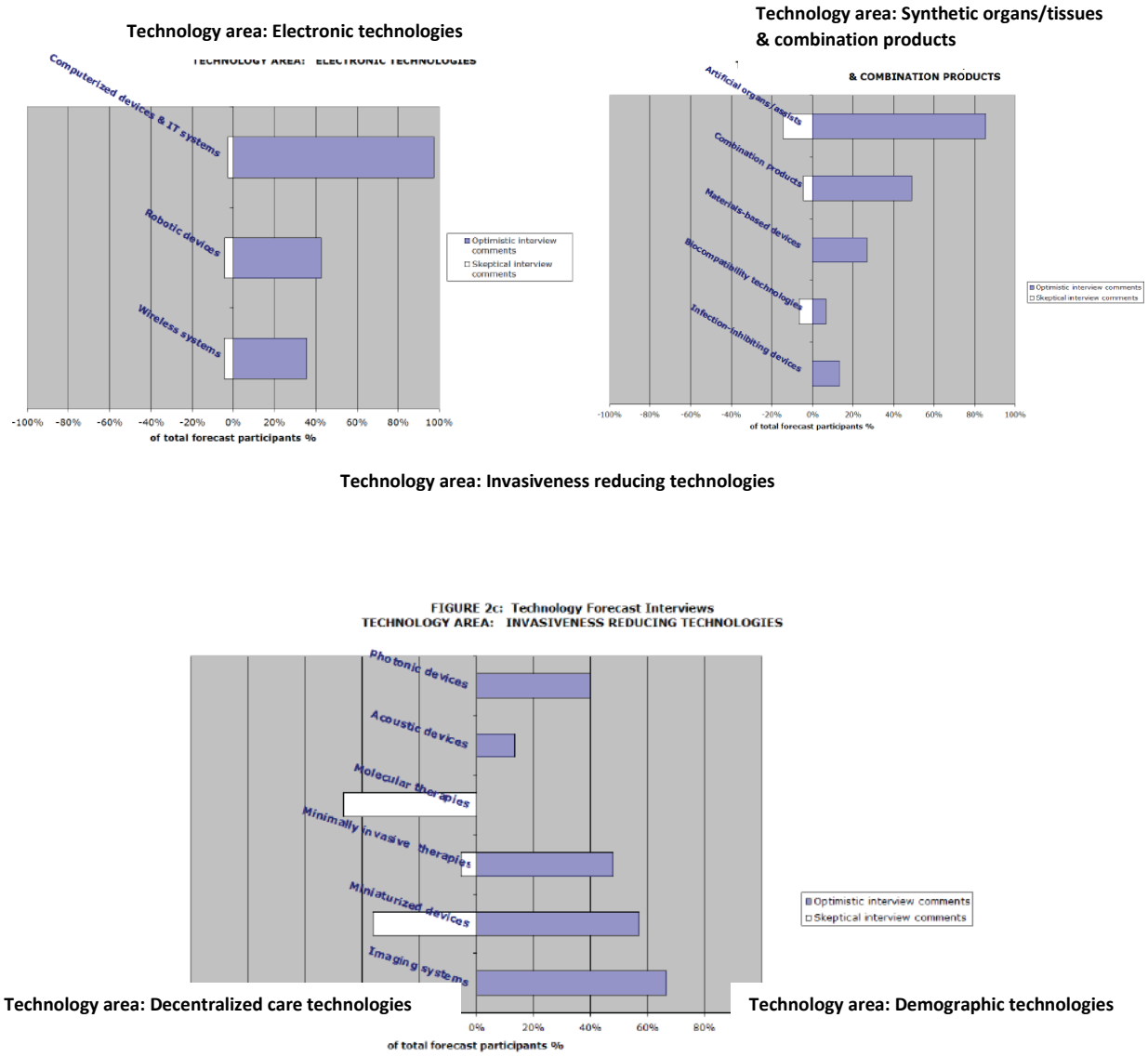
- sensor technologies
- acoustic devices
- telemedicine systems

ทั้งนี้ในส่วนของด้านความสำคัญพบว่ามีจำนวน technology areas 12 ด้านที่มีระดับคะแนนน้อยกว่า 4 และ 12 ด้านที่มากกว่า 4

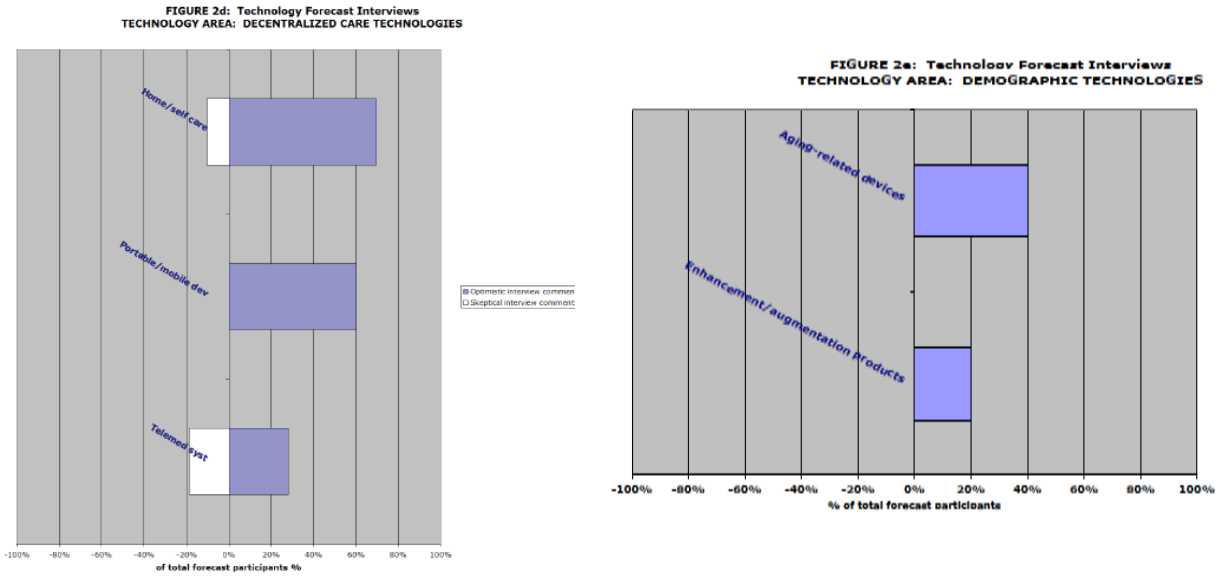
ตารางที่ 3.2-4 คะแนนเฉลี่ยแนวโน้มการคาดการณ์ในแต่ละด้านของ technology areas (Herman et al., 2007)

Table 4 TECHNOLOGY AREAS All Areas Scored by > 50 %	Likelihood < 10 yrs	Likelihood > 10 yrs	Affected pt population	Benefit	Risk	Importance	Examples cited by participants	Panelists citing in questionnaire	Panelists Citing in interviews	Confirmatory interviews (+ expectations)	Citations in interviews
Acoustic devices	4.71	5.00	3.52	4.38	1.76	3.86	21	57%	13%	100%	3
Telemedicine systems	4.56	4.88	3.68	4.08	1.96	4.16	25	71%	47%	57%	10
Imaging Devices/Systems	4.50	4.84	3.88	4.21	2.06	4.10	68	93%	67%	100%	21
Photonic devices	4.50	4.80	3.67	4.33	2.07	4.00	31	86%	40%	100%	10
Wireless systems	4.35	4.87	3.58	4.00	2.13	3.71	24	79%	40%	83%	9
Minimally invasive Tx technologies non-photonic/acoustic/omic	4.32	4.76	3.24	4.20	2.96	3.72	24	93%	53%	100%	10
Combination products device + biological/pharmaceutical	4.32	4.74	3.34	4.28	2.68	3.80	47	79%	53%	88%	12
Molecular therapies	4.30	4.60	3.50	4.40	2.70	4.00	10	50%	47%	0%	8
Computerized devices, IT systems	4.29	4.81	4.05	4.17	2.43	4.19	80	100%	100%	100%	38
Materials-based devices	4.28	4.67	3.67	4.47	2.47	3.67	19	71%	27%	100%	4
Home/self care devices	4.26	4.79	3.85	4.13	2.17	4.17	45	100%	80%	83%	23
Genomics, proteomics, metabolomics, epigenomics	4.21	4.63	4.17	4.08	2.25	4.22	24	79%	33%	100%	6
Biocompatibility technologies	4.19	4.69	3.06	4.00	2.50	3.75	16	57%	13%	50%	2
Patient monitoring systems	4.18	4.76	3.75	4.05	2.22	4.02	56	100%	73%	91%	10
Aging-related devices	4.17	4.69	3.66	3.91	2.03	3.69	35	86%	40%	100%	6
Infection-inhibiting devices	4.17	4.50	3.58	4.50	2.25	3.50	12	50%	13%	100%	2
Artificial organ, organ assistive devices	4.09	4.76	3.26	4.36	2.74	3.89	91	100%	100%	87%	76
Sensor technologies	4.08	4.68	3.80	4.16	1.76	4.20	26	86%	53%	88%	7
Robotic devices	4.04	4.78	3.19	4.22	2.67	3.52	27	93%	47%	86%	11
Personalized medicine, "Customizable" devices	4.00	4.68	4.06	4.50	2.11	4.47	19	79%	40%	50%	7
Early detection and diagnosis (non-"omic" technologies)	4.00	4.53	4.18	4.12	2.18	4.06	18	71%	7%	100%	1
Miniaturized devices	3.97	4.41	3.52	4.21	2.62	3.68	35	93%	93%	57%	18
Portable/mobile devices	3.94	4.77	3.89	4.23	2.23	4.09	36	93%	60%	100%	9
Enhancement/augmentation products	3.69	4.44	3.63	3.88	2.88	3.63	17	64%	20%	100%	3

ความคิดเห็นที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญระหว่างการสัมภาษณ์สามารถนำมาแสดงด้วยกราฟในแต่ละ technology areas ได้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2-4



รูปที่ 3.2-4 ผลการสัมภาษณ์แนวโน้มการคาดการณ์ความเป็นไปได้ของ technology areas แต่ละด้าน[1]



รูปที่ 3.2-4. (ต่อ) ผลการสัมภาษณ์แนวโน้มการคาดการณ์ความเป็นไปได้ของ technology areas แต่ละด้าน (Herman et al., 2007)

จากการสังเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 3.2-3 ประกอบกับผลการสัมภาษณ์ สามารถสกัดและจัดลำดับความสำคัญของ technology areas ที่มีความสำคัญและเป็นนวัตกรรมในการขับเคลื่อนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่มีแนวโน้มความเป็นไปได้ในปี 2018 จำนวน 13 ด้านจากจำนวนเริ่มต้นทั้งหมด 24 ด้าน โดยอาศัยหลักเกณฑ์ คือ 1) ต้องได้ระดับคะแนนเฉลี่ยในทุก ๆ แง่มุม (ไฮไลท์สีส้ม) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2-3 มากกว่า 4 และ 2) จำนวนผู้เชี่ยวชาญตามคอลัมน์ Panelists citing in interviews ในตารางที่ 3.2-3 ที่มากกว่า 33% ให้ความเห็นที่เป็นการยืนยันความเป็นไปได้ และสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้ตอบไปแล้วก่อนหน้านี้ในแบบสอบ โดยการให้ความเห็นหรืออ้างอิงนั้นเป็นไปอย่างเป็นธรรมชาติ (spontaneous comment) มี confirmatory interviews (+ expectation) ในตารางที่ 3.2-3 ที่ระดับ > 80% ซึ่ง technology areas ทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ด้วยหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้ ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.2-4

ตารางที่ 3.2-5. ลำดับ technology areas ที่สำคัญและเป็นนวัตกรรม ที่เป็นไปได้ภายในปี 2018

SIGNIFICANTLY INNOVATIVE TECHNOLOGY AREAS
LIKELY BY 2018

- Imaging devices and systems
- Minimally invasive therapeutic products
- Combination device and drug/biological products
- Computerized devices and medical IT systems
- Home- and self-care products
- Patient monitoring systems
- Artificial organs and organ-assistive products
- Sensor technologies
- Photonic products
- Wireless products and systems
- Genomic, proteomic, metabolomic, and epigenomic technologies
- Aging-related products
- Robotic products and systems

การวิเคราะห์ในขั้นสุดท้ายจะเป็นในระดับ specific product groups ที่จัดกลุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ผู้เชี่ยวชาญให้ไว้ในแบบสอบถาม ซึ่งสามารถจัดเข้ากลุ่มได้ทั้งหมด 91 กลุ่มที่แตกแขนงย่อยออกจาก technology areas และ trend themes ที่เกี่ยวข้องกันตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2-5

ตารางที่ 3.2-6 เครื่องมือแพทย์ที่แบ่งออกตาม trend themes, technology areas, product groups (Herman et al., 2007)

TREND THEMES	TECHNOLOGY AREAS	PRODUCT GROUPS
ELECTRONIC TECHNOLOGIES	Computerized devices, IT systems	CADx
		CLOSED-LOOP SYSTEMS
		NETWORKS AND SYSTEMS
		INTEGRATED ELECTRONIC PATIENT RECORDS
		EPR IMPLANTED CHIPS
		DATA-MINING SYSTEMS
		INTERNET-BASED SYSTEMS
		LABORATORY AUTOMATION
		COMPUTATIONAL MODELING
		VR -- IMMERSIVE TRAINING SIMULATORS, Tx
	Robotic devices	ROBOTIC PROSTHETICS
		ROBOTIC SURGICAL SYSTEMS
		REHAB ROBOTS
		CAREBOTS
	Wireless systems	WIRELESSLY CONNECTED IMPLANTS
		WIRELESS MONITORING SYSTEMS
		CELL-NET PHONE BASED DEVICES
		RFID

TREND THEMES	TECHNOLOGY AREAS	PRODUCT GROUPS
DECENTRALIZED-CARE TECHNOLOGIES	Home/self care devices	CONTINUOUS PASSIVE MONITORING
		HOME HEALTH COACH
		HOME TELEMEDICINE *(also under "Telemedicine")*
		SMART HOME
	Portable/mobile devices	HOME SENSORS
		POINT-OF-CARE DEVICES
		IMPLANTS -- FOR Dx/Tx OF DISEASE
	Telemedicine systems	TELERADIOLOGY
		TELESURGERY
		INTERNET TELEMEDICINE
		HOME TELEMEDICINE *(also under "Home/self care")*
DEMOGRAPHIC TECHNOLOGIES	Aging-related devices	SENSORY AIDS
		MEMORY AIDS
	Enhancement/augmentation products	COSMETIC DEVICES
DETECTION, DIAGNOSTIC, and MONITORING TECHNOLOGIES	Genomics, proteomics, metabolomics, epigenomics	GENETIC Dx
	Early detection and diagnosis *(non-"omic" technologies)*	FAST, PORTABLE GENETIC TESTS
		PROTEOMIC Dx
		VULNERABLE PLAQUE
		EARLY DETECTION CADx
	Personalized medicine, "Customizable" devices	BIOLOGICALLY/DRUG CUSTOMIZED Tx
		ELECTRONICALLY CUSTOMIZED Tx
	Sensor technologies	NEW SENSORS
	Patient monitoring systems	REMOTE MONITORING e.g., home, implanted, portable, wireless

ตารางที่ 3.2-6. เครื่องมือแพทย์ที่แบ่งออกตาม trend themes, technology areas, product groups (ต่อ)

TREND THEMES	TECHNOLOGY AREAS	PRODUCT GROUPS
SYNTHETIC ORGANS/TISSUES and COMBINATION PRODUCTS	Artificial organ, organ assistive devices	ALLOGRAFTS
		BATTERIES FOR IMPLANTS
		BLADDERS, URETHRA
		CARTILAGE
		ELECTROSTIMULATION PRODUCTS
		GLUCOSE MONITORING
		INSULIN PUMPS/DELIVERY SYSTEMS
		JOINTS
		KIDNEYS
		LIVERS
		MINIMALLY INVASIVE IMPLANTABLES "see Minimally Invasive Technologies"
		NEUROMODULATION DEVICES Cognitive, affective
		NEURAL CONTROLLERS
		NEURO/SENSORY
		OSSEO-INTEGRATION
		PANCREAS
		PROSTHETIC LIMBS
		RESORBABLES
		STENTS
		STEM CELLS
		TISSUE ENGINEERING TECHNOLOGIES
	Combination products *device + [biological/pharmaceutical] products*	DEVICE-BIOLOGICAL COMBINATIONS
		DRUG-ELUTING DEVICES
		OTHER DRUG DELIVERING DEVICES
		PHOTODYNAMIC THERAPIES
	Materials-based devices	NEW NITINOL-BASED DEVICES
		NEW POLYMER-BASED DEVICES
	Biocompatibility technologies	NEW BIOMIMETIC SURFACE TECHNOLOGIES
		DEVICE IMMUNOSUPPRESSIVE TECHNOLOGIES
	Infection-inhibiting devices	SURFACE-MODIFIED INFECTION-RESISTANT DEVICES
INVASIVENESS REDUCING TECHNOLOGIES	Photonic devices	OPTICAL Dx DEVICES
		OPTICAL Tx DEVICES
		NEURO-OPTICAL STIMULATION DEVICES
	Acoustic devices	ACOUSTIC Dx DEVICES
		ACOUSTIC Tx DEVICES
	Molecular therapies	GENE Tx PRODUCTS
		RNAi PRODUCTS
	Minimally invasive Tx technologies non-photonic, non-acoustic, non-"omic"	MINIMALLY INVASIVE CRYO TECHNOLOGIES
		MINIMALLY INVASIVE RADIOTHERAPY TECHNOLOGIES
		MINIMALLY INVASIVE ROBOTIC SURGERY SYSTEMS
		MINIMALLY INVASIVE IMPLANTS percutaneous and natural-orifice implantability
	Miniaturized devices	MEMS/MOTES DEVICES
		NANOTECH DEVICES
	Imaging Devices/Systems	FUNCTIONAL IMAGING DEVICES
		IMAGE FUSION DEVICES
		IMAGE-GUIDED Tx DEVICES
		IMPEDANCE IMAGING DEVICES
		MOLECULAR IMAGING DEVICES
		ADVANCED MR DEVICES
		OPTICAL IMAGING DEVICES
		ADVANCED U/S IMAGING DEVICES
		HOLOGRAPHIC IMAGING

ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อ technology areas และ product groups สำคัญที่สามารถสกัดออกมาได้สุดท้ายในตารางที่ 3.2-5 ของแต่ละ trend themes มีดังนี้

1.Electronic technologies เป็นหนึ่งใน trend themes ที่มีแนวโน้มความเป็นไปได้สูงภายใน 10 ปี ซึ่งปัจจัยขับเคลื่อนหลัก คือ การเติบโตของ silicon technology โดยนำสู่การพัฒนา technology areas ด้าน computerized devices and IT systems, robotic devices และ wireless systems และนำไปสู่ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์กลุ่มต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเทคโนโลยีในด้าน computerized devices and IT systems มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความน่าเชื่อถือของซอฟแวร์ (software reliability) ในระบบที่มีการทำงานซับซ้อน รวมถึงความปลอดภัยในข้อมูลที่ถูกกล่าวถึงระหว่างการสัมภาษณ์หรืออภิปรายกลุ่ม ส่วนทางด้าน robotic devices การริเริ่มนำใช้ด้านการทหารมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่เป็นหุ่นยนต์ทั้งในส่วนของการผ่าตัด (robotic surgery) และเป็นอุปกรณ์เสริมเทียม (robotic prosthetic) ส่วนประเด็นด้านการบำรุงรักษา และความคงทนด้านสมบัติเชิงกลในระยะยาว ได้ถูกกล่าวถึงเช่นกัน และสุดท้ายสำหรับด้าน wireless systems น่าจะนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยี RFID ใหม่ ๆ ส่วนประเด็นที่ต้องคอยติดตาม คือ สัญญาณรบกวน (EMI and signal penetration)

2. Synthetic organs/tissues and combination products ซึ่งได้รวมอวัยวะเทียม เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะเทียม และการนำส่งยาควบคู่กับเครื่องมือแพทย์ที่ใช้ ได้รับคะแนนที่สะท้อนแนวโน้มความเป็นไปได้สูงภายใน 10 ปีเช่นกัน โดยปัจจัยหลักมาจากการขาดแคลนอวัยวะหรือเนื้อเยื่อเทียมสำหรับใช้ปลูกถ่ายให้ผู้ป่วย โดยกลุ่มผลิตภัณฑ์ เช่น ระบบนำส่งอินซูลิน ขดลวดขยายหลอดเลือด และข้อต่อกระดูด แบบใหม่ ๆ น่าจะมีโอกาสการพัฒนาได้ภายในช่วงเวลาที่คาดการณ์ อย่างไรก็ดีประเด็นด้านการเข้ากันได้กับร่างกาย (biocompatibility) การใช้งานในระยะยาว (long-term durability) ประสิทธิภาพในการนำส่งยา (drug delivery efficacy) ยังคงเป็นสิ่งที่ต้องติดตาม

3. Invasiveness reducing technologies จะเป็นเทคโนโลยีด้านการถ่ายภาพด้วยอัลตราซาวด์ รังสี หรือระบบออปติกส์ ที่น่าจะมีความเป็นไปได้ในช่วงระยะเวลา 10 ปี อย่างไรก็ดีเทคโนโลยีด้าน molecular therapies โดยเฉพาะในระดับสารพันธุกรรม (gene therapy) และเทคโนโลยีระดับนาโน (nanotechnology) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญ แต่แนวโน้มการนำใช้งานได้จริงอาจจะไม่เกิดขึ้นภายในปี 2018

4. Decentralized care technologies มีปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญมาจากผลิตภัณฑ์ที่ผู้ป่วยสามารถใช้ดูแลตนเองได้เอง หรือมีไว้ใช้ที่บ้าน ส่วนเทคโนโลยีด้าน telemedicine มีประเด็นที่ถูกกล่าวถึง คือ การมีส่วนร่วมของ

บุคลากรทางการแพทย์ ทั้งนี้กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นไปได้และได้รับการยืนยันสูงสุดในเชิงบวก คือ new-point-of-care devices

5.Demographic technologies เป็น trend theme ที่ได้คะแนนน้อยที่สุดในหมวดหมู่ รวมถึงได้รับการยืนยันน้อยที่สุด ข้อมูลประกอบจากการสัมภาษณ์และอภิปรายกลุ่มชี้ให้เห็นว่ายังมีความไม่แน่ชัดว่าผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในหมวดหมู่นี้จะถูกใช้โดยกลุ่มคนจำเพาะเจาะจงเพียงกลุ่มหนึ่ง หรือสำหรับประชากรผู้ป่วยกลุ่มใหญ่ อีกทั้งการแปลความหมายผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่แบ่งเป็นสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุ หรือกลุ่มคนอายุที่น้อยกว่า อย่างไรก็ดีผลิตภัณฑ์กลุ่มหลักที่บ่งชี้ได้จากการวิเคราะห์ในหมวดหมู่นี้ จะเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์สำหรับด้าน aging technology

6.Detection, diagnostic and monitoring technologies เป็นหมวดหมู่ที่ technology areas หลาย ๆ ด้านภายใต้หมวดหมู่นี้ได้รับคะแนนที่สูงสำหรับแนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 10 ปี และการยืนยันที่ระหว่างการให้สัมภาษณ์ที่สอดคล้องกัน โดยด้านที่ได้รับคะแนนสูงสุด คือ sensor technologies, patient monitoring systems และ genomic, proteomic, metabolomic and epigenomic technologies โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้าน genetic diagnosis อย่างไรก็ดีประเด็นด้านความคลาดเคลื่อนของผลตรวจแบบ false-negative และการรักษาหลังจากวินิจฉัย ได้ถูกกล่าวถึงระหว่างการสัมภาษณ์และอภิปรายกลุ่ม

ในส่วนของ product groups เมื่อสังเคราะห์และสกัดข้อมูลในทำนองเดียวกันกับ technology areas โดยใช้หลักเกณฑ์หลัก 2 เกณฑ์ คือ 1) ต้องได้ระดับคะแนนเฉลี่ยในทุก ๆ แง่มุมมากกว่า 4 และ 2) มีจำนวนผู้เชี่ยวชาญมากกว่า 20% ให้ความเห็นที่ยืนยันความเป็นไปได้ สอดคล้องกับความเห็นส่วนใหญ่ของการสัมภาษณ์ที่มีการคาดการ์ณในแง่บวก (+ expectation) ในระดับที่ > 50% จะสามารถแยกผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์สำคัญออกมาได้ 32 กลุ่ม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2-6

ตารางที่ 3.2-7 ลำดับ product groups ที่สำคัญและเป็นนวัตกรรม ที่เป็นไปได้ภายในปี 2018 (Herman et al., 2007)

SIGNIFICANTLY INNOVATIVE PRODUCT GROUPS
LIKELY BY 2018

- Point-of-care products
- Computer-assisted diagnostic systems
- Neuro-sensory devices
- Optical diagnostic products
- Integrated electronic patient medical records
- Glucose monitoring products
- MEMS/MOTES devices
- Remote patient monitoring systems
- Robotic surgical systems
- Tissue engineered products
- Advanced prosthetic limbs
- New sensors
- Electrostimulation products
- New types of stents
- Minimally invasive implants (e.g., percutaneous or natural orifice delivery)
- Image-guided therapy systems
- Advanced ultrasound imaging systems
- Internet-based medical device systems
- Optical therapeutic devices
- Joint replacements
- Advanced optical imaging systems
- Minimally invasive radiotherapy systems
- Virtual reality systems for immersive training and other applications
- Genetic diagnostic products
- New (non-eluting) drug delivery systems
- New types of insulin pumps and delivery systems
- Robotic prosthetics
- Networks and systems of devices
- New types of home sensors
- Smart homes
- Advanced MR imaging systems
- Advanced RFID systems

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 3.2-4 และ 3.2-6 สามารถผนวกรวมกัน เพื่อแสดงความเกี่ยวเนื่องของเทคโนโลยีทั้ง 13 ด้าน และผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์จำนวน 32 กลุ่ม ที่มีความสำคัญและแสดงความเป็นไปได้ภายในปีระยะเวลา 10 ปี ดังสรุปไว้ในตารางที่ 3.2-7 สำหรับเป็นข้อมูลในทาง FDA ได้เตรียมความพร้อมหากเครื่องมือแพทย์เหล่านี้จะถูกนำมาใช้งานจริงกับประชากรผู้ป่วยต่อไปในระยะเวลา 10 ปีที่จะถึง

ตารางที่ 3.2-8 ลำดับกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ (product groups) ที่สำคัญและเป็นนวัตกรรมภายใต้ technology areas ทั้ง 13 ด้าน ที่เป็นไปได้ภายในปีระยะเวลา 10 ปี (Herman et al., 2007)

Computerized devices and medical IT systems • Integrated electronic patient medical records • Computer-assisted diagnostic systems • Internet-based medical device systems • Virtual reality systems for immersive training and other applications • Networks and systems of devices **Robotic products and systems** • Robotic surgical systems • Robotic prosthetics **Wireless products and systems** • Advanced RFID systems **Artificial organs and organ-assistive products** • Tissue engineered products • Neuro-sensory devices • Glucose monitoring products • Electrostimulation products • New types of insulin pumps and delivery systems • Advanced prosthetic limbs • New types of stents • Joint replacements **Combination device and drug/biological products** • New (non-eluting) drug delivery systems	**Imaging devices and systems** • Image-guided therapy systems • Advanced ultrasound imaging systems • Advanced optical imaging systems • Advanced MR imaging systems **Photonic products** • Optical diagnostic products • Optical therapeutic devices **Minimally invasive therapeutic products** • Minimally invasive implants (e.g., percutaneous or natural orifice delive • Minimally invasive radiotherapy systems **Home- and self-care products** • New types of home sensors • Smart homes **Aging-related products** **Genomic, proteomic, metabolomic, and epigenomic technologies** • Genetic diagnostic products **Sensor technologies** • New sensors **Patient monitoring systems** • Remote patient monitoring systems Other • Point-of-care products • MEMS/MOTES devices

3.2.2 การจัดทำแผนภาพอนาคตด้านภูมิทัศน์ของอุตสาหกรรมของสหภาพยุโรป Industrial Landscape Vision 2025

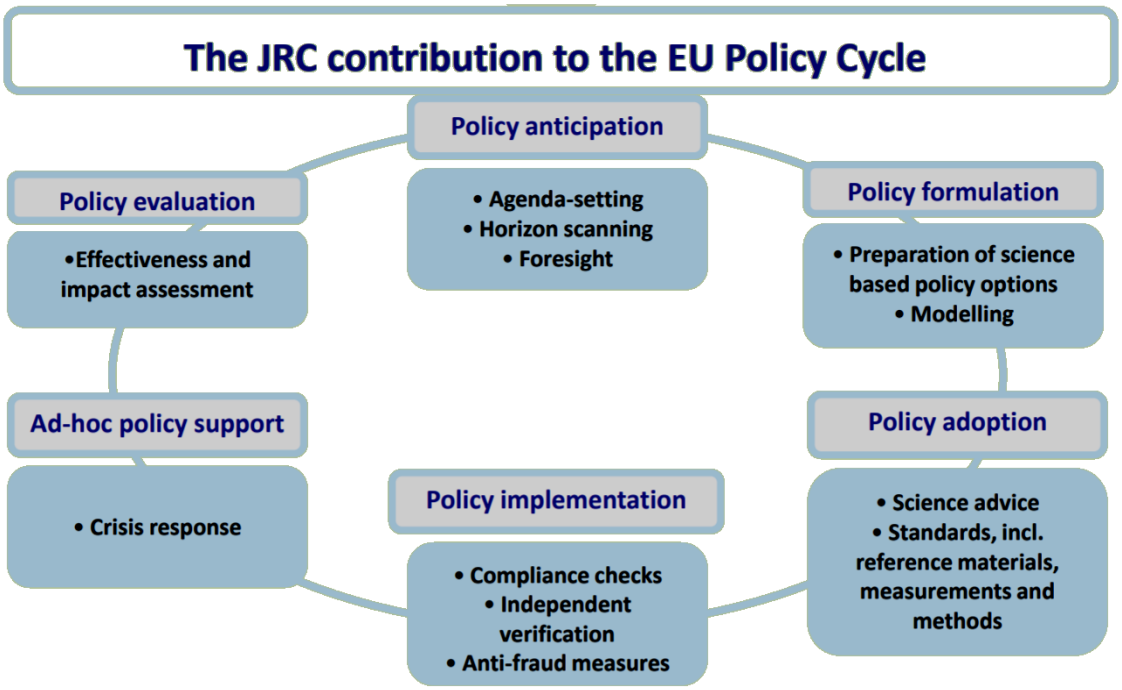
จัดทำโดย European Commission Joint Research Center (JRC) ซึ่งมีบทบาทหน้าที่เพื่อให้นโยบายของสหภาพยุโรปมีความเป็นอิสระตามหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และทางเทคนิค ตลอดจนสนับสนุนตลอดวงจรของนโยบายทั้งหมด

Joint Research Center (JRC)

ก่อตั้งเมื่อปี 1957 ประกอบด้วยสถาบัน 7 แห่ง ใน 5 ประเทศ ประกอบด้วย

1. IRMM - Institute for Reference Materials and Measurements (Geel, Belgium)
2. ITU - Institute for Transuranium Elements (Karlsruhe, Germany, and Ispra, Italy)
3. IET - Institute for Energy and Transport (Petten, The Netherlands, and Ispra, Italy)
4. IPSC - Institute for the Protection and Security of the Citizen (Ispra, Italy)
5. IES - Institute for Environment and Sustainability (Ispra, Italy)
6. IHCP - Institute for Health and Consumer Protection (Ispra, Italy)
7. IPTS - Institute for Prospective Technological Studies (Seville, Spain)

JRC มีพนักงานทั้งหมด 3055 คน และมีผลงานทางวิชาการกว่า 1370 รายการ โดยมีบทบาทต่อการวางนโยบายของสหภาพยุโรปตลอดทั้งวงจรของนโยบาย



รูปที่ 3.2-5 บทบาทของ JRC ต่อการวางนโยบายของสหภาพยุโรป

<u>การศึกษาในหัวข้อ “มาตรฐานจะอำนวยความสะดวกต่อระบบการผลิตใหม่ได้อย่างไรในบริบทของนวัตกรรมของสหภาพยุโรปและความสามารถในการแข่งขันในปี 2568? - How will standards facilitate new production systems in the context of EU innovation and competitiveness in 2025?”</u>

การศึกษานี้ใช้การนำการมองแบบองค์รวม Holistic lens เพื่อระบุและทำความเข้าใจระบบการผลิตและการบริโภคในบริบทของแรงขับดันที่จะมีอิทธิพลต่ออนาคตไม่เพียงระบบการผลิตและการบริโภคภูมิทัศน์อุตสาหกรรมทั้งยุโรปในปี 2568

วิสัยทัศน์ของภูมิทัศน์อุตสาหกรรมในปี 2025 อยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ความสำคัญและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากแรงขับดันทางอุตสาหกรรมที่มีต่อของสังคม, เทคโนโลยี, เศรษฐกิจ, สภาพแวดล้อมและนโยบาย (STEEP) จากนั้นใช้ ILV 2025 เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ความต้องการมาตรฐานใหม่และวิวัฒนาการของ European Standardisation System (ESS) เพื่อตอบสนองความต้องการเหล่านี้

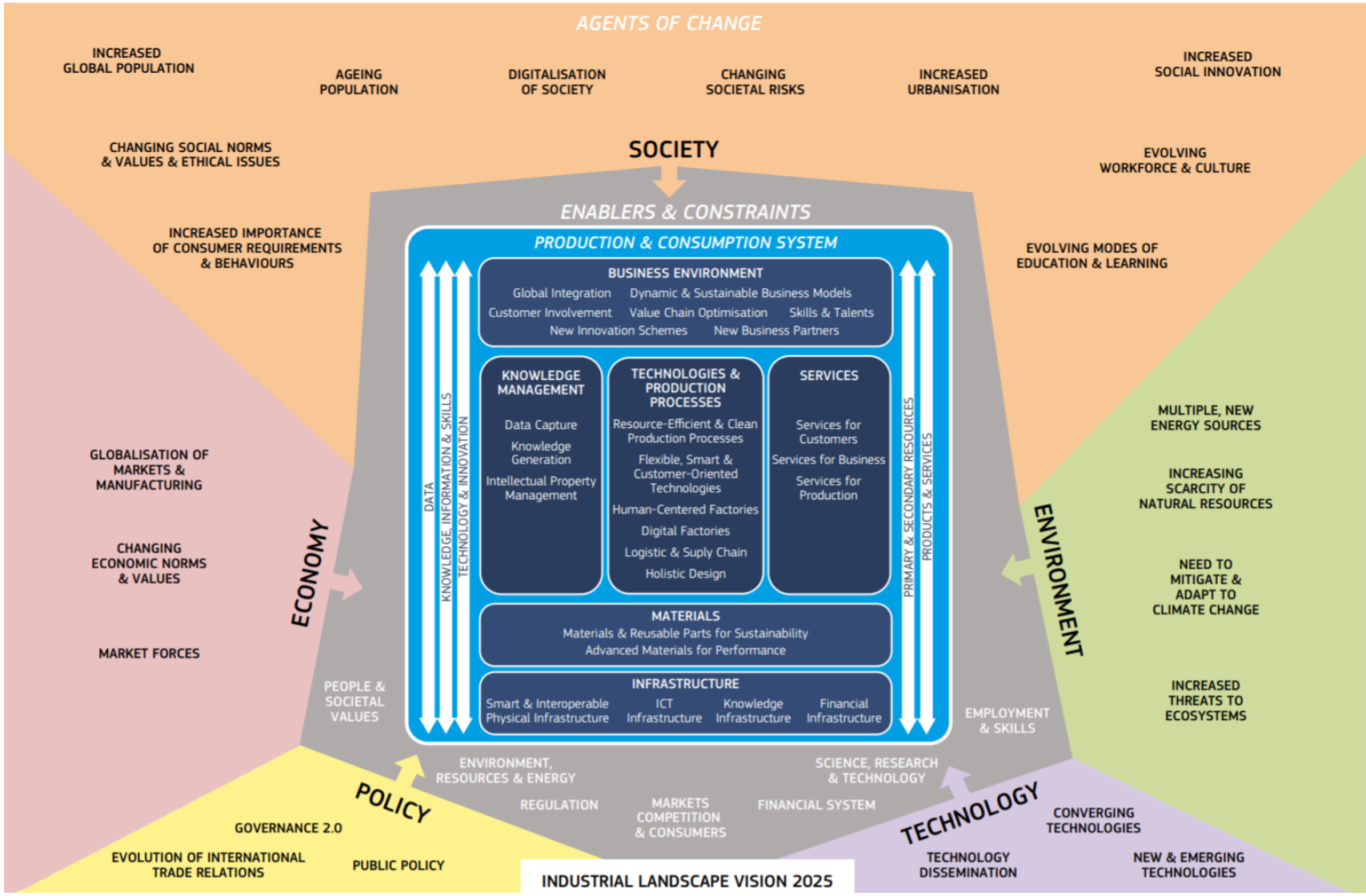
ILV 2025 ได้รับการพัฒนาโดยใช้การวิเคราะห์และการทบทวนงานงานวรรณกรรมที่มีอยู่เกี่ยวกับแนวโน้มของการผลิตทั้งในปัจจุบันและอนาคตระดับยุโรปและระดับโลก จากนั้นจึงศึกษาเกี่ยวกับแนวโน้มระยะยาวและ

การวิเคราะห์การพัฒนาในอนาคตของสังคม ได้มีการขอความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้เสียแต่ละบุคคล เพื่อนำมาจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการหกครั้งเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมลงความเห็น

โดยโครงสร้างของการศึกษา ILV2025 สามารถแยกออกมาได้เป็น 3 ชั้นที่เกี่ยวข้องกัน

- ชั้นที่ 1 – Agents of change
  ตัวแทนแห่งการเปลี่ยนแปลงคือแรงผลักดันที่จะสร้างภูมิทัศน์อุตสาหกรรม ส่วนประกอบต่างๆ ของตัวแทนเหล่านี้อธิบายลักษณะและทิศทางของ STEEP ที่จะส่งผลต่อการวิวัฒนาการของระบบการผลิตและการบริโภค
- ชั้นที่ 2 - Enablers and constraints
  ผู้บังคับใช้และข้อจำกัดเป็นปัจจัยที่สามารถเปิดหรือจำกัดการวิวัฒนาการของภูมิทัศน์อุตสาหกรรม ปัจจัยเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากตัวแทนแห่งการเปลี่ยนแปลงและสามารถกระทำได้ในฐานะ 'สวิตช์' ในการกำหนดทิศทางและการพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบการผลิตและการบริโภค (เช่น ชั้นที่สาม)
- ชั้นที่ 3 - Production and consumption system
  ระบบการผลิตและการบริโภคคือหัวใจของภูมิทัศน์อุตสาหกรรม มันอธิบายได้อย่างไรผู้คนกำลังจะผลิตและบริโภคในอนาคต. ส่วนประกอบของระบบนี้ได้รับผลกระทบอย่างมากจากและเชื่อมโยงกับตัวแทนของการเปลี่ยนแปลงและผู้บังคับใช้และข้อ จำกัด แต่ละองค์ประกอบระบุกลไกของการเปลี่ยนแปลงสำหรับฟังก์ชั่นหรือกระบวนการเฉพาะในการผลิตและระบบการบริโภค

จากโครงสร้างในแต่ละชั้น สามารถแสดงความเกี่ยวข้องโดยรวมได้ดังนี้



รูปที่ 3.2-6 ระดับชั้นของ ILV2015 และความสัมพันธ์ต่อทุกด้านใน STEEP

จากการศึกษา ทำให้ได้ภาพของ The Industrial Landscape Vision for 2025 ได้ว่า "จะมี**เศรษฐกิจโลกาภิวัตน์**ที่ให้บริการ**ชนชั้นกลางที่ได้รับข้อมูลและมีความเจริญ** โดยมีความต้องการ**สินค้าและบริการที่ปรับให้เป็นส่วนตัว**โดยใช้**ระบบการผลิตขั้นสูงที่ใช้ ICT** ได้ โดยถูกจัดสร้างโดยอุตสาหกรรมที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนในยุโรป"

เศรษฐกิจโลกาภิวัตน์

ในปี 2568 เศรษฐกิจของโลกจะเป็นยุคโลกาภิวัฒน์อย่างเต็มที่โดยมีการขยายตลาดทั่วโลกเพื่อรวมเศรษฐกิจที่เติบโตของประเทศ BRICS9 ประเทศใน "The next 11" จะไปถึงความเติบโตทางเศรษฐกิจในขณะที่ประเทศในแอฟริกาอื่น ๆ เช่นเอธิโอเปียเคนยาและยูกันดาจะได้รับการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้การแข่งขันสำหรับตลาดจะรุนแรงขึ้น ผู้เล่นอุตสาหกรรมรายใหม่จากตลาดเกิดใหม่และใหม่ประเทศอุตสาหกรรมเกิดใหม่จะต่อสู้เพื่อส่วนแบ่งการตลาดกับบริษัทข้ามชาติและบริษัทต่าง ๆ ในประเทศอุตสาหกรรมแบบดั้งเดิมรวมถึงสหภาพยุโรป.

เสรีภาพในการค้าเป็นข้อจำกัดที่สำคัญภูมิทัศน์อุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาหลายปีที่ผ่านมากลุ่มการซื้อขายในภูมิภาคก็มีมากขึ้นมีการค้นหาการเปิดเสรีทางการค้าโดยการนำการกีดกันทางการค้าบนพื้นฐานของข้อตกลงการค้าสากล ผลที่ได้คือการสร้างการผลิตและการจัดจำหน่ายทั่วโลกที่แท้จริง ระบบแม้ว่าการปกป้องยังคงอยู่ ประเทศโดยเศรษฐกิจเก่าพยายามที่จะปกป้องอุตสาหกรรมใหม่ด้วยการใช้อุปสรรคทางการค้าที่ซ่อนอยู่ผ่านมาตรฐานทางอุตสาหกรรม

ชนชั้นกลางที่ได้รับข้อมูลและมีความเจริญ

ประชากรโลกกำลังเข้าใกล้ 8 พันล้านคนซึ่งเกิดจากอายุขัยที่เพิ่มขึ้น ปัญหานี้กำลังสร้างสังคมที่มีศักยภาพใหม่มากมายตลาดที่อิงกับชนชั้นกลางที่กำลังเติบโตในประเทศที่เติบโตเต็มที่ของประเทศ BRICS และการเติบโตทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นของ "The next 11"

ตั้งแต่ปี 2013 มีคน 1.8 พันล้านคนที่มีรายได้สูงได้เข้าร่วมการบริโภคระดับโลกในเอเชียและแอฟริกา. อย่างไรก็ตามในระดับโลกการกระจายของรายได้แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศและภายในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศเดียวกัน เป็นผลให้การกระจายของรายได้ไม่เท่ากันมากขึ้นกับรูปแบบที่แตกต่างกันอ ย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน

การโยกย้ายทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นและจะดำเนินต่อไป โดยได้รับแรงหนุนจากปัจจัยทางการเมืองและเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นจากความไม่สมดุลของประชากรและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม สิ่งนี้จะส่งผลให้เพิ่มรูปแบบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นใหม่ประเทศขณะที่ผู้คนมองหางาน โรงงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นศูนย์จะมีบทบาทสำคัญในแนวโน้มความเป็นเมืองนี้เมื่อพวกเขากลายเป็นส่วนหนึ่งของการเข้าสู่สังคมเมืองเพื่อใช้ประโยชน์จากการลดลงต้นทุนของการกระจายสินค้า

สินค้าและบริการที่ปรับให้เป็นส่วนตัว

สังคมที่มีข้อมูลและความเจริญรุ่งเรืองจะขับเคลื่อนความต้องการของผู้บริโภคสำหรับสินค้าและบริการรูปแบบความเป็นเจ้าของแบบดั้งเดิมจะถูกเปลี่ยนแปลงทางสังคมจากแรงกดดันทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมโดยจะกระตุ้นให้คนต้องการผลิตภัณฑ์และบริการแบบบูรณาการมากขึ้น ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตและผู้ให้บริการจะทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดมากขึ้นเพื่อสร้างโซลูชันที่ขับเคลื่อนด้วยผู้บริโภคสินค้าและบริการ

ระบบการผลิตขั้นสูงที่ใช้ ICT

เพื่อแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจโลกาภิวัตน์และการปรับภูมิภาคของตลาด บริษัทต่าง ๆ จะใช้ห่วงโซ่การผลิตที่จะกระจายไปตามภูมิภาคทั่วโลกและเชื่อมต่อกับ ICT ขั้นสูง สิ่งเหล่านี้จะต้องใช้จิสติกส์ที่ซับซ้อนมากขึ้นสำหรับระบบในการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์

ห่วงโซ่มูลค่าที่ซับซ้อนมากขึ้นจะมีขึ้นเพื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์และบริการที่เป็นส่วนตัว โดยบริษัทจะใช้เครื่องมือโลจิสติกส์อัจฉริยะอัตโนมัติและบูรณาการมากขึ้น ในทำนองเดียวกันบริษัทจะพึ่งพาซอฟต์แวร์การติดตามทรัพย์สินมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้สามารถตรวจสอบวัสดุตามเวลาจริงได้และผลิตภัณฑ์เพื่อให้แน่ใจว่าจัดการได้ การใช้เครื่องมือดังกล่าวจะช่วยให้การประสานงานที่ดีขึ้นของกิจกรรมการผลิต ความมั่นใจกระบวนการที่ดีความน่าเชื่อถือเวลาการส่งสั้นการลดสต็อกและต้นทุนการผลิตต่ำ

References

Chang et al., 2002: Chang, P-C, Tsou, N-T, Yuan, B.J.C., Huang, C-C, (2002), "Development trends in Taiwan's opto-electronics industry," **Technovation, 22,** pp. 161 – 173.

Herman et al., 2007: Herman, Wm.A. and Devey, G.B. Future Trends in Medical Device Technologies: A Ten-Year Forecast. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2563 จากเว็บไซต์

https://www.fda.gov/files/about%20fda/published/Future-Trends-in-Medical-Device-Technologies--A-Ten-Year-Forecast-%28pdf%29.pdf

KISTEP 2017: **The 5th Science and Technology Foresight (2016 – 2040): discovering future technologies to solve major issues of future society**, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (KISTEP), Ministry of Science and ICT, Republic of Korea, April 2017

Su et al., 2010: Su, H-N, Lee, P-C, Yuan, B.J.C., (2010), "Foresight on Taiwan nanotechnology industry in 2020," **Foresight, Vol. 12**, pp. 58 – 79.

Yuan et al., 2006: Yuan, B.J.C., Hsie, J C-H, Wang, C., (2006), "Foresight for the semiconductor industry in Taiwan," **Foresight, Vol. 8,** pp. 45 – 55.

บทที่ 4
แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลง(Global Trends) และการจัดทำข้อมูล

เป็นการศึกษาทำความเข้าใจถึงบริบทและทิศทางความเป็นไปของโลก ที่มีผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมไทยทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่ปรึกษาจะทำการรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในบริบทโลกในมิติต่างๆ เช่น ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยี ด้านการเมือง เป็นต้น รวมทั้งศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภาคอุตสาหกรรมของโลกในอนาคต (Global Trends) ในภาพรวม และเน้นกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยอาศัยกรอบแนวโน้มโลก (Mega Trends) ที่มีผลต่อภาคอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.1-1 กรอบแนวโน้มโลก (Mega Trends)

4.1 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกในมิติต่างๆ

Global Megatrends

กรอบแนวโน้มโลก (Global Megatrends) คือ แรงขับเคลื่อนที่จะผลักดันการพัฒนาเศรษฐศาสตร์มหภาคในระดับโลก ที่จะส่งผลกระทบต่อธุรกิจ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งได้มีผู้เชี่ยวชาญหลายสำนักออกมาวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคตสำคัญที่จะเปลี่ยนแปลงโลก สรุปได้ ดังนี้

บริษัทที่ปรึกษาระดับโลก Roland Berger ได้วิเคราะห์ว่าจะมี 7 Megatrend ที่จะเปลี่ยนรูปแบบการพัฒนาของโลกอีก 10 ปีข้างหน้า (ปี 2030) ซึ่งได้แก่

1) การเปลี่ยนแปลงด้านประชากร (Demographic dynamics) ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากรโลก (Growing World Population) สังคมสูงอายุ (Aging Societies) และการเพิ่มขึ้นของสังคมเมือง (Increasing Urbanization) องค์การสหประชาชาติ (UN) คาดการณ์ว่าในปี 2030 จะมีประชากรโลกสูงถึง 8.5 พันล้าน และจะเพิ่มขึ้นเป็น 9.9 พันล้านในปี 2050 และ 11.2 พันล้านในปี 2100 ประเทศจีนและอินเดียยังคงเป็นสอง

ประเทศที่ใหญ่ที่สุดในโลกโดยแต่ละประเทศจะมีมากกว่า 1 พันล้านคน คิดเป็น 19% และ 18% ของประชากรโลกตามลำดับ และในปี 2020 จำนวนประชากรของอินเดียคาดว่าจะสูงกว่าประเทศจีน และจะมีผู้สูงอายุมากถึง14 ล้านคน หรือ 16.5% ของประชากรโลกทั้งหมด 8.5 พันล้านคน ซึ่งเป็นผลจากการที่มนุษย์จะมีอายุยืนยาวขึ้น เนื่องจากมีวิทยาการทางการแพทย์ที่ทันสมัยและมีโอกาสเข้าถึงการรักษาอย่างเท่าเทียมกันมากขึ้น มีเทคโนโลยีอัจฉริยะที่จะช่วยยืดอายุร่างกายให้ทำงานได้นานขึ้น ประกอบกับมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของครอบครัวไปสู่ครอบครัวเดี่ยวมากขึ้น รวมถึงการแต่งงานมีครอบครัวและมีบุตรมีแนวโน้มลดลง ทำให้สัดส่วนประชากรสูงอายุเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกับสัดส่วนประชากรวัยแรงงานก็จะลดลงตามลำดับ รวมทั้งการเติบโตของชนชั้นกลางจะส่งผลให้ชุมชนกลายเป็นเมืองและเกิดการขยายตัวเมืองอย่างรวดเร็ว โดยคาดว่าในปี 2030 จะมีคนอาศัยอยู่ในเขตเมืองมากกว่า 5 พันล้านคน โดยเฉพาะในแอฟริกาตอนเหนือและเอเชีย

2) โลกาภิวัตน์และตลาดอนาคต (Globalization & Future markets) กระแสโลกาภิวัตน์ยังคงมีอิทธิพลต่อการเติบโตของเศรษฐกิจโลกจนถึงปี 2030 ทำให้ภาคการส่งออกจะสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงกว่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) โดยตัวเลข GDP ในปี 2030 จะอยู่ที่ประมาณ 4% ขณะที่ตัวเลขการส่งออกอยู่ที่ 5.3.% เนื่องจากลงทุนโดยตรงจากภาคเอกชนต่างประเทศ (FDI) จะเติบโตมากขึ้น ซึ่งประเทศที่จะเกิดการลงทุนมากที่สุด คือ ประเทศจีน ตามด้วยประเทศอินเดีย ประเทศบราซิล และประเทศรัสเซีย จนเกิดการเรียกกลุ่มประเทศเหล่านี้ว่า BRICS ซึ่งกลุ่ม BRICS จะมีอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจขึ้นกว่า 2 เท่า โดยมีมูลค่าทาง GDP เป็น 38% ของ GDP โลก ประเทศที่มีเศรษฐกิจแข็งแรงที่สุดของโลกจะถูกเปลี่ยนมือจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศจีน ประเทศอินเดียจะเติบโตจนสามารถแทนประเทศญี่ปุ่นได้ในปี 2030

3) การขาดแคลนทรัพยากร (Scarcity of resource) ได้แก่ พลังงาน (Energy) น้ำ (Water) ทรัพยากรอื่นๆ (Other Commodities) อาทิ โลหะหายากบางชนิดจะหมดไป ความต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในปี 2030 ความต้องการพลังงานหลักทั่วโลกจะเพิ่มขึ้น 17% โดยได้แรงหนุนการเติบโตที่แข็งแกร่งของอุปสงค์ในประเทศนอกกลุ่มประเทศ OECD ซึ่งมาจากแถบเอเชีย โดยเฉพาะจากประเทศจีนและอินเดีย การผลิตไฟฟ้าของโลกนั้นส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่ไปยังประเทศที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจในอัตราที่เติบโตสูง เช่น จีน อินเดีย ส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า จะเปลี่ยนจากแหล่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ถ่านหิน หรือปิโตรเลียม มาเป็นพลังงานหมุนเวียน พลังงานชีวมวล หรือพลังงานนิวเคลียร์มากขึ้นและเทคโนโลยีด้านพลังงานจะพัฒนาเข้าสู่การลดมลพิษ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม รถยนต์และยานพาหนะจะเปลี่ยนโหมดเข้าสู่เครื่องยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น บริษัทเอ็กซอนโมบิลได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อบรรเทาการขาดแคลนพลังงานระบุว่า ความเข้มข้นของการใช้พลังงาน (พลังงานต่อหน่วยของ GDP) จะลดลง 17.1% ระหว่างปี 2015 ถึง 2030 โดยองค์การสหประชาชาติคาดการณ์ว่า ภายในปี 2030 สามในสี่ของประชากรโลกจะได้รับผลกระทบจากภาวะความแห้งแล้งขาดแคลนน้ำ และภายใน 50 ปี กว่าครึ่งหนึ่งของประชากรโลกจะอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีทรัพยากรน้ำไม่เพียงพอต่อการบริโภค และบางประเทศจะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำรุนแรงในปี 2040 และจะเกิดการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติที่ผลิตทดแทนไม่ได้ เนื่องจากจำนวนประชากรโลกที่จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 8.5 พันล้านคน

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและโรงงานผลิตไฟฟ้าจะทำให้มีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำมากกว่าเดิมเกือบ 40% รวมทั้งความต้องการอาหารเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและการเพิ่มการบริโภคอาหารต่อหัว ในขณะที่อัตราการเติบโตในภาคการเกษตรของโลกจะลดลงเหลือ 1.5% ภายในปี 2030 เมื่อเทียบกับที่ลดลง 2.1-2.3% ต่อปี ในช่วงสี่ทศวรรษที่ผ่านมา

4) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเสี่ยงของระบบนิเวศ (Climate changes & ecosystem at risk) เกิดภาวะโลกร้อน โดยอุณหภูมิโลกเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น 0.5-1.5% ในช่วงปีปัจจุบันถึงปี 2030 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซ) จะเพิ่มขึ้น 16% ภายในปี 2030 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ 20 ปีที่ผ่านมาถือว่าลดลง ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง และสภาพอากาศที่รุนแรง ได้ส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม ประชากร การผลิต พืชผลทางการเกษตร ความมั่นคงด้านอาหาร การอพยพ และภูมิทัศน์ทางการเมืองอย่างที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน

5) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Dynamic technology & innovation) เทคโนโลยีในยุคดิจิทัลนั้นก็จะยังเติบโตต่อไป และที่สำคัญคือจะยิ่งเพิ่มความเร็วในการพัฒนามากขึ้น และอาจจะมีคนที่ใช้สมาร์ทโฟนมากกว่า 5 พันล้านคน หรือจำนวนสมาร์ทโฟนจะมีประมาณ 60% ของคนทั้งโลก ปัจจุบัน GDP ของภาคส่วนเทคโนโลยีมีมูลค่า 62 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ แต่ปี 2030 ตลาดเทคโนโลยีอาจทำ GDP ได้ถึง 135 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ เมื่อมีความเร็วเป็นตัวเร่งการพัฒนาส่งผลให้ Life Cycle ของนวัตกรรมต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นจะมีอายุที่สั้นลง

6) สังคมฐานความรู้ระดับโลก (Global knowledge society) ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน (Know-how base) ประสิทธิภาพของสังคมฐานความรู้ระดับโลกจะปรับปรุงในอีก 20 ปีข้างหน้า การเชื่อมโยงความรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ มีผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ว่าผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจะใช้ข้อมูลเฉลี่ย 3 กิกะไบต์ต่อวัน และภายในปี 2030 ช่องว่างของการศึกษาและการจ้างงานระหว่างชายและหญิง (Gender Gap) จะแคบลง และจะไม่มีความแตกต่างระหว่างชายและหญิงในการศึกษาระดับประถมศึกษา ในระดับมัธยมศึกษาจะลดลงปานกลาง โดย 48% ของผู้ชายและ 40% ของผู้หญิงจะสำเร็จการศึกษาระดับมัธยม และในอีก 20 ปีข้างหน้า สัดส่วนของผู้หญิงในระดับอุดมศึกษาจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น ภายในปี 2030 ผู้ชายจะได้รับการศึกษาระดับอุดมศึกษาเทียบกับผู้หญิงเพียง 10% ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เชื่อว่าช่องว่างระหว่างชายและหญิงในการจ้างงานจะแคบลงไปอีก ปัจจุบันกำลังแรงงานทั่วโลกเป็นผู้หญิงประมาณ 40% ซึ่งการลดช่องว่างระหว่างชาญและหญิงในการจ้างงานจะทำให้อัตราค่าจ้างต่อคนสูงขึ้นอย่างน้อย 20% ทั่วโลก รวมทั้งจะเกิดการแย่งชิงกลุ่มกำลังคนคุณภาพ (War for Talent) และจะทวีความรุนแรงมากขึ้นในปี 2030 เนื่องจากความไม่สอดคล้องกันระหว่างทักษะที่มีของแรงงานกับความสามารถที่ผู้ประกอบการต้องการในยุคสมัยที่เน้นความสำคัญกับเทคโนโลยี

7) ความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อโลก (Sustainability & global responsibility) จากปัจจุบันจนถึงปี 2030 โลกจะมีความเป็นโลกาภิวัฒน์เพิ่มขึ้น ความซับซ้อนของโลกและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะเพิ่มขึ้น ปัญหาวิกฤติการณ์ระหว่างประเทศและปัญหามลภาวะด้านสิ่งแวดล้อม จะส่งผล กระทบต่อแทบทุกประเทศในโลก การพัฒนาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าโลกมีความอ่อนแอ ซึ่งนำไปสู่การรับรู้ถึงความรับผิดชอบ

ต่อโลกมากขึ้น ในปี 2013 มี 193 ประเทศได้ลงนามข้อตกลงความร่วมมือเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งทำให้ประเทศสำคัญทางเศรษฐกิจลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และจำนวนประเทศที่จะเข้าร่วมเป็นสมาชิกเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจ การเมือง และสังคมเพื่อแบ่งปันความรับผิดชอบต่อโลกเพิ่มมากขึ้นภายในปี 2030 อย่างไรก็ตาม ความคิดเห็นที่ต่างกันและการเปลี่ยนแนวร่วมของประเทศสมาชิกจะยังคงอยู่

ศาสตราจารย์เคลาส์ ชวาป (Klaus Schwab) วิศวกรและนักเศรษฐศาสตร์ ผู้ก่อตั้งสภาเศรษฐกิจใหม่ได้เขียนหนังสือการปฏิบัติวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ (The Fourth Industrial Revolution) กล่าวถึง Megatrend ที่เป็นตัวขับเคลื่อนด้านเทคโนโลยีในการปฏิบัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ (The Internet of Things: IoT) การแปลงดิจิทัลไปสู่สิ่งที่จับต้องได้ (The Digitization of Matter) ปัญญาประดิษฐ์และข้อมูลขนาดใหญ่ (Artificial Intelligence (AI) and Big Data) ระบบการประมวลผลสื่อสารและจัดเก็บข้อมูลในทุกพื้นที่ (Computing, Communications and Storage Everywhere) เศรษฐกิจแบ่งปันและการกระจายความเชื่อมั่น (The Sharing Economy and Distributed Trust) โดย Mega- trends นี้ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ

1) กายภาพ (Physical) ได้แก่

- ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Vehicles)

- เครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printing) คือ การผลิตโดยการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยการเติมวัสดุที่ละชั้นโดยกระบวนการทางดิจิทัล หรือคอมพิวเตอร์ควบคุม เครื่องพิมพ์สามมิตินำมาใช้ในหลายอุตสาหกรรม อาทิ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมการผลิต อุปกรณ์ทางการแพทย์ อากาศยานและการป้องกันประเทศ อุปโภคบริภาค และสถาปัตยกรรม โดยอุตสาหกรรมการพิมพ์สามมิติที่มีอัตราการเติบโตมากที่สุด คือ โลหะ คาดการณ์ว่าในปี 2025 จะขยายตัวถึง 3.9 พันล้านเหรียญสหรัฐ (1.25 แสนล้านบาท)

- วิทยาการหุ่นยนต์ที่มีความซับซ้อนสูง (Advanced Robotics) ในปี 2020 อุตสาหกรรมหุ่นยนต์จะมูลค่าตลาดสูงถึง 1 แสนล้านเหรียญสหรัฐ (3.2 ล้านล้านบาท) โดยตลาดหุ่นยนต์ที่ช่วยในการทำกายภาพบำบัด อาจเติบโตได้ 40 เท่าเมื่อเทียบกับปี 2014 และคาดการณ์ว่าในอีก 10 ปีข้างหน้า หุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ ประมาณ 50% จะเข้ามาแทนที่ตำแหน่งงานในประเทศสหรัฐอเมริกา

- วัสดุใหม่ๆ (New Materials) เช่น วัสดุนาโนอย่างกราฟีน (grapheme) ซึ่งมีความแข็งแรงกว่าเหล็กกล้าประมาณ 200 เท่า บางกว่าเส้นผมมนุษย์หนึ่งล้านเท่า และเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนที่มีประสิทธิภาพ และวัสดุใหม่อื่นอย่างเช่น นวัตกรรมเทอร์โมเซ็ตพลาสติก (thermoset plastics) ที่ทำให้วัสดุที่ไม่น่าจะรีไซเคิลได้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งจะทำการใช้ทรัพยากรมีความคุ้มค่า โดยแยกการเติบโตทางเศรษฐกิจออกจากความจำเป็นต้องใช้ทรัพยากร

2) ดิจิทัล (Digital) เป็นส่วนเชื่อมระหว่างการใช้ประโยชน์ทางกายภาพและดิจิทัล ซึ่งเกิดจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ คือ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)

3) ชีวภาพ (Biological) นวัตกรรมด้านชีวภาพ โดยเฉพาะพันธุกรรมจะเอื้อประโยชน์ต่อด้านเกษตรกรรมและการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ด้านการแพทย์

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่จะก่อให้เกิดเทคโนโลยีล้ำสมัยอย่างนาโนเทคโนโลยี ไบโอเทคโนโลยี เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์และเครื่องมือและปัญญาประดิษฐ์ จะกำหนดพฤติกรรมการใช้ชีวิตของคนจากการสร้างเครื่องจักรเพื่อผ่อนแรงทุ่นแรงเพื่อผลิตให้มากที่สุด เครื่องจักรและหุ่นยนต์สื่อสารกันเองและสร้างระบบการผลิตที่ไม่ต้องพึ่งแรงงานมนุษย์ เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติจะผลิตสินค้าที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคเฉพาะกลุ่มในคราวเดียวหรือ Mass Customization ในแบบที่ Mass Production ทำไม่ได้ เครื่องจักรจะสร้างเครื่องจักรด้วยกันเอง และเป็นไปได้ว่าในปี 2030 จำนวนหุ่นยนต์จะมีมากกว่าคน ทุกกิจกรรมและความเคลื่อนไหวบนโลกออฟไลน์จะถูกแปรเป็นข้อมูลดิจิทัล ภาพเสมือนจริงจากเทคโนโลยี Virtual Reality จะทับซ้อนกับความเป็นจริงจนแทบแยกกันไม่ออก คนที่จัดการวิเคราะห์ข้อมูล Big Data ได้เหนือชั้นกว่า จะเป็นฝ่ายได้เปรียบในสมรภูมิทางการค้า ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติจะทำให้การขนส่งเดินทางและระบบโลจิสติกส์เป็นไปอย่างสะดวกราบรื่น แต่โลกอนาคตอาจต้องเผชิญกับภัยคุกคาม การก่อการร้ายรูปแบบใหม่ และการล่วงละเมิดความเป็นส่วนตัวโดยที่เราไม่รู้ตัว หรือแม้แต่ถูกหุ่นยนต์แย่งงานทำ

บริษัทที่ปรึกษาระดับโลก Frost & Sullivan ได้ออกบทวิจัยเกี่ยวกับ Megatrend ซึ่งเป็นแนวโน้มของปัจจัยต่างๆ ที่จะเปลี่ยนแปลงโลกในอนาคตจากทั้ง 12 trends ได้ระบุไว้ โดย trend ที่น่าจะเกิดขึ้นจริงและมีผลต่อเศรษฐกิจโลกมากที่สุดคือความเป็นสังคมเมือง (Urbanization)

1) ความเป็นสังคมเมือง (Urbanization) หมายถึงการขยายตัวของประชากร ความหนาแน่นของประชากร อาชีพของคนในสังคมนั้นๆ ที่ลดความเป็นชนบท และมีรูปแบบการใช้ชีวิตแบบคนเมือง ทำให้รูปแบบการใช้ชีวิต กิจกรรมการดำเนินชีวิต การใช้ที่ดินการทำเกษตรน้อยลง เป็นต้น คาดการณ์ว่าภายในปี 2030 ประชากรโลกถึง 2 ใน 3 จะอาศัยอยู่ในเขตเมือง ซึ่งหมายถึงการเพิ่มขึ้นของประชากรจาก 3,500 ล้านคน เป็น 5 พันล้านคน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของประชากรในเมืองจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน เนื่องจาก GDP ของโลกมากกว่า 80% เกิดขึ้นจากเมือง

2) เทคโนโลยีอัจฉริยะต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับแนวคิดสีเขียว (Smart is New Green) การอนุรักษ์ต่างๆ รวมถึงนวัตกรรมที่ดูแล/ห่วงใยโลกและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากเทคโนโลยีของผู้ผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ นำมาผสมผสานให้เกิดนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เป็นอัจฉริยะเพื่อโลกสีเขียว เช่น smart connected home, smart medical, smart car, smart phone, smart energy, smart meters, smart grid, smart city, smart factories, macro to micro เป็นต้น

3) แนวโน้มทางสังคม (Social Trends) ในอนาคตคนในสังคมจะถูกแบ่งกลุ่มและจัดประเภทออกเป็นส่วนๆ ที่มีชื่อเรียกแปลกๆ มากมาย ตามลักษณะของกลุ่มทางประชากรศาสตร์ ภูมิศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ วัฒนธรรม เทคโนโลยี เช่น Geo-socialization, Robo-slaves, She-conomy, Ageing Population, Reverse Brain Drain, Middle Bulge, Girl Power เป็นต้น

4) แนวโน้มทางเทคโนโลยี (Technology Trend) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Big Data อันจะสร้างข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลเชิงพฤติกรรมในการซื้อต่างๆ เช่น Alibaba การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงจะมีผลต่อประสบการณ์ที่แตกต่างของผู้อื่น การใช้เทคโนโลยีโดยการเชื่อมโยงผ่านตา ใบหน้า เสียง การสัมผัส ท่าทาง และความคิด ในปี 2050 จะมีการนำหุ่นยนต์ราคาถูกเพียง 1,500-5,000 ยูโร เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน

5) การค้าปลีกยุคใหม่ (Bricks and Clicks) อนาคตของอุตสาหกรรมการค้าปลีกออนไลน์ทั่วโลกจะสูงถึง 6.9 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ภายในปี 2050 คิดเป็น 23% ของอุตสาหกรรมค้าปลีกทั้งหมดทั่วโลก

6) นวัตกรรมสู่ความเป็นศูนย์ (Innovating to Zero) หมายถึง การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ ภายใต้แนวคิดการตัด ลด กระบวนการ ขั้นตอน สิ่งที่ไม่จำเป็นหรือไม่ต้องการให้ลดลงมากที่สุดจนเหลือเพียงศูนย์ หรืออาจไม่มีเลย ซึ่งแนวคิด Zero นี้ จะก่อให้เกิดนวัตกรรมต่างๆ เช่น Net zero cities, Zero easte2emissions, Net zero building, Zero initiatives at work, Zero accident, Zero incubation period เป็นต้น

7) การเดินทาง (Mobility) การขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าที่เกิดจากการปฏิวัติไฟฟ้า ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ อุตสาหกรรมยานยนต์จะมีการเปลี่ยนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันมาเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าแทน และในการเติมพลังงานด้วยการชาร์ตไฟฟ้าเข้าไปในแบตเตอรี่นั้น ในอนาคตจะต้องมีสถานีให้บริการเติมไฟฟ้า จะส่งผลทำให้เกิดเทคโนโลยีในยุคต่อไปพัฒนาการชาร์ตไฟฟ้าแบบไร้สาย (Wireless Charging)

8) สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Health, Wellness and Wellbeing) การให้ความสำคัญกับคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่ลึกซึ้งมากขึ้น โดยคำนึงถึงมุมมอง 3 ด้าน คือ ร่างกาย จิตใจ และจิตวิญญาณ ซึ่งสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีต้องมีครบทั้ง 3 ด้านนี้ แนวโน้มนี้จะทำให้เกิดการพัฒนาวิทยาการทางการแพทย์และสุขภาพต่างๆ ในอนาคต เช่น Nutraceutical, E-Health/M-Health, Health Kiosks, Cybernetics, Wonder Drugs, Robo-doctors เป็นต้น

9) อนาคตของการคมนาคม (Future Infrastructure) ความต้องการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานของโลกมากกว่า 80 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ภายในปี 2030 แบ่งเป็นการลงทุนทางขนส่ง 39% เช่น ถนน ราง สนามบิน ท่าเรือ ทางน้ำ 32% เช่น เขื่อนและอ่างเก็บน้ำ การจัดสรรน้ำและการบำบัดน้ำเสีย ทางพลังงาน 15% เช่น การผลิตและการส่งกระแสไฟฟ้า และทางสื่อสาร 13% เช่น โทรศัพท์พื้นฐาน เครือข่ายมือถือ

10) รูปแบบธุรกิจแบบใหม่ การเพิ่มคุณค่าธุรกิจใหม่ โดยเปลี่ยนจากคุณค่าทางตัวเงิน มาเป็นคุณค่าสำหรับหลายคน (New Business Models: Value for Many) กล่าวคือ ธุรกิจยุคใหม่ต้องไม่เน้นกำไรสูงสุด คำนึงถึงสังคมมากขึ้น ซึ่งจะเป็นการสร้างโอกาสให้กับชนชั้นที่อยู่ฐานปิระมิดให้ได้รับโอกาสในการเข้าถึงคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

11) อิทธิพลของความเร็วมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Span of influence increasing rapidly) ยกตัวอย่างเช่น ระยะเวลาที่จะเข้าถึงลูกค้า 50 ล้านคน วิทยุใช้เวลา 38 ปี โทรทัศน์ใช้เวลา 13 ปี อินเทอร์เน็ตใช้เวลา 4 ปี iPod ใช้เวลา 3 ปี แต่ Facebook ใช้เวลาเพียง 2 ปี โดยมีผู้ใช้บริการมากกว่า 500 ล้านคน มีคนแชร์รูปบน Facebook ต่อเดือนมากกว่า 2 พันล้านรูป

12) ด้านเศรษฐกิจ นอกเหนือจาก BRICS: ผู้เปลี่ยนเกมส์รายต่อไป (Economy: Beyond BRIC: The Next Game Changers) แนวโน้มเศรษฐกิจใหม่ จะมีผู้เล่นหน้าใหม่ในระบบเศรษฐกิจโลกที่เข้ามามีบทบาทมากขึ้น นั่นคือ ประเทศและกลุ่มประเทศต่างๆ ที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว เช่น

บราซิล รัสเซีย จีน อินเดีย ตุรกี เม็กซิโก โปแลนด์ อียิปต์ แอฟริกาใต้ และประเทศกลุ่มอาเซียนที่มีจำนวนประชากรสูง กลุ่มประเทศเหล่านี้จะหลายเป็น Next Game Changers ภายในปี 2050 หากยังคงรักษาอัตราเติบโตของเศรษฐกิจได้อย่างต่อเนื่อง

Brüel & Kjær, Copenhagen Institute for Future Studies Instituttet for Fremtidsforskning: BEYOND TOMORROW SCENARIOS 2030 กล่าวถึง 13 Global Megatrends สำคัญที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอำนาจทางเศรษฐกิจทั่วโลก ได้แก่

1) การพัฒนาเทคโนโลยี (Technological Development) การพัฒนาทางเทคโนโลยีนอกจากจะก้าวหน้าไปเรื่อยๆ แล้ว ยังสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น แพร่หลายกว้างขวางมากขึ้นด้วยราคาที่ถูกลงเรื่อยๆ เทคโนโลยีช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในหลายๆ ด้าน และยังมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน การพัฒนาสังคมและธุรกิจ นอกจากนี้ การพัฒนาเทคโนโลยียังก่อให้เกิดนวัตกรรมและแนวคิดด้านการประกอบอุตสาหกรรมใหม่ๆ ซึ่งส่งผลอย่างมากต่อขนาดและรูปแบบของอุตสาหกรรมการผลิตของโลก รวมทั้งงานวิจัยและพัฒนาที่ก่อให้เกิดสินค้าและบริการในด้านต่างๆ

2) โลกาภิวัฒน์ (Globalization) เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายทั่วโลก ทั้งเรื่องของการบริการ การสื่อสาร เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตล้วนแล้วแต่เป็นเรื่องของ Globalization แทนทั้งสิ้น มนุษย์เราต่างเจริญมากขึ้น มีกำลังซื้อมากขึ้นก็ต้องสรรหาสิ่งอำนวยความสะดวกสบายมากขึ้น

3) ความยั่งยืน (Sustainability) ผลกำไรไม่ได้แสดงถึงความสำเร็จของทุกองค์กรอีกต่อไป ความตื่นตัวในปัญหาด้านสังคมไม่ว่าจะเป็นแรงงานผิดกฎหมาย สิทธิมนุษยชน ความปลอดภัยและชีวอนามัย หรือสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย ส่งผลให้ทุกองค์กรต้องคำนึงถึงแนวทางการจัดการอย่างยั่งยืนและเป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อม เช่น CSR, Carbon Footprint, Green Supply Chain ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือตั้งแต่ระดับปัจเจกไปจนถึงในระดับภูมิภาค เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและการเจริญเติบโตอย่างยั่งยืน

4) การเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic Growth) ยังคงดำเนินต่อไปในพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลก ความต้องการที่มากขึ้นจะมาจากความต้องการของชนชั้นกลางของโลก ในปี 2030 ชนชั้นกลางจะมีฐานะทางการเงินที่ดีขึ้น เพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะคนชั้นกลางในประเทศจีน อินเดีย และแอฟริกา ทำให้อำนาจซื้อของโลกเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ในอนาคตตลาดเศรษฐกิจจะย้ายมาอยู่เอเชียและแอฟริกา โดยในปี ปี 2016-2030 มีการคาดการณ์ว่ากำลังซื้อของผู้บริโภคในซับซาฮาร่าแอฟริกาจะเพิ่มไปอีก 160% โดยเติบโตเร็วกว่าตลาดที่พัฒนาแล้วถึง 2.5 เท่าตัว

5) สังคมแห่งความรู้ (Knowledge Society) ประชากรทั่วโลกได้รับการเข้าถึงความรู้ ข้อมูลและการศึกษาเพิ่มมากขึ้น ข้อมูลและความรู้กำลังกลายเป็นสินทรัพย์ทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ส่งผลต่อวิธีการจ้างงาน เรียนรู้ และสื่อสาร สังคมแห่งความรู้ต่างจากสังคมแห่งข้อมูลข่าวสารตรงที่ข้อมูลข่าวสารเปรียบเสมือนสินค้าและบริการ และความรู้ที่แท้จริงนั้นเกิดจากการเปิดกว้างทางเครือข่ายและวัฒนธรรมการแลกเปลี่ยนความรู้ ดังนั้น คนทุกกลุ่มหรือคนที่ไม่มีโอกาสเข้าถึงการศึกษาจากระบบการเรียนการสอนในโรงเรียนก็สามารถเข้าถึงความรู้ได้เช่นกัน

6) การเร่งความเร็วและความซับซ้อน (Acceleration & Complexity) ในอีก 20 ปีข้างหน้า มนุษย์เราจะเร่งรีบและอยากประหยัดเวลามากขึ้น สิ่งใดที่สามารถทำให้ประหยัดเวลาได้ ดูเหมือนจะตอบโจทย์การใช้ชีวิตและไลฟ์สไตล์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของธุรกิจการบิน การให้บริการเครื่องบิน ธุรกิจสื่อสาร ธุรกิจผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง หรือแม้แต่ Start-Ups ของคนยุคใหม่ที่กำลังเติบโตในปัจจุบัน

7) การเงินและการค้า (Commercialization) คือ เรื่องความสะดวกทางการเงิน และความสบายในการจับจ่ายสินค้า ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการซื้อสินค้าผ่านอินเทอร์เน็ต การมีหน้าร้านบนเว็บไซต์ การทำธุรกิจผ่านโทรศัพท์มือถือ รับ-โอน-จ่าย ผ่านธนาคารอินเทอร์เน็ต เป็นเรื่องของความสะดวกสบายทางการเงิน หรือแม้แต่การบริหารสินทรัพย์บนโลกออนไลน์ไม่ว่าจะเป็นการซื้อขายหุ้นผ่านแอพพลิเคชั่น ซื้อขายกองทุนผ่านอินเทอร์เน็ต ล้วนแล้วเป็นเรื่องของ Commercialization

8) สังคมเครือข่าย (Network Society) องค์การ ประชาชน และสังคม จะมีความเชื่อมโยงกันมากขึ้น และจะได้รับอิทธิพลจากเครือข่ายที่หลากหลาย บางส่วนของเครือข่ายถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทขนาดใหญ่ เช่น Facebook เป็นต้น

9) การพัฒนาด้านประชากร (Demographic Development) แนวโน้มทางประชากรศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นสังคมที่ชราภาพมากขึ้น สืบเนื่องจากการที่อัตราการเกิดที่ลดลง ในขณะเดียวกันที่ช่วงอายุของประชากรในสังคมยืดยาวขึ้น สืบเนื่องจากความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและเทคโนโลยีทางการแพทย์ที่ก้าวหน้ามากขึ้น โดยปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้สัดส่วนของประชากรแรกเกิด ประชากรวัยทำงาน และจำนวนผู้สูงอายุเปลี่ยนแปลงไป

10) ความเป็นปัจเจกบุคคล/ความเป็นตัวของตัวเอง (Individualization) เป็นเรื่องของความเชื่อความเปลี่ยนแปลงของคนรุ่นใหม่ เช่น อดีตคนกราบไหว้สิ่งศักดิ์สิทธิ์หรือแม้กระทั่งเชื่อในเรื่องของพระเจ้า แต่ปัจจุบันคนอาจจะเข้าถึงวัตถุนิยมมากขึ้นและละเลยของเรื่องศาสนา หรือแม้กระทั่งวัฒนธรรมและอาชีพ ภาวะสังคมในปัจจุบันเป็นภาวะที่ว่าด้วยปัจเจกบุคคลมากกว่าการรวมตัวเป็นกลุ่มทางวัฒนธรรม “ตัวฉัน” เริ่มมีบทบาทมากกว่าวัฒนธรรมที่ว่าด้วย “พวกเรา”

11) การแบ่งขั้ว (Polarization) จะเห็นได้ชัดในสังคมระหว่างสิ่งที่จำเป็นและสิ่งที่ไม่มี อีกทั้งจะเห็นได้จากตลาดเฉพาะกลุ่ม โดยการกำหนดกลยุทธ์การตลาดที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มคนรวยและคนจน

12) ความเป็นตัวตน (Immaterialization) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนการรับรู้และค่านิยมของคน ซึ่งไม่มุ่งเน้นไปที่วัตถุนิยมจะเพิ่มมากขึ้น โดยผ่านการรับรู้ผ่านแฟชั่น วัฒนธรรม การเล่าเรื่อง การให้คุณค่าและประสบการณ์จะถูกนำมารวมกัน

13) ความเป็นสังคมเมือง (Urbanization) ในอีก 20 ปีข้างหน้า ประชากรโลกจะมีมากกว่า 6.5 พันล้านคน คิดเป็น 48% จะอาศัยอยู่ในเมือง เมื่อโครงสร้างประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในเมือง จะมีธุรกิจมากมายที่ยังเป็นกระแสเพื่อรองรับผู้คน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการบริการ สุขภาพ อาหารสะอาด ล้วนแล้วแต่เป็นเรื่องของ Urbanization

ข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่าแนวโน้มและทิศทางของโลกมีการศึกษาและถูกกำหนดโดยหลายหน่วยงานและหลายกลุ่มนักวิชาการ ด้วยเหตุนี้คณะที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแนวโน้มของโลกตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหารหรือ STEEP ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1-1 ความสอดคล้องของแนวโน้มของโลกตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหาร

แนวคิด	**ปัจจัย (STEEP)**				
	ด้านสังคม (Social)	**ด้านเทคโนโลยี (Technological)**	**ด้านเศรษฐกิจ (Economic)**	**ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental)**	**ด้านการเมือง/กฎหมาย (Political/Legal)**
Roland Berger	● การเปลี่ยนแปลงด้านประชากร (Demographic dynamics) การเพิ่มขึ้นของประชากรโลก สังคมสูงอายุ และการเพิ่มขึ้นของสังคมเมือง ● สังคมฐานความรู้ระดับโลก Global knowledge society) ความรู้อื้นฐาน ช่องว่างระหว่างชายและหญิง การแย่งชิงกำลังคนคุณภาพ	● การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Dynamic technology & innovation)	● โลกาภิวัฒน์และตลาดอนาคต (Globalization & Future markets) การเติบโตของเศรษฐกิจโลก กลุ่มขั้วอำนาจเศรษฐกิจใหม่ (BRICS)	● การขาดแคลนทรัพยากร (Scarcity of resource) พลังงาน น้ำ อาหาร และทรัพยากรอื่นที่หายาก ● การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและความเสี่ยงของระบบนิเวศ (Climate changes & ecosystem at risk) ภาวะโลกร้อน ● ความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อโลก (Sustainability & global responsibility	● โลกาภิวัตน์ (นโยบาย/กฎหมาย/การเปลี่ยนแปลงทางการเมือง)
Klaus Schwab	● เศรษฐกิจแบ่งปันและการกระจายความเชื่อมั่น (The	● เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ (The Internet of Things: IoT)			

ตารางที่ 4.1-1 ความสอดคล้องของแนวโน้มของโลกตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหาร

แนวคิด	**ปัจจัย (STEEP)**				
	ด้านสังคม (Social)	**ด้านเทคโนโลยี (Technological)**	**ด้านเศรษฐกิจ (Economic)**	**ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental)**	**ด้านการเมือง/กฎหมาย (Political/Legal)**
	Sharing Economy and Distributed Trust)	● การแปลงดิจิทัลไปสู่สิ่งที่จับต้องได้ (The Digitization of Matter) ● ปัญญาประดิษฐ์และข้อมูลขนาดใหญ่ (Artificial Intelligence (AI) and Big Data) ● ระบบการประมวลผลสื่อสารและจัดเก็บข้อมูลในทุกพื้นที่ (Computing, Communications and Storage Everywhere)			
Frost & Sullivan	● ความเป็นสังคมเมือง (Urbanization) ● แนวโน้นทางสังคม (Social Trends) มีการแบ่งกลุ่มและจัด	● แนวโน้มทางเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (technology Trends)	● การค้าปลีกยุคใหม่ (Bricks and Clicks) ผ่านระบบออนไลน์ ● รูปแบบธุรกิจแบบใหม่	● เทคโนโลยีอัจฉริยะต้องสอดคล้องกับแนวคิดสีเขียว (Smart is New Green)	

ตารางที่ 4.1-1 ความสอดคล้องของแนวโน้มของโลกตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหาร

แนวคิด	**ปัจจัย (STEEP)**				
	ด้านสังคม (Social)	**ด้านเทคโนโลยี (Technological)**	**ด้านเศรษฐกิจ (Economic)**	**ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental)**	**ด้านการเมือง/กฎหมาย (Political/Legal)**
	ประเภทคนตามลักษณะของกลุ่มทางประชากรศาสตร์ ภูมิศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ วัฒนธรรม เทคโนโลยี ● สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Health, Wellness and Well Being)	● นวัตกรรมสู่ความเป็นศูนย์ (Innovating to Zero) ● การเดินทาง (Mobility) การขับเคลื่อนด้ายระบบไฟฟ้า ● อนาคตของการคมนาคม (Future Infrastructure) การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน ราง สนามบิน ● อิทธิพลของความเร็ว มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Span of influence increasing rapidly)	● BRIC กลุ่มประเทศขั้วอำนาจทางเศรษฐกิจใหม่		
Brüel & Kjær	● สังคมแห่งความรู้ (Knowledge Society)	● การพัฒนาเทคโนโลยี (Technological Development)	● การเงินและการค้า (Commercialization)	● ความยั่งยืน (Sustainability) การจัดการที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	

ตารางที่ 4.1-1 ความสอดคล้องของแนวโน้มของโลกตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหาร

แนวคิด	**ปัจจัย (STEEP)**				
	ด้านสังคม (Social)	**ด้านเทคโนโลยี (Technological)**	**ด้านเศรษฐกิจ (Economic)**	**ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental)**	**ด้านการเมือง/กฎหมาย (Political/Legal)**
	● สังคมเครือข่าย (Network Society) ความเชื่อมโยงระหว่างองค์การ ประชาชน และสังคม ● การพัฒนาด้านประชากร (Demographic Development) สังคมสูงอายุ ● ความเป็นตัวตน (Individualization) การรับรู้และค่านิยม ● การแบ่งขั้ว (Polarization) สิ่งที่จำเป็นและสิ่งที่ไม่มี ส่งผลต่อการกลยุทธ์ทางการตลาด ● ความเป็นตัวตน (Immaterialization) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนการรับรู้และคุณค่า	มีความก้าวหน้า เข้าถึงได้ง่ายแพร่หลายด้วยราคาที่ถูกลง ● การเร่งความเร็วและความซับซ้อน (Acceleration & Complexity) การผลิตสินค้าและบริการที่ตอบโจทย์การประหยัดเวลา	ความสะดวกทางการเงินบนโลกออนไลน์ ● การเติบโตของเศรษฐกิจ (Economic Growth) อำนาจซื้อของชนชั้นกลางเพิ่มขึ้น ● โลกาภิวัฒน์ (Globalization)		

ตารางที่ 4.1-1 ความสอดคล้องของแนวโน้มของโลกตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหาร

แนวคิด	**ปัจจัย (STEEP)**				
	ด้านสังคม (Social)	**ด้านเทคโนโลยี (Technological)**	**ด้านเศรษฐกิจ (Economic)**	**ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental)**	**ด้านการเมือง/กฎหมาย (Political/Legal)**
	ที่ไม่มุ่งเน้นความเป็นวัตถุ จะเพิ่มขึ้น ● ความเป็นสังคมเมือง (Urbanization)				

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าแนวโน้นการเปลี่ยนแปลงของโลกที่สำคัญและกลุ่มนักวิชาการส่วนใหญ่ได้แสดงทัศนะและผลการศึกษาได้สะท้อนให้เห็นว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสามารถจัดลำดับได้ดังนี้ได้แก่

1. ด้านสังคม จากตารางข้างต้นนักวิชาการทุกกลุ่มได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงทางสังคมอย่างชัดเจน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสังคมจะเกิดทั้งเชิงโครงสร้างประชากร พฤติกรรมคนในสังคม ค่านิยม และแบบแผนการดำเนินชีวิต
2. ด้านเทคโนโลยี ซึ่งจะมีความก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว
3. ด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ รูปแบบธุรกิจ โครงสร้างตลาด กระบวนการดำเนินธุรกิจ
4. ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การรักษาสมดุลในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การสร้างสังคมสีเขียว
5. ด้านการเมือง ได้แก่ กระแสโลกาภิวัตน์ ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงนโยบาย/กฎหมาย/การเมืองของประเทศหนึ่งส่งผลกระทบต่อประเทศอื่น

4.2 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอนาคตในมิติต่างๆ

การผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทยให้เป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ จำเป็นต้องอาศัยการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ผนวกกับแรงงานที่มีทักษะในการผลิตมากกว่าเครื่องมือแพทย์ขั้นพื้นฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำไปสู่งานวิจัย พัฒนา ผลิต และทดสอบรับรองคุณภาพเครื่องมือแพทย์ได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ อันจะนำไปสู่การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมแพทย์อย่างยั่งยืน จากการวิเคราะห์และคาดการณ์เทรนด์ด้านสุขภาพทั่วโลกตั้งแต่ปี 2017 (Deloitte 2017, 2018, McKinsey 2020, KPMG 2018, MIT Technology Review 2020, สอวช และ มูลนิธิสถาบันอนาคตไทยศึกษา 2020) จนถึงปัจจุบันที่ทั่วโลกกำลังเผชิญกับวิกฤตของไวรัสโควิด (Covid-19) อย่างกะทันหัน ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิจัยเอกสาร วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูล ตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการบริหาร หรือ STEEP ที่มีผลกระทบสำคัญต่อแนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอนาคต ในมิติต่างๆ ได้แก่ สังคม เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และการเมือง ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2-1 Medical Device Social Trend (แนวโน้มทางด้านสังคมต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
Post-Covid Best Case Scenario	- ทุกภาคส่วนนำแพลตฟอร์มดิจิตอลมาใช้งาน - ภาครัฐสนับสนุนให้ประชาชนเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานด้านสุขภาพและดิจิทัลอย่างเท่าเทียม ลดความเหลื่อมล้ำจากการกระจายโอกาส และการพัฒนาระบบสวัสดิการ
Post-Covid Worst Case Scenario	- ปัญหาความเหลื่อมล้ำรุนแรงขึ้น ยากต่อการเข้าถึงความช่วยเหลือทางการแพทย์ - การ lockdown ต่อเนื่องยาวนาน ส่งผลให้ผู้มีรายได้น้อยและกลุ่มคนเปราะบางได้รับความเดือดร้อนสูง และความช่วยเหลือรัฐไม่ทั่วถึง เกิดปัญหาหนี้นอกระบบรุนแรง นำสู่อาชญากรรมได้[1] - อาชญากรรมเพิ่มขึ้น รวมถึงอาชญากรรมไซเบอร์ เนื่องจากชีวิตพึ่งพาเทคโนโลยีดิจิตอลมากขึ้น[1] - เกิดการละเมิดสิทธิและศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ของผู้ป่วยหรือผู้ต้องสงสัยว่าติดเชื้อ เลือกปฏิบัติ และตีตราผู้คน[1] - ความรุนแรงภายในครอบครัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะต่อเด็กและสตรีตามการแถลงข่าวของ UN เนื่องจากการถูก lockdown ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงความรุนแรงที่เกิดขึ้นโดยการออกจากบ้านได้ โดยหลายประเทศในเอเชียได้รายงานการแจ้งเหตุการณ์รุนแรงที่เกิดขึ้นภายในครอบครัวที่เพิ่มสูงขึ้น[2] - สิ่งแวดล้อมอาจฟื้นตัวในระยะสั้น แต่ต้องเผชิญกับปัญหาขยะที่เพิ่มขึ้น ทั้งขยะติดเชื้อและพลาสติกใช้แล้วทิ้ง สุขอนามัยของสังคมที่แย่ลง[1] - เกิดการละเลยปัญหาสำคัญอื่นๆ เช่น ไฟป่า PM 2.5 นำไปสู่ปัญหาสุขภาพด้านอื่น ๆ เช่น โรคทางเดินหายใจ ปัญหาภัยแล้ง เป็นต้น[1]
Post-Covid Intermediate Case	- ผู้มีรายได้น้อยเดือดร้อนมากจากการขาดรายได้ หนี้ครัวเรือนสูง ปัญหาความเหลื่อมล้ำ - ปัญหาอาชญาการและปัญหาสุขภาพจิต - สิ่งแวดล้อมอาจจะฟื้นตัวในระยะสั้น
Enabling medical supply-chain data visibility through	- การเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลด้านห่วงโซ่อุปทานของเครื่องมือทางการแพทย์ เพื่อเสริมประสิทธิภาพการจัดการห่วงโซ่อุปทานดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะ

supply-chain digitization and integration การทำให้ข้อมูลทางด้านห่วงโซ่อุปทานเครื่องมือแพทย์มีความโปร่งใสโดยผ่านทางระบบดิจิตอลและการจัดการแบบบูรณาการ	อย่างยิ่งในช่วงวิกฤต Covid ที่ supply chain ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบสาธารณสุข - ข้อมูลด้าน supply chain ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำมาช่วยการบริหารจัดการเรื่องการเก็บและจำหน่ายยา ทำให้ช่วยลดการหมดอายุของยาหรือของเสียผ่านทาง data visibility and management - ความท้าทายคือ ปัจจุบันกระบวนการขออนุญาตต่าง ๆ ต่อหน่วยงานภาครัฐยังเป็น paper-based เช่น การจดแจ้งขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์ หรือยากับ อย. ในประเทศไทยเอง ดังนั้น การ digital transformation กระบวนการเหล่านี้จะสำคัญต่อระบบ health system มากในอนาคต - ตัวอย่างของ poor supply chain management เช่น กระทรวงสาธารณสุขของปากีสถาน มีข้อจำกัดการเข้าถึงข้อมูลเชิงลึกของ medical supply chain ในประเทศ ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการรายงานข้อมูลด้านสต็อกของวัสดุและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ยังคงเหลือใช้ ส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนของชุมชนได้ หรือแม้แต่ประเทศไทยเอง การที่ไม่มีข้อมูล medical supply chain ที่รวมศูนย์กลางเดียวกัน ทำให้การให้ข้อมูลของกระทรวงพาณิชย์และกระทรวงสาธารณสุขคลาดเคลื่อน และประชาชนเกิดความไขว้เขวกังวล นอกจากนี้การจัดการ priority ของรัฐก็ทำได้ลำบากเนื่องจากตัวเลขที่ไม่แน่นอนชัดเจน เกิดสภาวะของขาดตลาด แต่เมื่อสั่งเพิ่มแบบไม่เห็นข้อมูล ก็เกิดการล้นตลาดและการสิ้นเปลืองของทรัพยากรโดยใช่เหตุ
Social digitalization การใช้ระบบดิจิตอลในกระบวนการจัดการข้อมูลส่วนบุคคล	- การให้ความช่วยเหลือประชาชน หรือประเมินความเสี่ยงของประชาชน หากสามารถมีข้อมูล (ที่เป็นส่วนตัวของประชาชน) มาวิเคราะห์แบบมีหลักการและให้ความมั่นใจด้านความปลอดภัยของข้อมูล จะช่วยให้การเข้าถึงและช่วยเหลือทั้งทางการแพทย์ ทางสังคม เศรษฐกิจ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของ social digitalization จึงเป็นเรื่องที่ต้องดำเนินการ ให้ประชาชนมั่นใจและเชื่อใจความสามารถในการจัดการข้อมูลของภาครัฐ
การขยายกำลังการเพิ่มบุคลากรทางการแพทย์	- ปัญหาการขาดแคลนบุคลาการทางการแพทย์ (physicians, practitioners, specialists) ที่หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกกำลังเผชิญ[1] ส่งผลให้การดูแลรักษาผู้ป่วยที่ไม่เพียงพอหรือทั่วถึง

	- การเพิ่มกำลังผลิตแพทย์ภายในประเทศ เช่น การประกาศเปิดหลักสูตรแพทย์ศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรนานาชาติ) ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย[2] ที่รับนักศึกษาที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาใดก็ได้ มาศึกษาต่อเพื่อให้สามารถทำงานเป็นแพทย์วิชาชีพได้ โดยใช้เวลาศึกษา 4 ปี จะสร้างเทรนด์ของการเรียนตรีวิทยาศาสตร์และปรับเปลี่ยนสายมาต่อแพทย์ในอนาคตเพิ่มมาก หากหลักสูตรนี้ประสบความสำเร็จและเป็นที่ต้องการ จะส่งผลให้เกิดหลักสูตรแพทย์อื่น ๆ เพิ่มขึ้นตาม ทำให้จำนวนแพทย์เพิ่มสูงขึ้น รวมไปถึงแพทย์รุ่นใหม่ จะมีทักษะเชิงบูรณาการมากขึ้น เนื่องจากอาจจะจบวิศวกรรมศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ มาก่อนฝึกวิชาชีพเป็นแพทย์ จะมีมุมมองเชิง นวัตกรรมสูงยิ่งขึ้น นอกจากนี้คณะแพทย์ศาสตร์ ศิริราชพยาบาล[3] ได้มีการปรับเปลี่ยนนโยบายการเรียนแพทย์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้ที่เรียนจบปริญญาตรีไม่จำกัดสาขา สามารถสอบแข่งขันเพื่อเข้าเรียนคณะแพทยศาสตร์ได้ หากเป็นบุคคลที่เรียนจบด้วยเกรดเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 มีอายุไม่เกิน 35 ปี หวังสร้างหมอเก่งหลายด้าน และเข้ากับสังคมได้ดี
Democratization of technology การเข้าถึงเทคโนโลยีได้อย่างเสรี	- ผู้คนทั่วไปจะสามารถเข้าถึงความเชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีและธุรกิจได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องผ่านหลักสูตรเชิงลึก ซึ่งเอื้อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ รวมไปถึงนวัตกรรมการแพทย์เพิ่มเยอะขึ้นได้[1,2]
การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)	- เนื่องจากคนมีอายุยืนขึ้นและจำนวนเด็กเกิดใหม่น้อยลง ส่งผลให้ประชากรโลกโดยรวมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ จากในปี 2015 ที่จำนวนประชากรอายุมากกว่า 65 ปีทั่วโลกอยู่ที่ 559 ล้านคน จะเพิ่มเป็น 604 ล้านคนภายในปี 2020[1] สำหรับในประเทศไทยเอง สถิติผู้สูงอายุคาดว่าในปี พ.ศ. 2559 คนไทยจะมีอายุเฉลี่ย 75.6ปี (ชาย 68 ปี , หญิง 75 ปี)[2] - โรคที่เกี่ยวกับผู้สูงอายุเพิ่มสูงตามมาเช่นกัน เช่น โรคภาวะสมองเสื่อม (dementia) โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) และโรคพาร์กินสัน (Parkinson's disease) ซึ่งเป็นโรคทางระบบประสาทและสมอง รวมถึงโรคที่เกี่ยวกับระบบหลอดเลือด เช่น โรคหลอดเลือดสมองขาดเลือด โรคลิ่มเลือดอุดตันหลอดเลือด เป็นต้น อันอาจนำไปสู่ภาวะซึมเศร้า การเต้นของหัวใจผิดปกติ อัมพฤต อัมพาต หัวใจวายเฉียบพลัน หัวใจล้มเหลว[1,2] - ดังนั้นการใช้นวัตกรรมติดตามโรคของผู้ป่วยแบบพกพาใส่ติดตัวได้ เช่น biosensor และ biotracker จะช่วยเฝ้าติดตามสัญญาณชีพสำคัญแบบสวมใส่

	ติดต่อ (wearable device) จะถูกนำใช้ประจำบ้านมากขึ้น เช่น AlciveCor ที่พัฒนาเครื่องตรวจคลื่นสัญญาณหัวใจไฟฟ้าแบบแผ่นพกพา (https://www.alivecor.com) ที่คอยติดตามความผิดปกติของการเต้นของหัวใจได้อย่างทันท่วงทีที่บ้าน[3] หรือการติด Biostamp ซึ่งออกแบบโดย MC10 (John Rogers) เพื่อคอยติดตามข้อมูลทางสรีระของร่างกาย อุณหภูมิของร่างกาย การเต้นของหัวใจ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ที่สามารถคาดการณ์โอกาสการเกิดหัวใจล้มเหลว การเป็นโรคพาร์กินสัน[3] หรือ เป็นต้น - การใช้ virtual reality (VR) ช่วยบำบัดฟื้นฟูผู้สูงอายุทั้งสภาพร่างกายและจิตใจ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวและปฏิสัณฐาน ปรับสถาพจิตใจ[1]
การตรวจโรคที่ในรูปแบบ point of care ที่ decentralized จากห้องปฏิบัติการกลาง เพื่อสามารถทำได้เองที่บ้านหรือตรวจในระดับภาคสนามมากขึ้น	- การเพิ่มขึ้นและอุบัติของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases, NCD) เช่น เบาหวาน มะเร็ง และโรคที่เกี่ยวกับระบบหลอดเลือด มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลกจากการรูปแบบการใช้ชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น สภาวะสังคมที่เป็นแบบสังคมเมืองมากขึ้น (urbanization) การกินอาหาร (diets) - การเพิ่มขึ้นของโรคติดต่อ (communicable diseases) ที่ยังเป็น global treat เช่น HIV-AIDS ที่คาดว่าจะกระทบต่อประชากร 36.9 ล้านคนทั่วโลก หรือการเกิดใหม่ของโรค Zika และ COVID-19 - จากจำนวนโรคที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้ นำไปสู่การพัฒนา point-of-care device เช่น สามารถตรวจวัดระดับน้ำตาล ไขมัน และเลือดได้เองที่บ้าน เพิ่มความสะดวกให้กับผู้ป่วยในการคอยเฝ้าระวังและดูแลตนเอง และลดภาระบุคลากรทางการแพทย์ รวมไปถึงชุดตรวจภาคสนามสำหรับตรวจโรคในพื้นที่ห่างไกล เช่น Zika หรือ COVID-19 เพื่อลดการแพร่ระบาดของโรค และลดความเหลื่อมล้ำความห่างไกลจากโรงพยาบาล
การรักษาจะเปลี่ยนรูปแบบจากเดิมที่เป็นเฉพาะการรักษาและบำบัด (treatment and care) สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ internet of things หรือในรูปแบบ telehealth มากขึ้น	- เครื่องมือแพทย์จะถูกเสริมการบริการผู้ป่วยด้วย interactive applications เพื่อเน้นบริการให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการรักษา ในรูปแบบของ B2C มากขึ้น เช่น application ของ Healthloop ที่เพิ่มบริการให้กับผู้ป่วยที่ผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าในรูปแบบของความรู้ ‘pre-to-post’ operative protocols ที่สามารถคาดการณ์ผลการผ่าตัดรูปแบบต่าง ๆ และการบำบัดหลังผ่าตัด ทำให้ผู้ป่วยมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น รวมถึงสามารถเตรียมตัวด้านค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้น[1] - การให้บริการเทเลเฮลธ์ (telehealth) และ application ด้านสุขภาพ โดยใช้การใช้ระบบปรึกษาทางไกล ปรึกษาปัญหาอายุรกรรมทั่วไป หรือโรคทั่วไป รวมไป

	ถึงให้บริการเภสัชกรออนไลน์ แพทย์ออกใบสั่งยาอิเล็กทรอนิกส์ โดยหลังจากเหตุการ์ Covid-19 จะเร่งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ที่คาดว่าจะใช้เวลาในห้าปี เพื่อเข้าถึงประชากร 10 ล้านคนทางบริการ telemedicine[2]
วิกฤติ Global emotion และสังคมแห่งไร้การสัมผัส	จากเหตุการณ์โควิด หลายๆ โรงเรียนเริ่มประกาศการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งน่าจะส่งผลกระทบระยะยาวต่อนักเรียนเด็กเล็กในอนาคต คนรุ่นใหม่ที่โตในช่วงนี้ก็จะคุ้นชินกับการทักทายที่ไม่ใช่การจับมือหรือกอดแบบแต่ก่อน หรือ รูปแบบการใช้ชีวิตแบบ social and physical distancing อย่างต่อเนื่อง จะส่งผลต่อการลดความเอาใจใส่กันระหว่างเพื่อนร่วมงานหรือสังคมได้ หรือแม้แต่เด็กนักเรียนที่โตมาเรียนในสภาวะที่ไม่สามารถสนิทและใกล้ชิดกับเพื่อนได้เหมือนแต่ก่อน ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อพัฒนาการด้าน EQ และสุขภาพจิตของประชากรในอนาคตได้
การให้ความสำคัญสุขภาพและความปลอดภัยเหนือความเป็นส่วนตัว	โดยวัสดุอุปกรณ์ฉลาดแบบสวมใส่ เช่น fitbit จะเป็นที่ต้องการเพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่อง โดยผู้ใช้จะยอมมอบข้อมูลส่วนตัวของตน เช่น ข้อมูลสุขภาพ อัตราการเต้นหัวใจ ในปัจจุบันมีการใช้ fitbit เฝ้าตามกิจกรรมการเคลื่อนไหวประจำวันผนวกกับปริมาณอาหารที่รับประทาน เพื่อคอยสังเกตผลของการออกกำลังกายต่อระดับน้ำตาลในเลือด[1] หรือ ในอนาคตในส่วนของพิกัดการเดินทาง เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของชีวิต โดยให้ระบบ AI สามารถช่วยคอยติดตาม และประมวลความเสี่ยงของตนเอง หรือในอนาคตต่อการเดินทางแต่ละครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในการติดเชื้อไวรัสในอนาคต
การให้ความสำคัญกับสุขภาพ สารอาหารและวิตามิน	จากเหตุการณ์โควิด ประชากรให้ความสำคัญด้านสุขภาพ และสนใจการกินอาหารเพื่อสุขภาพ ทานอาหารอย่างถูกสุขลักษณะอนามัย รวมไปถึงรับประทานอาหารจากวัตถุดิบอินทรีย์ ลดสารเคมี
ความโปร่งและติดตามข้อมูลได้ (Transparent and traceability)	จากความก้าวล้ำทางเทคโนโลยีและข้อมูลดิจิตอล จะต้องนำไปสู่มาตรการทางสังคมและภาครัฐ ที่ช่วยกำกับถึงความโปร่งใสในการเก็บข้อมูลและรักษาความเป็นส่วนตัวของเจ้าของข้อมูล

ตารางที่ 4.2-2 Medical Device Technological Trend (แนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
เทคโนโลยีเสมือนจริง ทั้งในรูปแบบ virtual reality (VR) และ augmented reality (AR)	การใช้ VR และ AR จะมีบทบาทสำคัญทางการแพทย์มากขึ้น ก่อให้เกิด การก้าวข้ามอุปสรรคหรือขีดจำกัดทางร่างกาย และนำไปสู่นวัตกรรมใหม่ ๆ ทางการแพทย์ (breakthrough of new medical innovation) เช่น - การใช้ VR และ AR ช่วยเทรนแพทย์ในการผ่าตัด เพื่อก้าวข้ามความซับซ้อนของอวัยวะภายในร่างกาย ทำให้แพทย์เกิดความคุ้นชิน และเพิ่มประสิทธิภาพในการผ่าตัด[1] - การผ่าตัดทางไกลผ่านระบบ VR โดยประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ในการให้แพทย์สามารถดำเนินการผ่าตัดโดยไม่ต้องอยู่ในพื้นที่จริงได้[2] - การประยุกต์ใช้บรรยากาศแบบเสมือนจริงเชิงบวก (positive immersive experience) ของ VR เพื่อช่วยผู้ป่วยลดความเจ็บปวดในช่วงเวลาที่ต้องผ่านกระบวนการทางการแพทย์ที่ก่อให้เกิดความเครียดและเจ็บได้ เช่น การปฐมพยาบาลแผล การทำ chemotherapy การทำคลอด เป็นต้น รวมไปถึงการช่วยบำบัดโรคกลัวประเภทต่างๆ (phobias) ด้วยการสร้างสภาวะเสมือนจริง ที่ทำให้คุ้นชินและก้าวข้าวความกลัวได้[3]
การใช้ advance analytics ซึ่งประกอบไปด้วยปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence, AI) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ด้วยสถิติ (machine learning, ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	- AI และ ML สามารถนำข้อมูลขนาดใหญ่มาทำการวิเคราะห์ เพื่อคาดการณ์ถึงเหตุการณ์ หรือแนวโน้มต่าง ๆ เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่สูงยิ่งขึ้น และรวมถึงเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรค[1] เช่น - ปัจจุบันบริษัท Google[2] กำลังศึกษาการใช้ deep learning ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ AI ในการจดจำและรับรู้ (recognize) ภาพถ่ายดิจิตอลจากการวิเคราะห์ชิ้นเนื้อ (biopsies) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบที่บ่งชี้สัญญาณการเป็นมะเร็ง เช่น มะเร็งเต้านม (KPMG) ซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยแพทย์วินิจฉัยโรคอย่างแม่นยำ ซึ่งสามารถลดความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนในการวินิจฉัย อีกทั้งยังนำไปสู่การรักษาที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

	- บริษัท Portable Medical Technology[2] ที่ได้พัฒนาแอพพลิเคชั่น ONCOassist (https://oncoassist.com) ที่ผ่านการยอมรับในสหภาพยุโรป (CE approved) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยแพทย์ในการตัดสินใจเลือกวิธีรักษาผู้ป่วยทางด้านมะเร็งวิทยา (oncology) - ในปี 2019 Rizwan Malik นักรังสีวิทยา โรงพยาบาล Royal Bolton ประยุกต์ใช้ AI-based chest x-ray system เข้ามาช่วยประเมินภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์ ซึ่งแต่ก่อนต้องรอถึง 6 ชั่วโมงเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ แต่ปัจจุบัน หมอห้องฉุกเฉินสามารถได้ผลอ่านเบื้องต้นของ AI-based tool ได้โดยไม่ต้องรอผู้เชี่ยวชาญหลายชั่วโมง ซึ่งเป็นการลดการพึ่งพาบุคลากรทางการแพทย์ที่ขาดแคลน[3] -การค้นหาโมเลกุลใหม่สำหรับพัฒนายาและวัสดุทางการแพทย์ โดยใช้ ML ที่ใช้โมเดลคอมพิวเตอร์และข้อมูลเชิงทฤษฎี และอัลกอริทึ่ม เพื่อช่วยคัดกรองตัวเลือกที่ไม่เหมาะสมออก และโฟกัสไปที่ตัวเลือกที่มีโอกาสสูง[4,5]
เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติและ Distributed manufacturing	เป็นการใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบเพิ่มเนื้อวัสดุ ให้เป็นชิ้นส่วนสามมิติ ซึ่งสามารถทำให้ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับการใช้ผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่มีความจำเป็นต้องผลิตเป็นจำนวนมาก ช่วยลดต้นทุนทั้งด้านเวลาและเงิน เพื่อสามารถนำแนวคิดออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบจับต้องได้อย่างรวดเร็ว[1] นอกจากนี้ในช่วงอุบัติของวิกฤติ Covid19 เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมีประโยชน์อย่างมากในการช่วยผลิตต้นแบบเครื่องมือทางการแพทย์อย่างรวดเร็ว เช่น หน้ากาก หรือ face shield เพื่อช่วยเหลือและแก้ปัญหาภาวะการขาดแคลนของเครื่องมือที่ไม่สามารถผลิตได้ทัน
การปฏิวัติด้านชีววิทยา (Biorevolution) ส่งผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีการแพทย์ล้ำสมัย	การปฏิวัติด้านชีววิทยาใน 4 มิติ[1] คือ biomolecules, biomachines, biosystems และ biocomputing นำไปสู่การพัฒนาด้านการแพทย์สำคัญ ดังนี้ - **Biomolecules** เป็นการศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบของสร้างภายในเซลล์ ซึ่งนำไปสู่ศาสตร์ของวิทยาศาสตร์โอมิกส์ (omics) ต่าง ๆ เช่น genomics, transcriptomics, proteomics, และ microbiomics อันนำไปสู่การค้นพบและพัฒนาที่สำคัญ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม (DNA) ได้ก้าวหน้าไปมากจนมีเทคโนโลยี next generation sequencing (NGS) ที่สามารถถอดรหัสกลุ่มยีนได้อย่างรวดเร็วและมีราคาที่ถูกลง ซึ่งสามารถนำไปสู่การรักษาแบบ precision medicine ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับบุคคลมากขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีใหม่

	ล่าสุดที่เข้ามามีบทบาทในการตัดต่อลำดับของยีน คือ CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) ที่ได้นำใช้ในกรณีโรคระบาด เช่น Zika และ Covid-19 ปัจจุบันได้มีการนำ CRISPR-Cas 13 หรือ SHERLOCK[2] อันนำไปสู่การพัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยที่ถูกออกแบบการใช้งานในภาคสนามได้ - **Biomachines** เป็นการเชื่อมต่อระบบประสาท (nervous system) ของสิ่งมีชีวิตเข้ากับระบบวงจรไฟฟ้าของเครื่องกล (machines) เช่น exoskeleton - **Biosystems** เป็นการใช้วิศวกรรมเนื้อเยื่อในการสร้างเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะ เช่น การใช้ stem cells การปลูกถ่ายเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ เป็นต้น **- Biocomputing** เป็นการใช้เซลล์ และส่วนประกอบของเซลล์ในกระบวนการคำนวณเชิงคอมพิวเตอร์ เช่น การเก็บข้อมูล และการคำนวณข้อมูล
การรักษาในอนาคตจะเป็นแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care or precision medicine) มากขึ้น	จากเดิมการรักษาจะเป็นในรูปแบบสำหรับประชากรกลุ่มมาก แต่ในอนาคตพื้นฐานด้านสรีระ พันธุกรรม การใช้ชีวิตของผู้ป่วยจะนำมาออกแบบการรักษา[1] เช่น - การใช้ 3D printing ทำอวัยวะหรือเนื้อเยื่อเทียม เพื่อปรับให้เข้ากับสรีระผู้ป่วยเฉพาะบุคคล ส่งผลให้เกิดการสมานกับร่างกายได้ดีขึ้น - การใช้ NGS วินิจฉัยหรือคาดการณ์โรคที่จะเกิดขึ้นในแต่ละบุคคล และออกแบบการรักษาที่ขึ้นตรงกับการตอบสนองของผู้ป่วยเฉพาะคน[2] เช่น การพัฒนา genetic medicine สำหรับผู้ป่วยรายบุคคลตาม gene ของแต่ละบุคคล
การปกป้องคุมครองข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ (Cybersecurity, Unhackable internet, Differential privacy) จะถูกนำมาใช้ทางการแพทย์มากขึ้น	ปัจจุบันระบบฐานข้อมูลทางการแพทย์พึ่งพาเทคโนโลยีการส่งต่อข้อมูลหรือเข้าถึงข้อมูลทางระบบอินเทอร์เน็ต ในอนาคตจะยิ่งพึ่งพาการส่งผ่านข้อมูล เช่นการวินิจฉัยผ่านระบบเทเลเมดิซิน เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นเทคโนโลยีที่ป้องกันการรั่วไหลของข้อมูล หรือการป้องกันความลับของผู้ป่วยจะมีความสำคัญสูง เช่น Unhackable internet, Differential privacy, Cybersecurity[1,2,3]
เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย (Advanced robotics) และระบบอัตโนมัติเรียนรู้ได้ (Cognitive automation) จะมีบทบาทสำคัญ	อนาคตอุปกรณ์ทางการแพทย์ ต้องพึ่งพาระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ล้ำสมัยในการควบคุมเครื่องมือแพทย์ในอนาคตมากขึ้น ระบบ autonomous ต่าง ๆที่หุ่นยนต์สามารถตัดสินใจและวินิจฉัยพื้นฐานได้เองขึ้น โดยอาศัยหลักการ AI, ML เพื่อทำ

ต่อการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์	ให้ระบบอัตโนมัติสามารถวิเคราะห์ออกแบบ ตรวจวัด และประเมิน รวมไปถึงตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น[1,2] ตัวอย่างเช่น -บริษัท Stryker[3] ได้บุกเบิกการนำระบบ Makro robot พร้อมแอพพลิเคชั่นมือหุ่นยนต์ผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียม (robotic-arm assisted total knee arthroplastry) ในปี 2017 ซึ่งถือเป็นความสำเร็จแรกของการใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัยในการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า -การนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์ประยุกต์ใช้กับเครื่องมือ Exoskeleton เพื่อช่วยให้คนสูงอายุสามารถเดินได้ด้วยตัวเองและใช้ชีวิตได้ด้วยตัวเองอย่างปลอดภัย[3]
เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation)	Human augmentation เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีล้ำสมัยเพื่อแต่งเติมเสริมศักยภาพการรับรู้ทางความคิดและกายภาพ (cognitive and physical experience) ของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้น โดยสำหรับ physical augmentation คือการปรับปรุง เสริมเพิ่มเติมความสามารถทางกายภาพของมนุษย์ ด้วยเทคโนโลยีการต่อเติม implant หรือ exoskeleton ที่จะช่วยเพิ่มสมรรถนะให้คนสูงอายุหรือพิการกลับมาใช้ชีวิตปรกติง่ายยิ่งขึ้น การฟื้นฟูความสามารถในการเห็นของคนตาบอด หรือการได้ยินของคนหูหนวกเป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยี physical augmentation แบ่งได้เป็นสี่กลุ่ม ได้แก่ sensory augmentation (การได้ยิน การเห็น และการรับรู้), biological function augmentation (exoskeletons, prosthetics), brain augmentation (implants to treat seizures) และ genetic augmentation (CRISPR for gene, cell therapy) ซึ่งเทคโนโลยีนี้ถือว่ามีบทบาทสำคัญต่อการก้าวหน้าทางการแพทย์ในอนาคตเป็นอย่างมาก ในส่วน cognitive augmentation คือการเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ คิด วิเคราะห์และตัดสินใจของมนุษย์ โดยใช้ทั้งจุดแข็งของสมองมนุษย์และความก้าวล้ำของวิทยาการคำนวณ
บล็อกเชน (Blockchain)	เป็นเทคโนโลยีการเก็บข้อมูลรายการเปลี่ยนแปลงและส่งต่อข้อมูลผ่าน distributed ledger network โดยการเข้ารหัสและจัดเรียงข้อมูลเหล่านี้ต่อกันตามลำดับเวลาที่ข้อมูลเข้ามา ทำให้ข้อมูลมีความปลอดภัยและยากต่อการแก้ไขหรือทำลาย มีศักยภาพต่อการประยุกต์ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลที่สำคัญ เช่น ประวัติคนไข้ หรือ ข้อมูลการดำเนินการที่สำคัญต่าง ๆ ต้องใช้เก็บเป็นหลักฐาน

	ทางกฎหมาย หรือ เอกสารสัญญายินยอมสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน เป็นต้น
การออกแบบ วิเคราะห์จำลอง และการบูรณาการแบบดิจิตอล (Digital design, simulation & integration)	เทคโนโลยีที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ออกแบบผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ทางการแพทย์ ด้วยความก้าวล้ำทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ส่งผลให้การออกแบบและวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมทำได้รวดเร็ว แม่นยำ
ควอนตัมคอมพิวเตอร์ (Quantum computer)	ความสามารถทางการประมวลผลของคอมพิวเตอร์แห่งอนาคต ที่จะเร็วขึ้นแบบทวีคูณมากกว่าปัจจุบันหลายพันเท่า ด้วยความก้าวล้ำของเทคโนโลยีควอนตัมคอมพิวเตอร์ที่อาศัยหลักควอนตัมฟิสิกส์แสดงข้อมูลเป็นเลข 1 และ 0 พร้อมกัน ที่เรียกว่า Qubits (Quantum bit) ทำให้สามารถวิเคราะห์คำนวณงานที่ยากและซับซ้อน ช่วยให้การวิเคราะห์เชิงลึก AI, Analytics หรือ Simulation ทำได้รวดเร็วขึ้น ค้นหายาใหม่ ๆ ได้เร็วยิ่งขึ้น[1,2,3] - Quantum supremacy หมายถึงจุดที่ควอนตัมคอมพิวเตอร์สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่โดยปกติแล้วไม่สามารถแก้ได้โดยคอมพิวเตอร์ทั่วไป หรือแม้กระทั่ง Supercomputer ในปัจจุบันที่อาจจะต้องใช้เวลามากกว่า 1,000 ปี การแก้โจทย์ปัญหานั้นได้[3]
เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน (Energy storage technology)	ความก้าวล้ำด้าน energy storage ช่วยให้อุปกรณ์ทางการแพทย์มีขนาดที่เล็กง่ายต่อการพกพา รวมไปถึงพัฒนาเครื่องมือแพทย์สำหรับการตรวจวินิจฉัย ณ จุดดูแลผู้ป่วย โดยเฉพาะในถิ่นทุรกันดาร ห่างไกลจากระบบสาธารณูปโภคทางไฟฟ้า
Internet of things (IoTs) หรืออินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง	เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานความก้าวล้ำทางด้านฮาร์ดแวร์และเซนเซอร์ ร่วมกับความก้าวล้ำด้านซอฟต์แวร์และอินเทอร์เน็ต ส่งผลให้เครื่องมือทางการแพทย์ต่าง ๆ สามารถส่งข้อมูลหรือแชร์ข้อมูลถึงกันได้โดยตรงและอัตโนมัติ ไม่ต้องใช้บุคลากรทางการแพทย์ในการส่งต่อ[1] ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมโยงข้อมูลจากเครื่องมือการแพทย์ต่าง ๆ รวมเข้าสู่ระบบประมวลข้อมูลที่ศูนย์กลางของแพทย์ได้ เพิ่มประสิทธิภาพการส่งต่อข้อมูล และลดระยะเวลาและขั้นตอนการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น - Phillip HealthSuite[1] ที่ใช้ IoT เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ป่วยจากเครื่องมือแพทย์หลายชนิด เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลสำหรับคาดการณ์แนวโน้มอาการของผู้ป่วยรายใหม่

	-การพบแพทย์ในรูปแบบ telemedicine/telelhealth[1] ที่ไม่อาจจำเป็นต้องเดินทางไปพบแพทย์ที่รพ. เป็นต้น
การผ่าตัดจะเป็นแบบเน้นแผลเล็กมากขึ้น (minimally invasiveness)	ระหว่างการผ่าตัดจะเสียเลือดน้อย โอกาสติดเชื้อต่ำกว่าการผ่าแบบเปิด ผู้ป่วยฟื้นตัวเร็ว
เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (Advanced materials)	ความก้าวล้ำทางด้านเทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย ช่วยให้เกิดนวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ที่หลากหลาย ด้วยสมบัติเฉพาะทางที่ล้ำสมัยของวัสดุต่างๆ[1,2] เช่น - วัสดุทำกระดูกเทียม (bone prosthetic) หรือขดลวดขยายหลอดเลือด (stent) ที่ต้องมีน้ำหนักเบาและแข็งแรงในรูปแบบของโลหะผสมไทเทเนียม เช่น นิกเกิลผสมไทเทเนียม (nitinol)[1] - วัสดุเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดค่าน้ำตาลในเส้นเลือดที่ประยุกต์ใช้วัสดุนาโนเซนเซอร์ - วัสดุที่เป็นแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น (stretchable electronics) [1] ที่ผนวกแผงวงจรไฟฟ้าขนาดเล็กในแผ่นซิลิโคนเพื่อใช้ตรวจวัดข้อมูลสรีระของร่างกาย เช่น Biostamp เพื่อคอยติดตามอุณหภูมิ การเต้นของหัวใจ หรือการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ เพื่อสามารถคาดการณ์โอกาสการเกิดหัวใจล้มเหลว การเป็นโรคพาร์กินสัน เป็นต้น - เครื่องฟอกไตเทียม[1] ในลักษณะของ biohybrid ที่ผนวกแผ่น microchip ที่พัฒนาจาก silicon nanotechnology ร่วมกับเซลล์ไตของผู้ป่วย เพื่อเพิ่มความเข้ากันได้กับร่างกายของผู้ป่วย - วัสดุย่อยสลายโดยชีวภาพ และวัสดุชีวภาพ[2] (biodegradable polymers and biopolymer) ที่สามารถพัฒนาใช้เป็นวัสดุพื้นฐานสำหรับ implant device ได้ในอนาคต

ตารางที่ 4.2-3 Medical Device Environmental Trend (แนวโน้มทางด้านสิ่งแวดล้อมต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
ปัญหาฝุ่น PM2.5	จากปัญหาฝุ่นที่เรื้อรังในประเทศ โดยเฉพาะทางภาคเหนือ ส่งผลให้เด็กเติบโตมากับฝุ่นขนาดเล็ก อาจส่งผลเรื้อรังต่อโรคระบบทางเดินหายใจและปอดในอนาคต รวมไปถึงภูมิแพ้
ปัญหาขยะพลาสติกล้นประเทศ	ระหว่างและหลังจากวิกฤต Covid-19 ประชาชนพึ่งพาการขนส่งแบบ delivery take out ที่ต้องใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกจำนวนมาก รวมไปถึงขยะจำพวกใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งจากโรงพยาบาล ซึ่งก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองทรัพยากรและปัญหาขยะที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล อาจก่อให้เกิดภาวะขยะล้นและเกินกว่าที่จะจำกัดได้ ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยี disinfection แบบที่ผ่านมาตรฐานจึงเป็นแนวทางที่สำคัญมาก เพื่อลดปัญหาขยะ
การดัดแปรแก้ไขรหัสพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต (gene editing)	จากความก้าวหน้าด้าน biorevolution ในมิติของ biomolecules ที่มีการค้นพบการตัดต่อรหัสพันธุกรรมแบบใหม่ด้วยเทคโนโลยี CRISPR จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อประชากรสิ่งมีชีวิตและความสมดุลของระบบนิเวศน์ได้ เช่น การตัดต่อแก้ไขรหัสพันธุกรรมในมนุษย์อาจส่งผลสำคัญต่อรุ่นลูกอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มชุดอุปกรณ์ทดสอบ เช่น COVID19-

ตารางที่ 4.2-4 Medical Device Economic Trend (แนวโน้มทางด้านเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
การนำใช้ระบบเงินดิจิตอล crytocurrency และ blockchain	จากเหตุการณ์โควิด ประชาชนใช้จ่ายเงินสดน้อยลง และรัฐบาลในหลายประเทศมีแนวโน้มสร้าง cryptocurrency และผลักดันเทคโนโลยี blockchain เป็นเครื่องมือในการใช้จ่ายแทนเงินสด[1,2] จะยิ่งผลักดันให้เทคโนโลยีบล็อกเชนเติบโตเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้แนวโน้มการระดมทุนบริจาคหรือระดมทุนทำนวัตกรรมในรูปแบบ crowdfunding หรือ crowdsourcing[3] จะยิ่งดำเนินได้สะดวกยิ่งขึ้นหากระบบเงินดิจิตอลพัฒนาสมบูรณ์ เนื่องจากการลงทุนสามารถลงทุนหรือบริจาคได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านธนาคารกลาง และการทำธุรกรรมจากเงินที่บริจาคใดๆ ผ่านระบบบล็อกเชน จะสามารถตรวจสอบได้ ทำให้การใช้เงินบริจาคเพื่อการแพทย์โปร่งใสและตรวจสอบได้ดียิ่งขึ้น
การทวนกระแสโลกาภิวัฒน์ (Deglobalization)	การทวนกระแสโลกาภิวัฒน์ ได้เริ่มก่อตัวขึ้นในช่วงสองปีที่ผ่านมา เห็นได้จากหลายประเทศใช้นโยบายแบบเน้นตนเอง หรือ ปกป้องทางการค้า เมื่อโดนตอกย้ำด้วยวิกฤตโควิด-19 ยิ่งส่งผลให้กรทวนกระแสโลกาภิวัฒน์จะมีความเข้มข้นมากขึ้น และทำให้ห่วงโซ่อุปทานโลกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว[1] แต่ละประเทศจะผลักดันนโยบายสนับสนุนเพิ่ม resilience ให้กับบริษัทในประเทศ โมเดลการผลิตนอกประเทศที่ต้นทุนต่ำอาจจะต้องถูกทบทวน โดยเฉพาะธุรกิจที่สำคัญกับความมั่นคงในประเทศ เช่น พลังงาน สื่อสาร สุขภาพ ยา[2,3]
Post-covid impact on international travelling	สถานการณ์ Post-covid อาจจะส่งผลกระทบต่อความกังวลในการเดินทางไปต่างประเทศ ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อธุรกิจ Health/Medical Tourism อาจต้องปรับเปลี่ยนการบริการลูกค้าที่สอดคล้องกับ social-distancing
Post-covid US-China trade war impact	จากผลกระทบ COVID-19 หากประเทศไทยแสดงศักยภาพในการจัดการการแพร่ระบาดได้ดี แสดงถึงศักยภาพทางสาธารณสุขในประเทศ รวมไปถึงการสื่อสารที่ชัดเจนโปร่งใสของประเทศ จะเป็นโอกาสในการสร้างความเชื่อมั่นนักลงทุนต่างประเทศ โดยเฉพาะภาคการผลิต ที่บริษัทจากประเทศสหรัฐอเมริกาจะกังวลกับฐานการผลิตที่จีน ทั้งปัจจัยความไม่ชัดเจนและปิดบังข้อมูลของรัฐจีนในการจัดการกับโรคระบาด รวมไปถึงปัญหาพิพาททางการค้าระหว่างประเทศ

	สหรัฐอเมริกาและจีน ซึ่งหากรัฐบาลไทยใช้โอกาสนี้ สร้างมาตรการที่ตรงจุด จะสามารถชักนำบริษัทยักษ์ใหญ่ผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์อย่าง Medtronic และ Abbot Lab มาลงทุนในไทย (ปัจจุบันรัฐบาลอินเดียได้เริ่มวางแผนและพูดคุยกับบริษัทรายใหญ่การแพทย์ทั้ง 2 แห่งนี้แล้ว)
หุ้นกู้ crowdfunding (crowdfunding mutual fund)	การระดมทุนรูปแบบใหม่ ที่เจ้าของธุรกิจผู้ต้องการหาเงินทุนมาสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม หรือขยายกิจการ จะนำแผนธุรกิจมาเสนอกับผู้ให้บริการ crowdfunding เพื่อคัดกรองคุณภาพและนำไปเสนอขายแก่เหล่านักลงทุนบนแพลตฟอร์มออนไลน์ ซึ่งนักลงทุนที่สนใจในธุรกิจของบริษัทเหล่านี้สามารถนำเงินมาลงทุนเพื่อรับผลตอบแทนตามที่กำหนดได้ แนวทางนี้จะช่วงเร่งการเกิดนวัตกรรมการแพทย์และธุรกิจการแพทย์โดยการเข้าถึงแหล่งทุนได้ในวงกว้าง
การให้บริการด้านการแพทย์ในรูปแบบผ่านอินเตอร์เน็ตจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น	การปรึกษาแพทย์ผ่าน telemedicine และ telehealth จะถูกนำมาใช้ทดแทนการที่ผู้ป่วยต้องเดินทางไปพบแพทย์ที่โรงพยาบาลเองมากขึ้น ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายและการปรึกษาแพทย์ได้อย่างทันท่วงที ดังนั้นการสาธิตหรือสอนใช้เครื่องมือแพทย์อาจจะผ่านระบบ telehealth มากขึ้น
บริการด้านการแพทย์และสาธารณสุขในอนาคตจะเป็นรูปแบบการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน (public-private partnership)	เนื่องจากบริการด้านการแพทย์และสาธารณสุขเป็นบริการที่มีค่าใช้จ่ายสูง การที่รัฐช่วยลงทุนและให้เอกชนเป็นผู้บริหารจัดการ จะสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ตัวอย่างการร่วมทุนระหว่างรัฐและการบริหารโดยเอกชนของโรงพยาบาล Northern Beaches Hospital ในประเทศออสเตรเลีย
โรงพยาบาลจะมีลักษณะเป็นแบบชุมชนหรือเฉพาะกิจ (urgent care center) หรือเป็นคลินิคอยู่ตามห้างสรรพสินค้า (retail clinic) มากขึ้น	ปัจจุบันโรงพยาบาลที่ให้บริการครบถ้วนทุกด้านมีขนาดใหญ่และค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นหากขยายโรงพยาบาลขนาดเล็ก เช่น urgent care center ที่มีบุคลากรทางการแพทย์ไม่มาก และมีเครื่องมือเฉพาะ เช่น เครื่อง X-rays เป็นเครื่องมือแพทย์ขนาดใหญ่เพียงชนิดเดียว โดยให้บริการเคสเร่งด่วนที่จำเป็นได้ นอกจากนี้การมีโรงพยาบาลเล็ก ๆ ที่รักษาโรคทั่วไปตามแหล่งชุมนุมชน หรือห้างสรรพสินค้าในรูปแบบของ retail clinic จะช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเข้าถึงการรักษาที่สะดวกขึ้นและค่าใช้จ่ายที่ถูกลง
เครื่องมือแพทย์จะถูกออกแบบการใช้งานให้มีลักษณะถึงตรงต่อ	เครื่องมือแพทย์จะถูกออกแบบให้มีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน หรืออาจถูกโปรแกรมมาให้ใช้เฉพาะกับผู้ป่วยได้โดยตรง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการพบแพทย์เพื่อให้แพทย์เป็นผู้ปรับเปลี่ยนฟังค์ชันการทำงานของเครื่องมือแพทย์ดังกล่าว

ผู้ป่วย (direct-to-customer) มากขึ้น	ตัวอย่างเช่น ในยุโรปตะวันออกที่การใช้จ่ายด้านเครื่องมือแพทย์ไม่สูงเท่าทางยุโรปตะวันตก บริษัท Medtronic ได้จัดทำแพลทฟอร์มออนไลน์ (e-commerce) ชื่อ NayaMed เพื่อขายเครื่องกระตุ้นหัวใจ (pacemakers, defibrillators) ชนิดใช้งานง่าย โดยเครื่องกระตุ้นหัวใจสามารถปรับตามจังหวะการเต้นของหัวใจในผู้ป่วยได้เอง ไม่ต้องอาศัยแพทย์เป็นผู้ปรับเปลี่ยน setting

ตารางที่ 4.2-5 Medical Device Political/Legal Trend (แนวโน้มทางด้านการเมืองการปกครองนโยบายต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
ความมั่นคงทางชีวภาพ Bio security	รัฐบาลและกองทัพ ต้องมุ่งเน้นผักดันเสริมสร้างทักษะความมั่นคงทางชีวภาพให้กับบุคลากรในกองทัพ เช่น การผลักดันการฝึกร่วม ศูนย์แพทย์ทหารอาเซียนและแสวงหาความร่วมมือกับ กระทรวงกลาโหมจีน เพื่อถอดบทเรียนรับมือการแพร่ระบาด Covid-19[1] รวมไปถึงการบริหารจัดการทรัพยากรและพัฒนาบุคลากรของกองทัพ ให้เตรียมพร้อมรับมือ ป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดในอนาคต
การปกป้องคุมครองข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ (Cybersecurity)	ความมั่นคงทางด้านไซเบอร์และอินเทอร์เน็ต จะมีความสำคัญไม่แพ้กัน เนื่องจากธุรกรรมหลายๆส่วน ทั้งเชิงธุรกิจและสังคม ล้วนจะเป็นดิจิตอลหมด และเกิดการสื่อสารทางไซเบอร์ ผู้ก่อการร้าย สามารถก่อให้เกิดความไม่มั่นคงของประเทศ โดยไม่ต้องใช้กองทัพหรืออาวุธทางกายภาพ แต่เข้าโจมตีทางระบบอินเทอร์เน็ทได้โดยง่าย สามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อประเทศวงกว้างได้ หากรัฐบาลไม่มีการเตรียมพร้อม ดังนั้นหากมีการแชร์ข้อมูลป่วยที่ใช้เครื่องมือแพทย์ด้วยกัน จำเป็นต้องมีการป้องกันข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วย
การกำกับดูแลเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และหุ่นยนต์อัตโนมัติ (Governance of AI, Autonomous Robot)	ความก้าวล้ำทางด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์อัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ จะก้าวกระโดดเร็วมากและเทคโนโลยีเหล่านี้ จะถูกนำมาใช้ร่วมกับชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศซึ่งผลกระทบระยะสั้น ได้แก่ การลดการจ้างงานคน และใช้หุ่นยนต์แทนที่ ผลกระทบระยะยาว ได้แก่ การไม่เข้าใจถึงความก้าวล้ำของเทคโนโลยี แทนที่จะใช้เทคโนโลยีทำงานแทนและช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตประชาชนจะกลายเป็นการเสพติดพึ่งพาเทคโนโลยีเหล่านี้ โดยไม่ทราบถึงความเสี่ยงหรือทิศทางที่วิวัฒนาการกำลังจะเปลี่ยนแปลงไปภาครัฐจึงควรมีการเตรียมพร้อม เพื่อออกมาตรการที่เตรียมพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้
การได้รับความนิยมของนโยบายเชิงประชานิยมและอนุรักษ์นิยม (Conservative and populism policies) มากกว่า นโยบายเชิง	หลังเหตุการณ์ไวรัสโควิด สนโยบายภาครัฐจะเน้นผลักดันความมั่นคงในประเทศ ลดความเสี่ยงต่ออุบัติการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต ลดการสนับสนุน globalization โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความมั่นคง ได้แก่ พลังงาน สื่อสาร สุขภาพ วัสดุ และ

โลกาภิวัฒน์และเสรี (Globalization and Liberal policies) หลังอุบัติการณ์แพร่ระบาดโควิด-19	ยา ดังนั้น นโยบายในรูปแบบประชานิยมและอนุรักษ์นิยม ที่เน้นการกีดกันทางการค้าเพื่อเอื้ออุตสาหกรรมในประเทศ จะได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้น
สงครามการค้าระหว่างประเทศจีนและสหรัฐอเมริกา	ความไม่ไว้วางใจและแข่งขันกันทางการค้าระหว่างจีนและสหรัฐอเมริกา ภาคส่วนที่เกี่ยวกับความมั่นคง เช่น สุขภาพและยา อาจจะเจอผลกระทบในการแลกเปลี่ยนความรู้ และวิจัยร่วม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีโรงงานผลิตวัสดุ อุปกรณ์พื้นฐาน (raw materials) สำหรับเสริมอุตสาหกรรมขั้นสูงต่อไป เพื่อลดผลกระทบจากการแข่งขันระหว่างทั้งสองประเทศนี้
นโยบายระดับโลกร่วมกันหลังเหตุการณ์ไวรัสโควิด (Post-covid new global policies)	โครงสร้างทางสังคมใหม่จะเกิดขึ้น ที่มีกฎและมาตรการร่วมกันระหว่างนานาประเทศ ที่จะโฟกัสถึงความปลอดภัยทางสุขภาพและความมั่นคง โดยมีโอกาสสูงที่มนุษย์จะต้องยอมแลกข้อมูลความเป็นส่วนตัวเพื่อความปลอดภัยของสุขภาพและทรัพย์สินในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเดินทางข้ามประเทศ อาจจะต้องมีการเชื่อมต่อข้อมูลส่วนตัวของผู้เดินทางจากแต่ละประเทศ ส่งต่อให้กับประเทศที่ผู้เดินทางมุ่งหน้าเดินทางไป หรือใช้เป็นทางผ่าน อาจจะมีข้อตกลงร่วมกันในการแชร์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อการจัดการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3 แนวโน้ม/สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกในมิติต่างๆ ของอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ

ในอดีตอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมการขับเคลื่อนกลไก การเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน การแสดงผล และการสื่อสาร โดยเน้นฟังก์ชันหลักในการเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานกลหรือพลังงานรูปแบบอื่น อุปกรณ์เหล่านี้ใช้การออกแบบวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์หรือกลไกเพื่อการควบคุมและการสื่อสารเหล่านี้ ซึ่งสามารถตอบสนองกับพฤติกรรมผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวันหรือการทำงาน สามารถตอบสนองได้โดยการใช้งาน แต่ข้อจำกัดในการปรับเปลี่ยนรูปแบบและความต้องการที่เฉพาะเจาะจงของผู้บริโภค

ในปัจจุบันพฤติกรรมผู้บริโภคหรือไลฟ์สไตล์ที่เปลี่ยนไปหรือความต้องการที่เฉพาะเจาะจง ต้องการอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงตามต้องการ และต้องการอุปกรณ์ที่มีความฉลาดในการตัดสินใจในการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์หรือการช่วยแบ่งเบางานจากผู้ใช้งานไปให้อุปกรณ์ช่วยจัดการให้ ซึ่งเทคโนโลยีระบบ

สมองกลฝังตัวหรือ embedded system และเทคโนโลยีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต สามารถเข้ามารองรับความต้องการในส่วนนี้ และเรียกว่าความเป็นอัจฉริยะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ ในปัจจุบันมักนิยมเรียกอุปกรณ์ที่มีความสามารถในประมวลผลและการสื่อสารแบบนี้ว่าอุปกรณ์ไอโอที (Internet of Things) และเมื่อเสริมความสามารถที่ตอบสนองความต้องการผู้บริโภคได้ เราจะเรียกอุปกรณ์นี้ว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (smart electronic devices)

ความก้าวหน้าสำคัญที่เป็นแกนกลางของความฉลาดของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ คือการพัฒนาส่วนซอฟต์แวร์ ซึ่งรองรับวิธีการทำงานที่เป็นขั้นตอนหรืออัลกอริทึมสำหรับการทำงานของอุปกรณ์เอง การทำงานตามฟังก์ชันที่ให้บริการต่อผู้ใช้งาน การทำงานประสานกับโมดูลซอฟต์แวร์อื่นรวมทั้งระบบปฏิบัติการ เป็นต้น และนอกจากนี้ยังประกอบด้วยความก้าวหน้าเชิงฮาร์ดแวร์ด้านต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีการสื่อสารที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะสามารถทำงานร่วมกันได้ การเก็บและประจุพลังงาน เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับแหล่งพลังงาน เป็นต้น

ข้อมูลจาก World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) ในปี 2019 คาดการณ์ว่าตลาดด้าน semiconductor ของโลกมีมูลค่าถึง 387 พันล้านเหรียญสหรัฐ โดยรายได้แยกตามผลิตภัณฑ์ แบ่งเป็นอุตสาหกรรมวงจรรวม 316 พันล้านเหรียญสหรัฐ, Optoelectronics 36 พันล้านเหรียญสหรัฐ, Sensors 14 พันล้านเหรียญสหรัฐ และ อื่น ๆ 21 พันล้านเหรียญสหรัฐ

เว็บไซต์ Statista ได้รวบรวมข้อมูลในปี 2020 พบว่าตลาดด้าน consumer electronics มีรายรับ 368,573 ล้านเหรียญสหรัฐ เพิ่มขึ้นจากปี 2019 ที่มีรายรับ 326,492 ล้านเหรียญ โดยแบ่งเป็นมาจากประเทศจีนถึง 153,804 ล้านเหรียญ และสหรัฐอเมริกา 60,038 ล้านเหรียญ โดยในด้านผู้ใช้มีจำนวน 1,652 ล้านคน เพิ่มจากปี 2019 ที่มีผู้ใช้ 1,418 ล้านคน

ทั้งนี้คณะที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิจัยเอกสารและวิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูลเชิงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจากเอกสารทางวิชาการและฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ สามารถสรุป Mega Trend สำคัญที่จะส่งผลต่อภาคอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์อัจฉริยะ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3-1 Smart Electronics Social Trend (แนวโน้มทางด้านสังคมต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในงานด้านสุขภาพ	นวัตกรรมต่าง ๆ ได้ถูกใช้ในงานด้านสุขภาพ ในยุคของสังคมผู้สูงอายุ การเดินทางที่มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นและผู้ให้บริการด้านสุขภาพที่ขาดแคลน จากการศึกษาในปี 2018 พบว่า ผู้ให้บริการกว่า 60% ทั่วโลก มีการนำเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.3-1 Smart Electronics Social Trend (แนวโน้มทางด้านสังคมต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
	IoT เข้ามาใช้ โดยมีการคาดการณ์ว่า ในปี 2023 จะมีคนไข้กว่า 5 ล้านคนที่ถูกดูแลโดยระบบทางไกล[1]
Personalized-medicine	เทคโนโลยีทางการแพทย์นั้นต้องอาศัยนวัตกรรมในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มานานเมื่อเร็ว ๆ นี้มีการพัฒนามากขึ้นในการทำรอยสักอิเล็กทรอนิกส์ - อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บางและสวมใส่ได้ซึ่งสามารถสวมใส่บนผิวหนังเพื่อตรวจสอบสัญญาณชีพเช่นหัวใจและสมองและส่งข้อมูลไปยังสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์สุขภาพตามเวลาจริง เทคโนโลยีเช่นนี้มีศักยภาพที่จะเปลี่ยนวิธีการรักษาโดยพื้นฐานเนื่องจากเทคโนโลยีการติดตามตรวจสอบที่ใช้งานง่ายสามารถให้การอ่านที่ถูกต้องและเป็นส่วนตัวมากขึ้นเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อสุขภาพของแต่ละบุคคล แทนที่จะต้องผ่านการทดสอบหลายครั้งและกำหนดให้การรักษาที่อาจทำให้รุนแรงขึ้นเงื่อนไขอื่น ๆ ผู้ป่วยมีแนวโน้มที่จะได้รับการรักษาที่เหมาะสำหรับประวัติสุขภาพโดยเฉพาะ[2]

ตารางที่ 4.3-2 Technology Trend (แนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
เทคโนโลยี 5G	เทคโนโลยีการสื่อสาร 5G ที่มีความเร็วในการสื่อสารที่สูงมากขึ้น โดยสามารถสรุปได้ดังนี้[3] • ความเร็วสูงสุดในการสื่อสารที่สูงขึ้น มากถึง 20/10Gbps • ความเร็วในการใช้งานจริง ที่มากกว่า 100/50Mbps • Latency ที่น้อยกว่า 1 ms • Energy Efficiency อุปกรณ์ใช้พลังงานน้อยลง • Spectral Efficiency ใช้ช่วงความถี่ในการสื่อการข้อมูลที่น้อยลง • Mobility

[1] https://hitconsultant.net/2019/05/07/how-consumer-technology-is-influencing-healthcare-innovation/#.XsY92WgzZ3g

[2] https://www.reboundeu.com/blog/consumer-electronics-trends-2020/

[3] https://www.digitaltrends.com/mobile/what-is-5g/

ตารางที่ 4.3-2 Technology Trend (แนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
	• Connection density จากความสามารถที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว ช่วยให้เกิดผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ขึ้น เช่น รถอัตโนมัติ, อุปกรณ์ Iot, Wearable devices ต่าง ๆ เพิ่มขึ้นในอนาคต
Integration with BigData Data Analytics and AI[4]	การใช้ Big Data, Data Analytics และ AI จะมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มโอกาศทางธุรกิจของอุตสาหกรรม ระบบการผลิตอัตโนมัติและข้อมูล Bigdata ของเครือข่ายเป็นหัวใจสำคัญของระบบการผลิตอัจฉริยะโดยใช้ machine learning และ AI สามาถใช้การวิเคราะห์และปรับค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการ ทำนายผลการผลิตในแต่ละระดับของ supply chain ลดต้นทุนของวัสดุ ตรวจตราและวิเคราะห์ เพื่อติดตามและนำการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภค ข้อมูลคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การผลิตแบบเจาะจง Customization
Virtual reality and augmented reality	แนวโน้มที่สูงอย่างต่อเนื่องของการใช้ augmented reality (AR) และ virtual reality (VR) ในหลายระดับตั้งต่ระดับ consumer จนถึงใช้ในอุตสาหกรรมและด้านการแพทย์ ตัวอย่างในอุตสหกรรมเช่น การสร้างผลิตภัณฑ์และสภาวะจำลอง การฝึกอบรมด้วยแบบจำลองในสภาวะเหมือนจริง การใช้ข้อมูลด้วย AR ในการทำงานหรือฝึกอบรมเป็นต้น
Sensing and Sensors	เนื่องจากความต้องการของอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ที่ฉลาดมากขึ้น ปลอดภัยมากขึ้น และมีปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์มากขึ้น จำเป็นต้องใช้การตรวจรู้ Sensing ตัวตรวจรู้ Sensors ที่มีความฉลาดและเที่ยงตรง และ ความเร็วในการตรวจจับและประมวลผลที่รวดเร็ว
Block-chain technology	เทคโนโลยี Blockchain เป็นบัญชีแยกประเภทดิจิตอลที่บันทึกและจัดเก็บข้อมูลการทำธุรกรรมในลักษณะการเข้ารหัสและกระจายอำนาจ เทคโนโลยี Blockchain ปลอดภัยยิ่งขึ้นต่อแฮกเกอร์และมัลแวร์ที่พยายามใช้ธุรกรรมที่ผ่านมาเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับ 'บล็อก' ในบล็อกเชนจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแฮชที่เป็นเอกลักษณ์ของบล็อกซึ่งจะไม่ตรงกับลำดับเหตุการณ์ของโซ่อีกต่อไป ข้อมูลทั้งหมดใน blockchain มีความโปร่งใสซึ่งหมายความว่าทุกคนสามารถเห็นธุรกรรมที่ทำโดยบุคคลหรือ บริษัท แต่ไม่สามารถเปลี่ยนหรือจัดการข้อมูลนั้นได้

[4] Robotics Engineering: 10 Trends Shaping the Industrial Robotics for 2019

ตารางที่ 4.3-2 Technology Trend (แนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
	การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนอย่างกว้างขวางในโลกธุรกิจนั้นหมายถึง บริษัท ที่ 'ติดต่อกันใต้โต๊ะ' น้อยลงเพราะทุกคนในบล็อคเชนมีความรับผิดชอบต่อกิจกรรมของตนเอง

ตารางที่ 4.3-3 Economics Trend (แนวโน้มทางด้านเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
หุ่นยนต์และระบบออโตเมชั่นถูกนำไปใช้มากขึ้นทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์บริการ	ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของโปรแกรมซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์รวมกับเทคโนโลยีการมองเห็นภาพและการความคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรแบบใหม่ ๆ สามารถขยายขอบเขตของการใช้งานหุ่นยนต์ได้อย่างรวดเร็ว หุ่นยนต์ Cobot สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ด้วยความปลอดภัย การพัฒนาเหล่านี้มีนัยสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อวิธีการทำงานและองค์กรอันที่จะต้องทำการจัดโครงสร้างในอนาคต การพัฒนาเทคโนโลยี การรับรู้การปรับใช้เทคโนโลยี การบูรณาการสร้างระบบมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยคาดการณ์ว่าจะมีหุ่นยนต์อุตสาหกรรมกว่า 3 ล้านตัว ภายในปี 2020 โดยคิดเป็นการเติบโต 14% ต่อปี ระหว่างปี 2017 ถึง 2020 (IFR, March 2018)

ตารางที่ 4.3-4 Environmental Trend (แนวโน้มทางด้านสิ่งแวดล้อมต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พลังงานน้อยลง[5]	• การพัฒนาด้านเทคโนโลยีทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีขนาดที่เล็กลงและใช้พลังงานที่น้อยลง • การนำเทคโนโลยี LED เข้ามาใช้ในจอแสดงผลและการส่องสว่างช่วยลดการใช้พลังงานและความร้อนลง มากกว่า 75%[6]

[5] https://www.greenbiz.com/sites/default/files/document/Sustainability_Final.pdf

[6] https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/lighting-choices-save-you-money/led-lighting

ตารางที่ 4.3-4 Environmental Trend (แนวโน้มทางด้านสิ่งแวดล้อมต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
อินเตอร์เน็ตช่วยลดการเดินทาง	● การใช้อินเตอร์เน็ตในการสื่อสารช่วยลดการเดินทางลง ทำให้ลดการปล่อย CO_2 ในชั้นบรรยากาศที่มากขึ้น โดยมีการคาดการณ์ว่าเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสามารถลดการปล่อย CO2 ได้ถึง 15%[7]

ตารางที่ 4.3-5 Political and Legal Trend (แนวโน้มทางด้านการเมืองการปกครองนโยบายต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะ)

แนวโน้ม (Trend)	ลักษณะแนวโน้ม / ความหมาย (Description)
การนำมาซึ่งแร่หายาก Rare-earth mineral	● อุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์มีการนำแร่หายากมาใช้เป็นวัตถุดิบหลัก อันซึ่งต้องมีการนำเข้าจากประเทศที่มีการทำเหมืองแร่ดังกล่าว เช่น จีน (120,000MT) ออสเตรเลีย (20,000MT) สหรัฐอเมริกา (5,000MT) ซึ่งในไทยมีการส่งออกประมาณ 1,000MT การส่งออกและนำเข้าแร่เหล่านี้เป็นเครื่องมือหนึ่งทางการค้าในอุตสาหกรรมนี้[8]
นโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ	การส่งเสริมการลงทุนในกิจการที่เกี่ยวเนื่องการพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของสำนักงานส่งเสริมการลงทุนที่สำคัญ 6 กิจการ ได้แก่ 1) กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า 2) กิจการผลิตชิ้นส่วน และ/หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าหรือชิ้นส่วน และ/หรืออุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า 3) กิจการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ 4) กิจการผลิตชิ้นส่วน และ/หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือชิ้นส่วน และ/หรืออุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ 5) กิจการผลิตสารหรือแผ่นสำหรับไมโครอิเล็กทรอนิกส์ และ 6) กิจการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์

4.4 การจัดทำฐานข้อมูล

เป็นส่วนของการนำผลการศึกษารวบรวมข้อมูลแนวโน้มอนาคตโลก (Global Trends) ซึ่งได้ทำการศึกษาในส่วนงานที่ 1 มาจัดทำให้เป็นรายนามเอกสาร (Directory) ที่มีการแบ่งกลุ่มเอกสารอย่างชัดเจน เพื่อความสะดวกในการค้นหา (Searching) และตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับ (Traceability) รวมทั้งมีการอ้างอิงถึงที่มาของข้อมูล เพื่อความน่าเชื่อถือของเอกสารซึ่งที่ปรึกษาใช้ในการอ้างอิงการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) โดยแบ่งประเภทของข้อมูลออกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย

[7] https://www.weforum.org/agenda/2019/01/why-digitalization-is-the-key-to-exponential-climate-action/

[8] https://www.forbes.com/sites/china/2010/10/04/the-politics-of-rare-earth/#42cec115d835

(01) อนาคตโลก (Global Trends)

(02) อุตสาหกรรมหุ่นยนต์

(03) อุตสาหกรรมอาหาร

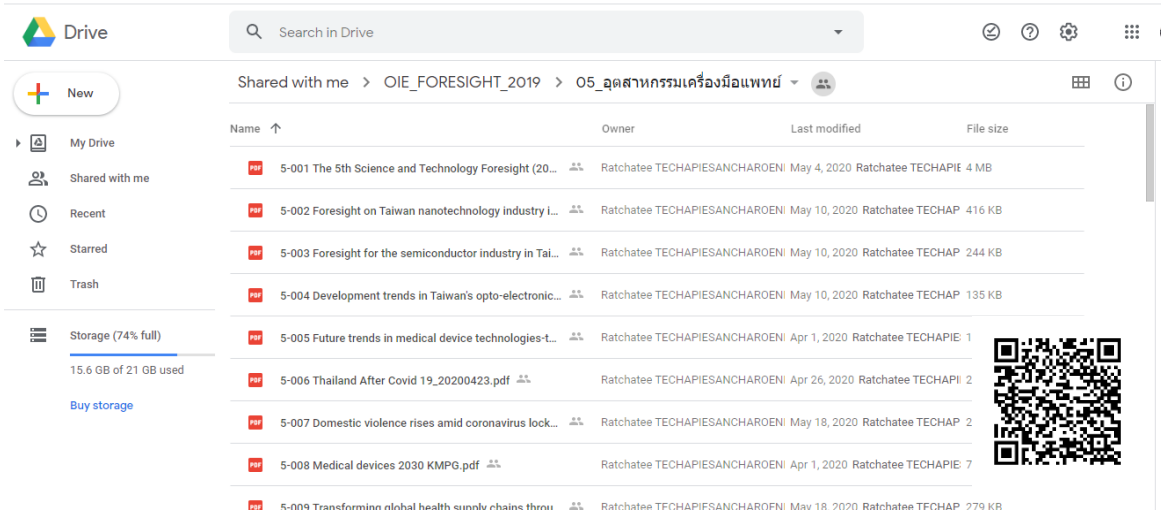
(04) แนวทางการเขียนแผนภาพ

(05) อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

(06) อุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ

ที่ปรึกษาได้สรุปเอกสารที่ใช้ในการทบทวนในการศึกษานี้ที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์ โดยจัดเก็บข้อมูลบน Cloud Service ของ Google หรือ Google Drive ดังแสดงในรูปที่ 4.2-1 ซึ่งสามารถให้ผู้ใช้งานจัดเก็บข้อมูล และสามารถแชร์ (Share) ให้ผู้ใช้งานคนอื่นให้เข้าถึงข้อมูลผ่านทาง

https://drive.google.com/drive/folders/1novACEKZwRfhHlLjQKZvFhg6slSXGtHZ?usp=sharing ซึ่งผู้เข้าใช้สามารถแก้ไขเอกสารไปพร้อมกันในเวลาเดียวกัน ในส่วนเอกสารที่แสดงเป็น Online Content ที่ปรึกษาได้ระบบแหล่งอ้างอิงในรูปแบบของ Web Address โดยที่ปรึกษาได้สรุปเอกสารที่รวบรวมทั้งหมด ดัง **ตารางที่ 4.4-1**



รูปที่ 4.4-1 จัดเก็บข้อมูลบน Cloud Service ของ Google หรือ Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
01-01	Malaysia	Frost & Sullivan	Mega Trends in Malaysia	2015-2025	Google Drive
01-02	Africa	Frost & Sullivan	Mega Trends in Africa	2015-2025	Google Drive
01-03	India	Frost & Sullivan	New Mega Trends in India	2015-2025	Google Drive
01-04	Global	Frost & Sullivan	Next-gen Economies: Impact of Mega Trend on Emerging Nation	2015-2025	Google Drive
01-05	Global	Frost & Sullivan	Global Benchmarking of Sustainability Trends in Industrial Sector	2020	Google Drive
01-06	United States	Frost & Sullivan	The Future of the United States	2015-2025	Google Drive
01-07	Global	Frost & Sullivan	Growth Opportunities in the Stationary Fuel Cell Market, Forecasts to 2030	2017-2030	Google Drive
01-08	Global	Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)	Alternative Futures for Global Food and Agriculture	2016-2050	http://www.oecd.org/publications/alternative-futures-for-global-food-and-agriculture-9789264247826-en.htm

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
01-09	Taiwan	Industrial Economics and Knowledge Center (IEK)	S&T Foresight Research Practice and Learning in Taiwan	2020	Google Drive
01-10	Global	Greg Urban	Ethnographic Research on Modern Business Corporations	2012	Google Drive
01-11	Japan	Chenghan Ke	Business Origami: A Method For Service Design	2018	https://medium.com/@hankkechenghan/business-origami-valuable-method-for-service-design-43a882880627
01-12	Global	The Interaction Design Foundation	Stage 3 in the Design Thinking Process: Ideate	2019	https://www.interaction-design.org/literature/article/stage-3-in-the-design-thinking-process-ideate
01-13	Global	Bernie Smith	KPI Trees – How to build one	-	https://madetomeasurekpis.com/blog/2014/03/12/building-kpi-tree/
02-01	Global	Frost & Sullivan	Innovations in Automation, Online Manufacturing, 3D Printing, and Robots	2018-2022	Google Drive
02-02	Global	Frost & Sullivan	The Future of Mobile Robots	2015-2025	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
02-03	ไทย	สศอ.	สศอ.ลุยพัฒนาหุ่นยนต์ใช้งานด้านเกษตร คาด5ปีเงินสะพัด 2 แสนล้าน	2562	https://www.thaipost.net/main/detail/37967
02-04	ไทย	สศอ.	“สศอ.”ชูความพร้อม Robotics Cluster Pavilion สร้างมูลค่าเพิ่มธุรกิจ-ขีดแข่งขัน	2562	https://siamrath.co.th/n/83462
02-05	ไทย	สศอ.	“SIASUN Robot” จากจีนเล็งหาพื้นที่ 1,200 ไร่ใน EEC ผุด Smart Industrial Park ดันใช้หุ่นยนต์ในภาคอุตสาหกรรม	2562	https://www.prachachat.net/economy/news-335876
02-06	ไทย	สศอ.	กรุงเทพฯ 7 มิ.ย. - สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมจับมือทุกภาคส่วน ขยายผลมาจากการขับเคลื่อนการใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ยกระดับภาคการผลิตของอุตสาหกรรมไทย และความพร้อมการจัดงาน Robotics Cluster Pavilion ในงานแมนูแฟคเจอริ่ง เอ็กซ์โป 2019	2562	https://tna.mcot.net/view/0yk1gxibq

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
02-07	ไทย	สศอ.	ดันอุตฯหุ่นยนต์ ฝันปี'69ไทยผู้นำผลิตในอาเซียน	2562	https://www.naewna.com/business/418562
02-08	ไทย	สศอ.	สศอ.ชูแพลตฟอร์มกระตุ้นหุ่นยนต์โชว์งานแมนูแฟกเจอริ่ง เอ็กซ์โป 2019 เจาะเกษตร4จว.อีสาน	2562	https://www.matichon.co.th/news-monitor/news_1528018
02-09	ไทย	สศอ.	สศอ.หนุนเกษตรใช้หุ่นยนต์	2562	http://www.nationtv.tv/main/content/378716955/
02-10	Global	Brüel & Kjær	BEYOND TOMORROW SCENARIOS 2030	2030	Google Drive
02-11	Global	Klaus Schwab	The Fourth Industrial Revolution	2020	Google Drive
02-12	Global	Roland Berger	Trend Compendium 2030	2030	Google Drive
02-13	Global	Technavio	Robotics Engineering: 10 Trends Shaping the Industrial Robotics for 2019	2019	https://blog.technavio.com/blog/robotics-engineering-trends-shaping-industrial-robotics
02-14	Global	International Federation of Robotics IFR	World robotics 2018	2019-2021	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
02-15	Global	Lukasz Kudlak	Protecting the environment with automation and robotics engineering	2018	https://medium.com/tech4planet/protecting-the-environment-with-automation-and-robotics-engineering-44c0a176c18f
02-16	Global	Amanda Dodge	How Robots Are Helping in the Fight Against Climate Change	2018	https://blog.ozobot.com/2018/08/28/robots-helping-fight-climate-change/
02-17	Global	RYAN AVENT	How Robots Will Break Politics	2018	https://www.politico.com/magazine/story/2018/01/05/robots-politics-automation-technology-216220
03-01	UN	FAO, UN	Horizon Scanning and Foresight An overview of approaches and possible applications in Food Safety	5-10-20 ปี	Google Drive
03-02	EU	ศูนย์วิจัยร่วมของคณะกรรมาธิการยุโรป (JRC)	JRC FORESIGHT STUDY Tomorrow's Healthy Society - Research Priorities for Foods and Diets	2014-2020	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
03-03	EU	● The University of Oxford ● SciencesPo	Analysis of foresight methods in European food futures and effects on European policies at national and EU levels	ส่วนใหญ่มากกว่า 20 ปี	Google Drive
03-04	ไต้หวัน	Industrial Economics and Knowledge Center (IEK), Industrial Technology Research Institute (ITRI)	การจัดทำแผนภาพอุตสาหกรรมของไต้หวันในปี 2025	2016-2025 (10 ปี)	Google Drive
03-05	ไต้หวัน	● Taiwan Institute of Economic Research (TIRE) ● Planning Committee ● Strategy Formation Committee	Taiwan Agricultural Technology Foresight 2025	2012 ถึง 2025 (13 ปี)	Google Drive
03-06	ญี่ปุ่น	the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)	Japan’s 10th Technology Foresight: Insights and Enlightenment	จัดทำปี 2015 2050	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
03-07	สวิตเซอร์แลนด์	World Food System Center, ETH Zurich	Foresight Study: Research for a Sustainable Swiss Food System	จัดทำปี 2015 20-30 ปี	Google Drive
03-08	โปแลนด์	Institute of Fundamental Technological Research of the Polish Academy of Sciences (IPPT-PAN)	National Foresight Programme “Poland 2020”	2007 ถึง 2020 (13 ปี)	Google Drive
03-09	เกาหลี	● Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning ● Seoul National University ● Texas A&M International University ● Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning	Technology foresight in Korea: a review of recent government exercises	2020, 2050	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
03-10	เกาหลี	● Ministry of Science and Technology (MOST) ● Korean Institute for S&T Evaluation and Planning	Korea 2030	2005 ถึง 2030 (25 ปี)	Google Drive
03-11	อียิปต์	Dr. Nisreen Lahham, Executive Manager, Center for Future Studies	Egypt’s Water Security – Future Vision 2030 Using Delphi Method	2011 ถึง 2030 (19 ปี)	Google Drive
03-12	อียิปต์	Center for Future Studies	Egypt's Desalination Technology Roadmap 2030	2011 ถึง 2030 (19 ปี)	Google Drive
03-13	แคนาดา	Canada Economic Development National Research Council Canada	Canadian Technological Roadmap On Functional Foods and Nutraceuticals	2, 10 ปี	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
03-14	แคนาดา	National Research Council of Canada	Canada Looking Forward S+T 21C	2005 ถึง 2020 (15 ปี)	Google Drive
03-15	ฝรั่งเศส	Centre for Studies and Strategic Foresight (CEP)	Agriculture and the Challenges of Energy	2011 ถึง 2030 (19 ปี)	Google Drive
03-16	ฝรั่งเศส	Centre d'analyse stratégique (Centre for Strategic Analysis)	France 2025	2010 ถึง 2025 (15 ปี)	Google Drive
03-17	เวียดนาม	UNIDO and AIT Austrian Institute of Technology	Foresight and STI Strategy Development in an Emerging Economy: The Case of Vietnam	2011 ถึง 2020 (9 ปี)	Google Drive
03-18	อังกฤษ	Cranfield University, Bedford, MK43 OAL , UK	Agricultural Futures in England and Wales and Implications for the Environment	2002 ถึง 2050 (48 ปี)	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
03-19	อังกฤษ	The Government Office for Science, London.	Foresight. The Future of Food and Farming	2030, 2050 (20, 40 ปี)	Google Drive
03-20	โคลอม-เบีย	Fundación LOGyCA – Center for Latin American Logistics Innovation CLI	A Foresight Approach to Reshape Bogota's Food Supply and Security Master Plan	2012 ถึง 2018 (6 ปี)	Google Drive
03-21	เดนมาร์ก	Roskilde University, Denmark	Food scenarios 2025: Drivers of change between global and regional	2016 ถึง 2025 (9 ปี)	Google Drive
03-22	จอร์แดน	The HCST - Higher Council for Science and Technology, Jordan	The 'Jordan 2020' Scenarios Project	2000 ถึง 2020 (20 ปี)	Google Drive
03-23	มาลี	● International Crops Research Institute for the	Can scenario planning catalyse transformational change?		Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
		Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Mali ● Université Nationale d'Agriculture du Benin, Benin ● CSIRO Land and Water Flagship, Australian Tropical Science and Innovation Precinct, Australia ● Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, Mali ● CGIAR Research Programme on Climate Change, Agriculture and	Evaluating a climate change policy case study in Mali		

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
		Food Security (CCAFS), Kenya			
03-24	สโลวีเนีย	Institute for Economic Research, Ljubljana, Slovenia, Boris Majcen	Technology Foresight Slovenia 2020	2015 ถึง 2020 (5 ปี)	Google Drive
03-25	เอสโต-เนีย	Joint project by Institute of Baltic Studies and PRAXIS Center for Policy Studies	Biotech Estonia 2020	2005 ถึง 2020 (15 ปี)	Google Drive
03-26	เบลเยี่ยม	Arnold Verbeek, Koenraad Debackere, and Raf Wouters at the R&D Division of INCENTEM at the Catholic University of Leuven in Belgium	The Food Industry in Flanders – Towards 2010	2003 ถึง 2010 (7 ปี)	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
03-27	ไอร์แลนด์	NUI Maynooth University College Dublin Teagasc	RURAL IRELAND 2025 Foresight Perspectives	2005-2025 (20 ปี)	Google Drive
03-28	ไอร์แลนด์	Teagasc, CKA and SEZ	Teagasc 2030: Reinventing the Irish Agri-Food Knowledge System	2008 ถึง 2030 (22 ปี)	Google Drive
03-29	UN	FAO, UN	Horizon Scanning and Foresight An overview of approaches and possible applications in Food Safety	5-10-20 ปี	Google Drive
04-01	Global	UNIDO	TECHNOLOGY FORESIGHT MANUAL Volume 1	2005	Google Drive
04-02	Global	UNIDO	TECHNOLOGY FORESIGHT MANUAL Volume 2	2005	Google Drive
04-03	Japan	Science and Technology Foresight Center	The 9th Science and Technology Foresight	2010-2040	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
		National Institute of Science and Technology Policy			
05-01	Korea	Ministry of Science and ICT	The 5th Science and Technology Foresight (2016 – 2040): discovering future technologies to solve major issues of future society	2016 – 2040	Google Drive
05-02	Taiwan	Su et al., Su, H-N, Lee, P-C, Yuan, B.J.C.	Foresight on Taiwan nanotechnology industry in 2020	2010-2020	Google Drive
05-03	Taiwan	Yuan et al.	Foresight for the semiconductor industry in Taiwan	2006	Google Drive
05-04	Taiwan	National Chiao-Tung University and Industrial Technology Research Institute	Development trends in Taiwan's opto-electronics industry	2002	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-05	USA	FDA	Future Trends in Medical Device Technologies: A Ten-Year Forecast	2008-2018	Google Drive
05-06	ไทย	สอวช. และ มูลนิธิสถาบันอนาคตไทยศึกษา	ภาพอนาคตประเทศไทยหลัง Covie-19 Thailand after Covid-19	2020-2025	Google Drive
05-07	Germany	DW news	Domestic violence rises amid coronavirus lockdowns in Asia	2020	Google Drive
05-08	China	KPMG	Medical devices 2030Making a power play toavoid the commoditytrapThriving on disruptionseries	2015-2030	Google Drive
05-09	USA	McKinsey	Transforming global health supply chains through data visibility	2020 and beyond	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-10	USA	MIT Technology Review	India is forcing people to use its covid app,unlike any other democracy	2020 and post Covid-19	Google Drive
05-11	USA	Deloitte	2017 global health care outlook: Making progress against persistent challenges	2017 and beyond	Google Drive
05-12	ไทย	CU Medi International Program, Chulalongkorn University	CU Medi International Program FAQ	2020 and beyond	Google Drive
05-13	ไทย	ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล	สานฝันเป็นหมอ	2019 and beyond	Google Drive
05-14	USA	Gartner	Gartner Top 10StrategicTechnology Trendsfor 2020	2020	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-15	ไทย	Bangkok Biz News	การ์ทเนอร์ชี้ 10แนวโน้มเทคโนโลยีปี 2020	2020	Google Drive
05-16	USA	MIT Technology Review	10 Breakthrough Technologies 2020	2020	Google Drive
05-17	ไทย	บรรณฑวรรณ หิรัญเคราะห์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จักรีรัช	รูปแบบการจัดการการดูแลผู้ป่วยผู้สูงอายุโรคหลอดเลือดสมองที่บ้าน	พ.ศ. 2060	Google Drive
05-18	ไทย	Startup Thailand	Covid-19 ตัวเร่ง Telemedicine เกิดเป็น New Normal	2020 and beyond	Google Drive
05-19	ไทย	FutureTales^{LAB} MQDC	10 TRENDS FOR POST-COVID-19 NEXT NORMAL	2020 and post Covid-19	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-20	USA	Deloitte	Exponential technologies in manufacturing	2018 and beyond	Google Drive
05-21	USA	STAT	Virtual and augmented reality can save lives by improving surgeons' training	2019 and beyond	Google Drive
05-22	USA	3M	A cognitive psychologist explains how immersive technologies are improving the human experience	2020	Google Drive
05-23	USA	MIT Technology Review	Doctors are using AI to triage covid-19 patients. The tools may be here to stay	2020 and post Covid-19	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-24	USA	Bloomberg	Roche Taps Broad Institute Biologist to Lead Genentech Research	2020 and post Covid-19	Google Drive
05-25	USA	McKinsey Global Institute	The Bio Revolution: Executive Summary	2020 and beyond	Google Drive
05-26	USA	McKinsey Global Institute	The Bio Revolution	2020 and beyond	Google Drive
05-27	USA	Broad Institute	ENABLING CORONAVIRUS DETECTION USING CRISPR-CAS13: OPEN-ACCESS SHERLOCK RESEARCH PROTOCOLS AND DESIGNRESOURCES	2020	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-28	USA	Phys Org	Artificial intelligence helps researchers produce record-setting catalyst for carbon dioxide-to-ethylene conversion	2020	Google Drive
05-29	USA	Gonzalez-Garay Journal of Personalized Medicine	The road from next-generation sequencing to personalized medicine	2015	Google Drive
05-30	ไทย	The Growth Matter	Quantum Supremacy คืออะไร	2020	Google Drive
05-31	ไทย	การเงินการธนาคาร	เมื่อแบงก์ชาติออกสกุลดิจิทัล “อินทนนท์”	2020 and beyond	Google Drive
05-32	ไทย	ไทยรัฐ	โลกการเงินภายหลังไวรัสโควิด–19	2020 and beyond	Google Drive
05-33	ไทย	เพียร์ พาวเวอร์	ลงทุนในธุรกิจที่มีศักยภาพ	2020	Google Drive

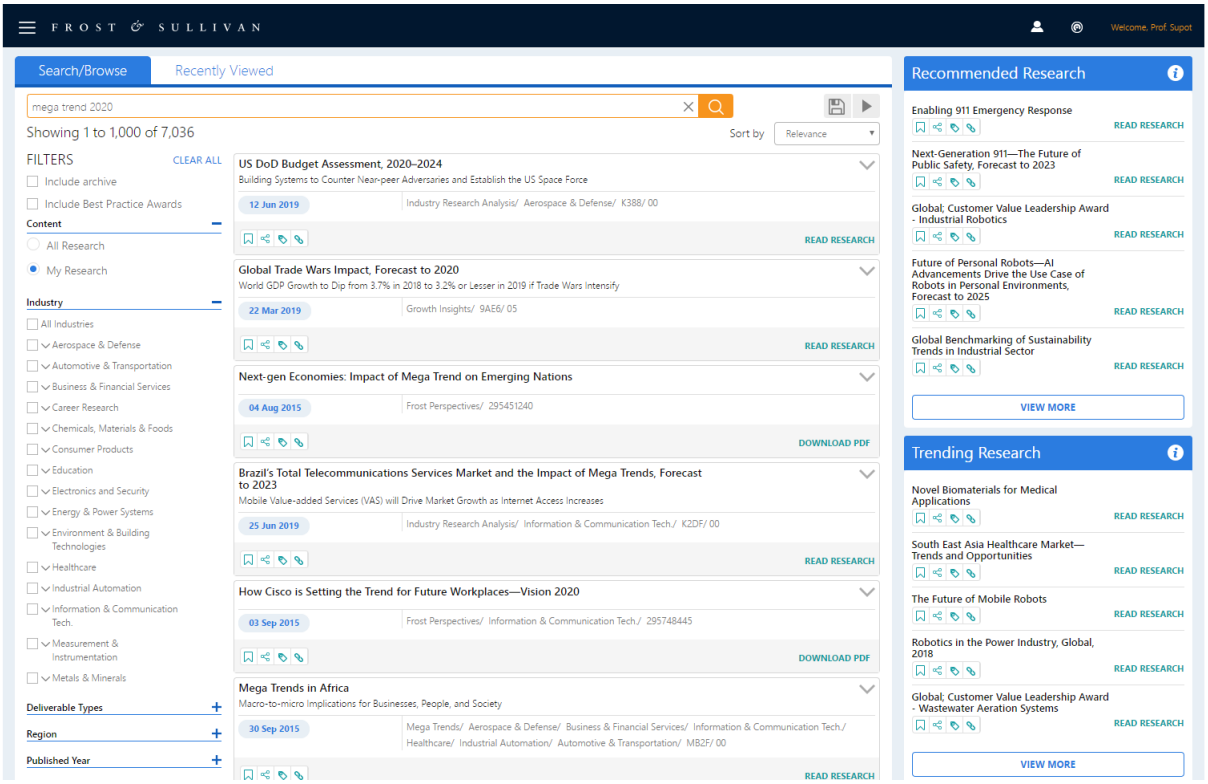
ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-34	ไทย	ธนาคารแห่งประเทศไทย	โลกจะเปลี่ยนไปอย่างไร หลังวิกฤตโควิด-19 จบลง?	2020 and beyond	Google Drive
05-35	USA	The Economist	Has covid-19 killed globalisation?	2020 and beyond	Google Drive
05-36	USA	Project Syndicate	Navigating Deglobalization	2020	Google Drive
05-37	ไทย	Brand Inside	อินเดียเตรียมเสนอให้บริษัทสหรัฐกว่า 1,000 แห่งย้ายฐานการผลิตออกจากจีนหลังกระทบหนักจาก COVID-19	2020 and post Covid-19	Google Drive
05-38	ไทย	MCOT	ไทย-จีนถอดบทเรียนรับมือโควิด	2020 and post Covid-19	Google Drive

ตารางที่ 4.4-1 สรุปรายการข้อมูล

รหัสเอกสาร	ประเทศ	องค์กร/หน่วยงาน /ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ระยะเวลา	อ้างอิง
05-39	ไทย	Bangkok Post	Geopolitical outcomes beyond Covid-19	2020 and post Covid-19	Google Drive
06-01	ยุโรป	Joint Research Centre, European Commission	JRC foresight study (2014) How will standards facilitate new production systems	2014	Google Drive
06-02	ยุโรป	Business Innovation Observatory	Design for innovation, smart living and innovative business models; how to scale-up success?	2014	Google Drive
06-03	ยุโรป	Business Innovation Observatory	Wearable technology	2015	Google Drive
06-04	ยุโรป	Joint Research Centre, European Commission	Joint Research Centre Supporting research, technological development and innovation presentation	2014	Google Drive

หมายเหตุ รหัสเอกสาร XX-xx, XX ประเภทของข้อมูล, xx ลำดับเอกสาร



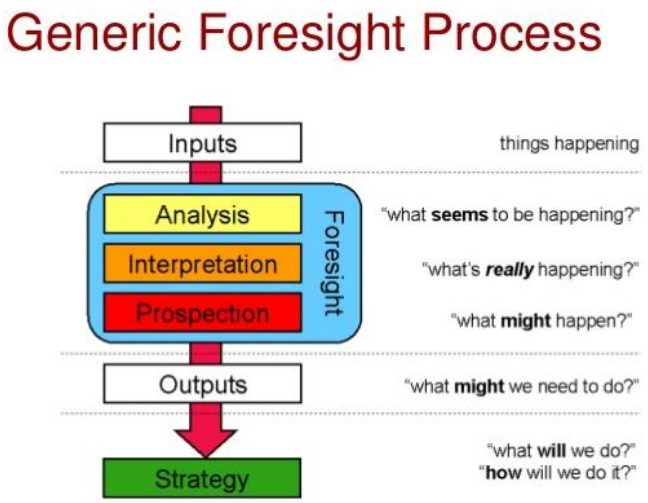
รูปที่ 4.4-2 ฐานข้อมูล Frost & Sullivan

บทที่ 5
แนวคิดการจัดทำแผนภาพอนาคต

5.1 การเขียนแผนภาพอนาคต

5.1.1 กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต

กรอบแนวทางการศึกษา *"โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0"* จะพิจารณาโดยอาศัยหลักการ**กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต**[1] เป็นเครื่องมือในการอธิบายถึงภาพรวมของโครงการ ดังแสดงใน**รูปที่ 5.1-1**



รูปที่ 5.1-1 กรอบแนวทางการศึกษา

การมองอนาคต (Foresight) เป็นเทคนิคในการวางแผนระยะยาวที่สามารถนำมาใช้ในทุกๆ ระดับ ตั้งแต่ระดับองค์กรจนถึงระดับประเทศ เครื่องมือ Foresight ใช้หลักสำคัญในการมองอนาคตด้วยกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจนและเป็นระบบ เน้นการมีส่วนร่วมจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholder) ในประเด็นอนาคตที่ต้องการศึกษา เพื่อให้เข้าใจถึงแรงผลักดันต่างๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้ในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นแรงผลักดันที่เห็นได้อย่างชัดเจน และจากแรงผลักดันที่ยังไม่เห็นชัดเจน มาประเมินความไม่แน่นอนต่างๆ ที่สามารถเป็นตัวกำหนดภาพอนาคตขึ้น โดย**กระบวนการจัดทำแผนภาพอนาคต**[2] ประกอบด้วย

[1] https://www.slideshare.net/mkconway/an-overview-of-foresight-methods

[2] https://www.slideshare.net/mkconway/an-overview-of-foresight-methods

1) การนำเข้าข้อมูล (Inputs)[3]

เป็นขั้นตอนการป้อนข้อมูล รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับองค์กรในการทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ที่ครอบคลุมประเด็นในด้านสังคม (Social), เทคโนโลยี (Technology), เศรษฐกิจ (Economic), สิ่งแวดล้อม (Environment) และการเมือง (Political) (STEEP) ซึ่งในการดำเนินการในขั้นตอนนี้สามารถเลือกเครื่องมือ เทคนิค หรือกระบวนการมาใช้ได้หลากหลายตามความเหมาะสม อาทิเช่น เทคนิคเดลฟาย (Delphi) การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม (Environmental Scanning) เพื่อศึกษาข้อมูลที่หลากหลายและครอบคลุมในหลายมิติ ตัวอย่างข้อมูลนำเสนอในบทที่ 4

2) การวิเคราะห์อนาคต (Foresight)

ขั้นตอนการวิเคราะห์อนาคต (Foresight) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

2.1) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) เป้าหมายหลักของขั้นตอนนี้ คือ การตอบคำถามที่ว่า “เหตุการณ์อะไรที่จะยังคงเกิดขึ้นต่อไป (What seems to be happening?)” เป็นการจัดหมวดหมู่ข้อมูลที่ได้รับระหว่างขั้นตอนการป้อนข้อมูล จากข้อมูลที่มีความหลากหลายให้เหลือเพียงประเด็นที่น่าสนใจหรือประเด็นที่ต้องจับตามองเพียงไม่กี่ประเด็น โดยเครื่องมือที่นิยมใช้ในขั้นตอนนี้ คือ การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis)

2.2) การแปรผลข้อมูล (Interpretation) เป้าหมายหลักของขั้นตอนนี้ คือ การตอบคำถามที่ว่า “อะไรที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดเหตุการณ์เหล่านั้น (What’s really happening?)” เป็นการทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้รับการรวบรวมและจัดหมวดหมู่ในสองขั้นตอนก่อนหน้าในลักษณะเชิงลึก โดยพยายามค้นหาแรงขับเคลื่อน (Driving Forces) ที่ทำให้เกิดประเด็นหรือเรื่องราว ซึ่งหลักการในการค้นหา Driving Forces ประกอบด้วย 1. เลือก Driving Forces ที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงหรือมีความสำคัญกับประเด็นนั้นๆ 2. พิจารณา Driving Forces เหล่านั้นว่าเรื่องใดบ้างที่เกิดขึ้นแล้วจะส่งผลกระทบในวงกว้าง ในกระบวนการการวิเคราะห์อนาคตนั้นจะมุ่งความสนใจไปที่ Driving Forces ที่มีความสำคัญในระดับสูง (High Importance) และหากเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง (High Uncertainty and High Impact) เพื่อนำมาใช้ในขั้นตอนต่อไป

2.3) การคาดการณ์ (Prospection) เป้าหมายหลักของขั้นตอนนี้ คือ มุ่งตอบคำถามที่ว่า “สาเหตุเหล่านั้นจะก่อให้เกิดสถานการณ์อะไรขึ้น (What might happen?)” เป็นกระบวนการมองไปข้างหน้าเพื่อสร้างภาพเหตุการณ์ในอนาคต โดยพิจารณา Driving Forces ที่วิเคราะห์จากขั้นตอนการแปรผลข้อมูล โดยภาพเหตุการณ์อาจมีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามข้อมูลและมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ ยกตัวอย่างเช่น Scenarios, Visioning, Normative, Backcasting, Futures Wheel, Trend Impact Analysis, Simulation, อย่างไรก็ดี เครื่องมือที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน คือ การสร้างภาพเหตุการณ์จำลองอนาคต (Scenarios) เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีการนำข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกทั้ง

[3] http://www.forschungsnetzwerk.at/downloadpub/An-Overview-of-Foresight-Methodologies1.pdf

ข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ มาพิจารณาร่วม และเป็นกระบวนการที่เน้นคนเป็นศูนย์กลาง โดยสร้างเหตุการณ์จำลองซึ่งเป็นผลมาจากการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความคิดเห็นและองค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ

3) การวิเคราะห์ผล (Output)

ขั้นตอนนี้เป็นการหาคำตอบของคำถาม “เราน่าจะต้องทำอะไรในสถานการณ์นั้น (What might we need to do?)” โดยการสร้างการรับรู้ถึงภาพเหตุการณ์อนาคตให้แก่ผู้บริหาร/ผู้กำหนดนโยบาย เพื่อให้มองเห็นทางเลือกเชิงกลยุทธ์ (Strategic Options) ที่เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์อนาคตสามารถนำเสนอได้ทั้งในรูปแบบของรายงาน การนำเสนอ การประชุมเชิงปฏิบัติการ วิดีทัศน์ เป็นต้น

4) การวางแผนกลยุทธ์ (Strategy)

ขั้นตอนสุดท้าย เป็นการนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์อนาคตไปใช้ในการกำหนดและวางแผนกลยุทธ์ที่เหมาะสม และผลของการดำเนินการตามแผนกลยุทธ์ ก็จะถูกนำมาเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลนำเข้า (Inputs) ในกระบวนการวิเคราะห์อนาคตในรอบถัดไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่า กระบวนการวิเคราะห์อนาคตจะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อตรวจสอบและทบทวนว่า สิ่งที่คาดการณ์ไว้นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด

การจัดทำแผนภาพอนาคตเป็นผลการวิจัยอนาคตซึ่งประกอบด้วยแนวคิด วิธีการ กระบวนการและระเบียบวิธีที่ใช้ศึกษาแนวโน้มที่เป็นไปได้ในอนาคต วิธีการวิจัยอนาคตมีหลายวิธีแต่ละวิธีจะมีระเบียบวิธีที่แตกต่างกันออกไป การเลือกวิธีการวิจัยอนาคตขึ้นอยู่กับ วัตถุประสงค์ เงื่อนไขและข้อจำกัดของการวิจัย อาทิ ลักษณะของข้อมูล (เชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ) ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา งบประมาณ

ผลจากการรวบรวมข้อมูลพบว่า**วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต**[4] ประกอบด้วย 33 วิธี โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 : วิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative Method) เป็นวิธีการที่จัดหาความหมายของเหตุการณ์และมุมมองซึ่งเป็นไปตามความคิดเห็นของบุคคลหรือความคิดสร้างสรรค์ที่ค่อนข้างยากในการสนับสนุน เช่น การระดมสมอง การจัดประชุม สัมมนา การสัมภาษณ์ การศึกษาจากเอกสาร เป็นต้น

ประเภทที่ 2 : วิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Method) เป็นวิธีการที่วัดตัวแปรและวิเคราะห์เชิงสถิติ มีกระบวนการสร้างข้อมูลที่น่าเชื่อถือ วิธีนี้นำไปใช้ในการจัดทำแผนภาพอนาคตเพื่อนำเสนอหลักฐานประกอบการคิดในอนาคตหรือเพื่อเป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ เช่น การทำ Benchmarking, Bibliometrics, Modelling การวิเคราะห์สิทธิบัตร (Patent analysis) เป็นต้น

[4] https://rafaelpopper.wordpress.com/foresight-methods/

ประเภทที่ 3 : วิธีกึ่งเชิงปริมาณ (Semi-quantitative) เป็นวิธีที่นำหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการประเมินค่าของความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น Delphi, Polling หรือ Voting

สำหรับรายละเอียดของวิธีการต่างๆ สำหรับการรวบรวมข้อมูลที่เป็นที่นิยมในระดับสากลแสดงให้เห็นได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1-1 วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต

เชิงคุณภาพ (Qualitative)	เชิงปริมาณ (Quantitative)	กึ่งเชิงปริมาณ (Semi-quantitative)
Back casting	Benchmarking	Cross-impact/ Structural Analysis (SA)
Brainstorming	Bibliometrics	**Delphi**
Citizens Panels	Indicators/Time Series Analysis (TSA)	Key/Critical technologies
Conferences/Workshops	Modeling	Multi-criteria analysis
Essays/Scenario Writing	Patent Analysis	Polling/Voting
Expert Panels	Trend Extrapolation/ Impact Analysis	Quantitative scenarios/SMIC
Genius Forecasting		**Road mapping**
Interviews		Stakeholder Analysis/ MACTOR
Literature Review (LR)		
Morphological Analysis		
Relevance Trees/ Logic Charts		
Role play/Acting		
Horizontal Scanning		
Scenarios		
Science Functioning (SF)		
Simulation Gaming		
Surveys		
SWOT		
Wild Cards & Weak Signals (Wi-We)		

การพิจารณาเลือกใช้วิธีวิทยากรวิจัยสำหรับนำมาใช้เขียนแผนภาพอนาคตสามารถดำเนินการโดยการพิจารณาวัตถุประสงค์ของการเขียนภาพอนาคต ซึ่งจุดมุ่งหมายสำหรับการนำภาพอนาคตไปใช้ประโยชน์มี 6 ประการ มีดังนี้

1. เพื่อกำหนดทิศทาง (Direction setting) แนวทางกว้างๆ ของนโยบาย กลยุทธ์และการพัฒนาทางเลือกต่างๆ สำหรับการขับเคลื่อนอนาคตและนำสังคมไปยังรูปที่มุ่งหวัง

2. เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยผลักและปัจจัยดึงที่ส่งผลต่อการเดินทางไปสู่ภาพอนาคตที่คาดหวัง (Determining priorities) ข้อนี้อาจถือเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญ ที่สุดของ ‘การมองอนาคต’ และเป็นแรงผลักดันที่ประเทศที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่ต้องเผชิญหน้าและมีความแตกต่างกันไปตามบริบททางสังคม เศรษฐกิจ การเมือง และระดับการพัฒนาการของเทคโนโลยี การทราบและสามารถจัดลำดับความสำคัญกับปัจจัยดังกล่าวจะนำไปสู่การจัดการกับข้อจำกัดทางทรัพยากรและข้อเรียกร้องของผู้มีส่วนได้เสีย

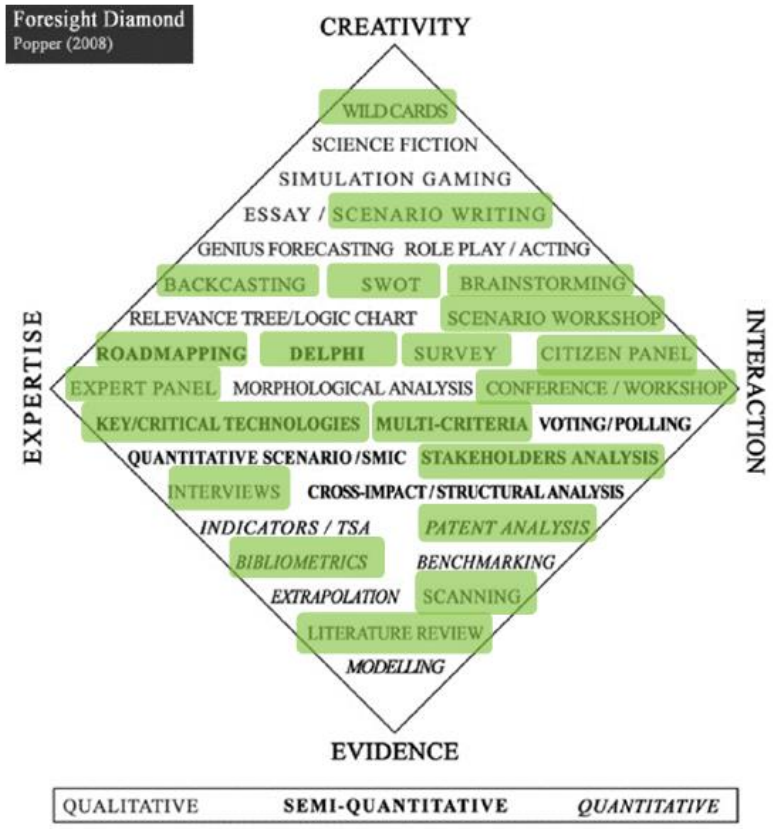
3. เพื่อเพิ่มความสามารถในการคาดการณ์อนาคต (Anticipatory intelligence) ระบุแนวทาง ใหม่ๆ ที่ กำลังจะเกิดขึ้นซึ่งจะมีบทบาทมากต่อการจัดทำนโยบายในการรองรับอนาคต

4. เพื่อสร้างความเป็นเอกฉันท์ (Consensus generation) การขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีความหลากหลาย การดำเนินการเพื่อรักษาสมดุลของผู้มีส่วนได้เสียจะช่วยให้เกิดการขับเคลื่อนอย่างเป็นระบบ การเขียนภาพอนาคตที่ดีจึงควรมีขั้นตอนการสร้างเอกฉันท์ของทิศทางในการเดินไปข้างหน้าร่วมกันของทุกภาคส่วน

5. เพื่อมีสนับสนุนการตัดสินใจ (Advocacy) – ส่งเสริมการตัดสินใจในเชิงนโยบายที่สอด คล้องกับความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียเฉพาะในอุตสาหกรรม

6. เพื่อเป็นช่องทางในการสื่อสารและการศึกษา (Communication and education) – ส่งเสริมการสื่อสารภาย ในชุมชนของรัฐและการสื่อสารภายนอกกับภารประชาชน และการให้การศึกษาแก่ประชาชนทั่วไป นักการเมืองและข้าราชการ

จากจุดมุ่งหมายข้างต้นทำให้การกำหนดขั้นตอนการเขียนภาพอนาคตต้องประยุกต์ใช้วิธีการวิทยากรวิจัยที่หลากหลาย ซึ่งเครื่องมือสำหรับการวิจัยอนาคตดังตาราง 5.1-1 ในแต่ละเครื่องมือมีคุณสมบัติในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์แรงผลักดันที่ส่งผลต่อภาพอนาคตที่แตกต่างกัน ดังแสดงให้เห็นดังแผนภาพ Foresight Diamond



รูปที่ 5.1-2 Foresight Methods Diamond

ที่มา: Popper (2008)

แผนภาพวิธีวิทยากรเขียนภาพอนาคตดังรูปที่ 5.1-2 แสดงให้เห็นคุณสมบัติของวิธีการกับการค้นหาข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อสกัดหาแรงผลักของสังคม และนำปัจจัยดังกล่าวเขียนภาพอนาคต การจำแนกคุณสมบัติของเครื่องมือหรือวิธีวิทยาการที่นำมาใช้ในการเขียนภาพอนาคตสามารถจำแนกได้เป็น 4 เกณฑ์ ได้แก่

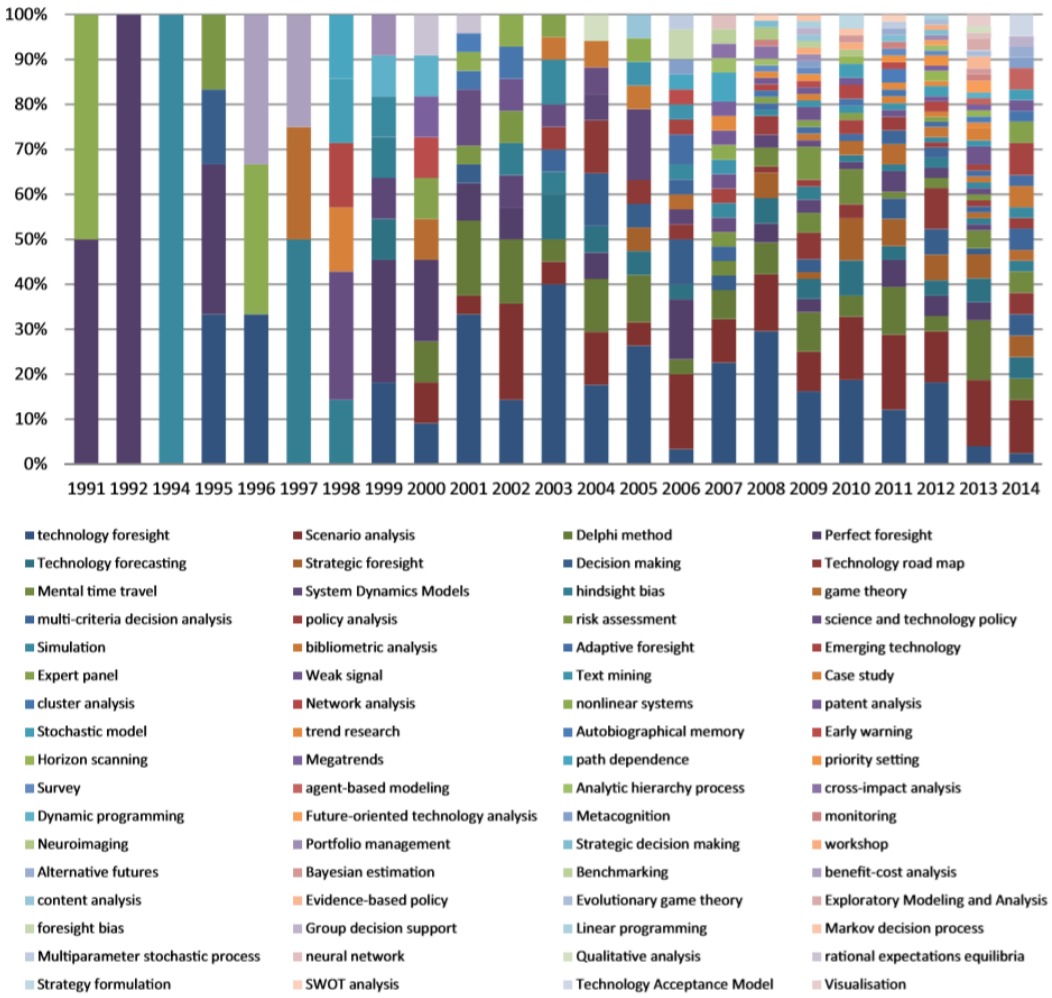
1) การเก็บข้อมูลเพื่อเขียนภาพอนาคตโดยต้องการความคิดสร้างสรรค์ นอกกรอบและไร้ขอบเขต (Creativity Base) เช่น Wildcard Scenario Planning Essay เป็นต้น

2) การเก็บข้อมูลเพื่อเขียนภาพอนาคตโดยเน้นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่มีหลักฐานที่สามารถจับต้องได้ วัดได้ (Evidence Base) เช่น Modeling Literature review Scanning เป็นต้น

3) การเก็บข้อมูลเพื่อเขียนภาพอนาคตโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้มีส่วนได้เสีย (Interaction) เช่น Conference/Workshop Voting/Polling เป็นต้น

4) การเก็บข้อมูลเพื่อเขียนภาพอนาคตโดยจากฐานความเชี่ยวชาญ (Expertise) เช่น Expert panel Delphi Road mapping

เนื่องจากเครื่องมือหรือวิธีการรวบรวมข้อมูลสำหรับการเขียนภาพอนาคตมีจำนวนมากและหลากหลายวัตถุประสงค์ คณะที่ปรึกษาพบว่าได้มีการสำรวจถึงวิธีที่นิยมสำหรับใช้เขียนภาพอนาคต ดังรูปที่ 5.1-3



รูปที่ 5.1-3 วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคตที่นิยมใช้ในแต่ละช่วงเวลา[5]

จากรูปข้างต้นแสดงให้เห็นว่าวิธีนิยมสำหรับการเขียนภาพอนาคต 5 วิธีการแรกได้แก่

1) การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature reviews)
2) การขอความเห็นจากคณะผู้เชี่ยวชาญ (Expert Panels)
3) การวางแผนด้วยสถานการณ์ (Scenario planning)
4) การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Extrapolation) เป็นวิธีการมองอนาคตในระยะสั้น ซึ่งสันนิษฐานว่าอนาคตเป็นตอนต่อจากปัจจุบันและเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีจะดำเนินต่อไปในรูปแบบคงที่
5) การประชุมเชิงปฏิบัติการมุ่งเน้นการคาดการณ์อนาคต (Future Workshop)

[5] Saritas, Ozcan & Burmaoğlu, Serhat. (2015). The evolution of the use of Foresight methods: a scientometric analysis of global FTA research output. Scientometrics. 105. 10.1007/s11192-015-1671-x.

อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากวิธีนิยม 5 วิธี นักอนาคตวิทยาได้ประยุกต์วิธีวิทยาการวิจัยอื่นๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล อาทิ Delphi Survey Role play Vote เป็นต้น ทั้งนี้คณะที่ปรึกษาได้รวบรวมวิธีการเก็บข้อมูลประกอบการเขียนภาพอนาคตตามวิธีนิยม แสดงตัวอย่างรายละเอียดวิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต ดังนี้

- **วิธี Environmental Scanning**

Environmental Scanning เป็นการสำรวจสภาพแวดล้อมภายนอกองค์กรอย่างเป็นระบบ เพื่อให้องค์กรเกิดความเข้าใจถึงธรรมชาติและรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมภายนอกองค์กรได้ดีขึ้น โดยสามารถระบุศักยภาพ โอกาส ความท้าทาย สิ่งแวดล้อม ความคิดสร้างสรรค์ แนวโน้นในปัจจุบันและการพัฒนาองค์กรในอนาคต การทำ Environmental Scanning นั้นจะประกอบไปด้วยการรับรู้ข้อมูล และการค้นหาข้อมูล

วิธีการทำ Environmental Scanning แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ประกอบด้วย

- **การตรวจจับ (Detacting)** เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไป อาทิเช่น ประเด็นสำคัญด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และแนวโน้มทางการเมือง สถานการณ์ต่างๆ เป็นต้น

- **การระบุข้อมูล (Identifying)** จะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในประเด็นที่มีการกำหนดไว้แล้ว เพื่อดูว่าเรื่องดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อองค์กรหรือหน่วยงานหรือไม่ มากน้อยเพียงใด เพื่อระบุโอกาสและภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้นสำหรับองค์กร รวมถึงแนวโน้มการเกิดสถานการณ์และเหตุการณ์ต่างๆ

- **การกำหนดทางเลือก (Determining)** เป็นการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับจุดแข็งและข้อจำกัดขององค์กร

- **การให้บริการข้อมูล (Providing)** เป็นการดำเนินการศึกษาค้นคว้าที่มีการวางแผนงานและกำหนดรูปแบบในการดำเนินการอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์โครงการในอนาคต

- **การสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์แห่งอนาคต (Future Scenario Building and Analysis)**

ฉากทัศน์ (Scenario) หมายถึง มโนภาพเกี่ยวกับสถานการณ์ในอนาคตที่มี “ความเป็นไปได้ (Probability)” จากนิยามนี้ทำให้ฉากทัศน์มีความคล้ายคลึงกับวิสัยทัศน์ (Vision) แต่แท้จริงแล้ว ฉากทัศน์มีคุณลักษณะสำคัญ 2 ประการ คือ

1. ในขณะที่ “วิสัยทัศน์” กล่าวถึงสถานการณ์ในอนาคตที่พึงประสงค์ “ฉากทัศน์” จะให้ความสำคัญกับ “ความไม่แน่นอน (Uncertainty)” และปัจจัยต่างๆ ที่ส่งอิทธิพลต่อการขับเคลื่อนให้สภาวการณ์ปัจจุบันไปสู่อนาคต ซึ่งจะส่งผลให้สามารถระบุและวิเคราะห์ “ฉากทัศน์ทางเลือก (Alternative Scenario)” จนนำไปสู่การกำหนดเป็น “กลยุทธ์” หรือ “นโยบาย” เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม

2. ฉากทัศน์เป็นมโนรูปที่ถูกกำหนดขึ้นโดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างรอบคอบ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ จนเกิดเป็นมโนรูปที่สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยเกื้อหนุนและปัจจัยความท้าทายต่ออนาคตอย่างชัดเจน

การแบ่งฉากทัศน์แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1. ภาพพื้นฐานประวัติศาสตร์ (Historically-based Scenario หรือ Future History) หมายถึง ฉากทัศน์ที่เกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลหรือทิศทางการเปลี่ยนแปลงจากอดีตและสถานการณ์ปัจจุบันว่าจะนำไปสู่อนาคตอย่างไร

2. ภาพแห่งอนาคต (Images of the Future) หมายถึง ฉากทัศน์ที่กล่าวถึงสถานการณ์ในอนาคตเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีรายละเอียดที่ชัดเจนเกี่ยวกับโอกาส ความท้าทาย และปัจจัยที่นำไปสู่อนาคตความเหมาะสมในการใช้งาน

ประโยชน์ที่สำคัญของฉากทัศน์ คือ การกำหนดทางเลือก (Alternative) หรือ สถานการณ์แห่งอนาคต (Future Situation) สำหรับประกอบการตัดสินใจ การวางแผนกลยุทธ์ หรือการกำหนดนโยบายเพื่อรองรับความเป็นไปได้และความไม่แน่นอนของอนาคต ดังนั้นการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์จึงเหมาะสมกับสถานการณ์ดังต่อไปนี้

1. การสำรวจทิศทางการเปลี่ยนแปลง จากอดีตถึงปัจจุบันและรูปแบบอนาคตที่มีความเป็นไปได้

2. การวางแผนยุทธศาสตร์ ระยะยาวในระดับชุมชนหรือระดับประเทศ เช่น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นต้น

3. กระบวนการตัดสินใจ เพื่อกำหนดแผนและกลยุทธ์ เพื่อกำหนดแผนและกลยุทธ์ในระดับยุทธศาสตร์องค์กร เช่น กลยุทธ์ทางธุรกิจแผนงานวิจัยและพัฒนา เป็นต้น

4. กระบวนการวางแผน ในระดับปฏิบัติการขององค์กร เช่น แผนบริหารอัตรากำลังและพัฒนาศักยภาพบุคลากร แผนบริหารความเสี่ยง เป็นต้น

จุดแข็ง

1. ฉากทัศน์ส่งผลให้การวางแผนและการตัดสินใจขององค์กรเกิดการพิจารณาปัจจัย (Push Factor) และปัจจัยฉุดรั้ง (Pull Factor) อย่างรอบด้าน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนสูง

2. ฉากทัศน์ช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดเชิงกลยุทธ์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสารภายในองค์กร และการปรับตัวขององค์กร

3. ช่วยให้องค์กรและสมาชิกภายในองค์กรเลือกวิธีการและกลยุทธ์เพื่อไปสู่ อนาคตที่พึงประสงค์ที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด

ความท้าทาย

1. ความท้าทายหลักของการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์ คือ การระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด (Most Influential Factors) ต่อฉากทัศน์ที่ต้องการวิเคราะห์

2. การกำหนดฉากทัศน์ต้องสะท้อนความเป็นไปได้และความไม่แน่นอนที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด โดยต้องไม่เป็นฉากทัศน์เชิงบวกหรือเชิงลบมากเกินไป

3. จำนวนฉากทัศน์ที่น้อยเกินไปเป็นข้อผิดพลาดที่พบบ่อยที่สุด และเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการวิเคราะห์ฉากทัศน์ ทั้งนี้ไม่ควรมีเพียงฉากทัศน์ความสำเร็จ (Success Scenario) หรือ ฉากทัศน์ความล้มเหลว (Failure Scenario) ในขณะเดียวกันจำนวนฉากทัศน์ที่มากเกินไปก็อาจจะส่งผลให้ประสบปัญหาภาวะข้อมูลท่วมท้น (Information Overload) โดยมีการเสนอแนะว่าจำนวนฉากทัศน์ที่เหมาะสมคือ 3-5 ฉากทัศน์และหากเป็นไปได้หนึ่งในฉากทัศน์ควรได้จากเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยพลิกโฉม (Wild Card Analysis) ซึ่งเป็นเทคนิคช่วยแสวงหาฉากทัศน์ช่วยแสวงหาฉากทัศน์ที่มีความเป็นไปได้ต่ำ (Low-Probability) แต่หากเกิดขึ้นจะมีผลกระทบสูง (High-Impact Scenario)

4. การสร้างฉากทัศน์ต้องเกิดจากการสำรวจและวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกอย่างละเอียดถี่ถ้วน มิเช่นนั้นฉากทัศน์ที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถฉายภาพความเป็นไปได้และความไม่แน่นอนได้อย่างชัดเจน

สิ่งที่จำเป็นในการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์

1. ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อม ที่มีผลกระทบต่อองค์กรหรือประเด็นที่เกียวข้องกับฉากทัศน์ที่ต้องการสร้าง เช่น ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ เทคโนโลยี และแนวโน้มรสนิยมของผู้บริโภค โดยข้อมูลเหล่านี้ต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์อย่างครอบคลุมทุกมิติก่อนเริ่มกระบวนการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์

2. ความมุ่งมั่น (Commitment) ของผู้นำองค์กรทั้งในเชิงงบประมาณเวลา และพันธสัญญาในการนำผลวิเคราะห์ไปกำหนดเป็นแผนกลยุทธ์หรือนโยบาย

3. การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ สามารถประสานความร่วมมือและระดมพลังความคิดของสมาชิกภายในองค์กร ในกรณีการสร้างฉากทัศน์ชุมชนและนโยบายระดับประเทศหน่วยงานที่รับผิดชอบต้องมีกลยุทธ์การสื่อสารสาธารณะ ที่มีประสิทธิภาพ สามารถประสานความร่วมมือและระดมสมองจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดฉากทัศน์ที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติมากที่สุด

ขั้นตอนการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์

การสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์ควรเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเสียจากทุกภาคส่วนมีส่วนร่วม (Participatory Process) ซึ่งอาจเป็นรูปแบบการประชุมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) หรือการประชุม

สนทนากลุ่ม (Focus Group) โดยควรจัดการประชุมมากกว่า 1 ครั้ง ในแต่ละครั้งควรมีจำนวนผู้เข้าร่วมการประชุมไม่เกิน 30 คน เพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสร่วมคิดวิเคราะห์และวิพากษ์ฉากทัศน์อย่างเต็มที่ จนได้ข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับอนาคตหรือข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

กระบวนการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์ ประกอบด้วย 11 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดกรอบของปัญหาหรือความท้าทายในการจัดทำฉากทัศน์ (Framing the Challenge) สำหรับการจัดทำฉากทัศน์ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.1. ร่างฉากทัศน์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตของสิ่งที่ต้องการศึกษาเพื่อพิจารณาว่าจะมีผลกระทบต่อพันธกิจขององค์กรอย่างไร ควรจะรับมือกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอย่างไร เสริมสร้างความเข้มแข็งขององค์กร

1.2. องค์กรอาจต้องการสำรวจสถานการณ์ที่จะเกี่ยวข้องกับโครงการหรือเป้าหมายเฉพาะเท่านั้น

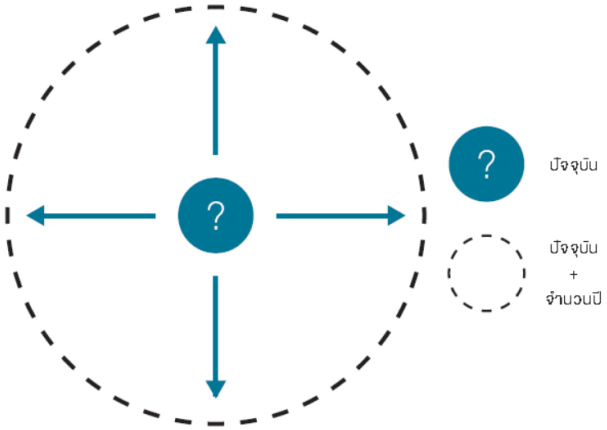
1.3. การค้นหาวิธีแก้ไขปัญหาสำหรับสถานการณ์วิกฤตเฉพาะ

ดังนั้นในการสำรวจฉากทัศน์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อให้องค์กรสามารถกำหนดกลยุทธ์ที่ยืดหยุ่นที่สุดและการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ กุญแจสำคัญคือการวางกรอบวิธีการเพื่อตอบคำถามของสิ่งที่อาจเกิดขึ้น ผลลัพธ์ของการวางแผนฉากทัศน์ คือ การตระหนักว่าควรจะทำอย่างไรกับปัญหานี้ที่กำลังเผชิญอยู่ และให้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งของการกำหนดกรอบปัญหาที่ต้องสำรวจคือการกำหนดขอบเขตเวลา โดยเลือกช่วงเวลาที่สามารถดำเนินการแก้ไขเชิงกลยุทธ์และแผนพัฒนาอย่างเต็มที่ การกำหนดผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง โดยมีการจัดทำเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจำนวนตั้งแต่ 9 ถึง 10 คน จนถึง 30 คน โดยมีผู้อำนวยความสะดวกหนึ่งคนในจัดการกับกลุ่มประมาณ 12 คน หากผู้เข้าร่วมมากขึ้นควรเพิ่มผู้อำนวยความสะดวก เนื่องจากการจัดทำนี้ดีที่สุดเมื่อมีการแบ่งกลุ่มออกเป็นทีมงานขนาดเล็ก

การกำหนดหัวข้อหรือประเด็นคำถามเริ่มต้นด้วยการอภิปรายระดมสมองเพื่อกำหนดขอบเขตหัวข้อหรือประเด็นที่ต้องการสร้างฉากทัศน์ให้มีความชัดเจน หรือหากหัวข้อมีความชัดเจนแล้วอาจให้ผู้เข้าร่วมเสนอประเด็นคำถาม เช่น หัวข้อนั้นจะส่งผลกระทบต่อชีวิตของผู้เข้าร่วมการประชุม หรือองค์กร ชุมชน ประเทศและประชาคมโลกอย่างไร เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 เลือกขอบเขตเวลา (Time Horizon) สำหรับฉากทัศน์ เพื่อไม่ให้ผู้เข้าร่วมประชุมหวนกลับไปใช้ประวัติศาสตร์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต มากำหนดฉากทัศน์จนกลายเป็นฉากทัศน์แห่งอนาคตที่ถูกใช้ไปแล้ว (Used Future Scenario) หรือ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแบบคงที่ (Static Change) ดังนั้นจึงควรเริ่มต้นด้วยการแบ่งผู้เข้าร่วมประชุมเป็นกลุ่มย่อยแล้วให้แต่ละกลุ่มอภิปรายบริบทสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ ในอดีตที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อ เช่น หัวข้อเกี่ยวกับนโยบายของอุตสาหกรรมเป้าหมายในอีก 20 ปีข้างหน้า

ควรเริ่มด้วยการให้แต่ละกลุ่มย่อยอภิปรายวิวัฒนาการของนโยบายของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ตลอดจนปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเป้าหมายตลอดช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา โดยผู้ควบคุมการประชุมอาจใช้รูปภาพสื่อวีดีทัศน์ หรือประเด็นคำถามจากขั้นตอนที่ 1 เพื่อกระตุ้นผู้เข้าร่วมประชุมให้รื้อฟื้นความทรงจำ และแบ่งปันประสบการณ์ความรู้สึกตนเองกับสมาชิกในกลุ่ม



รูปที่ 5.1-4 การกำหนดกรอบระยะเวลาของฉากทัศน์

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> การรวบรวมข้อมูล (Gathering information) เช่น ข้อมูลแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต Mega Trend ในด้านที่สำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะศึกษา เช่น หลักการ STEEP, PETTEL

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพล (Influential Factor) หรือระบุแรงขับที่สำคัญ (Identifying driving forces) โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนระดับผลกระทบและโอกาสในการเกิดของแนวโน้ม (Trend) ที่ศึกษาได้จากข้อสองหรือจากผู้เชี่ยวชาญเสนอระหว่างการกระบวนจัดทำฉากทัศน์ โดยนำคะแนนที่ได้มาพลอตกราฟและเลือกแรงขับประมาณ 10-20 แรงขับที่มีผลกระทบสูงและมีโอกาสในการเกิดสูง ต่อฉากทัศน์

ในการคัดเลือกปัจจัยเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลกระทบต่อฉากทัศน์มีสิ่งที่ต้องพิจารณา 2 ประการ คือ

1. ปัจจัยนั้นมีอิทธิพลต่อฉากทัศน์มากน้องเพียงใด (Degree of Importance)

2. ความเป็นไปได้ที่ปัจจัยนั้นจะเกิดขึ้น (Degree of Certainty) โดยสามารถนำคำถาม 2 ข้อมาสร้างเป็นตารางไขว้เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ง่ายขึ้น

ตารางที่ 5.1-2 แนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อฉากทัศน์

	มีอิทธิพลสูง (High Influence)	มีอิทธิพลน้อย (Low Influence)
มีพลวัตสูง (Dynamic)	ปัจจัยขับเคลื่อน (Driver) ควรมีความแตกต่างในแต่ละฉากทัศน์	อาจพิจารณาตัดออกจากกระบวนการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์
คงที่และมีความเป็นไปได้สูง (Static and Highly Possible)	ปัจจัยคงที่ (Constant) ควรเหมือนกันทุกฉากทัศน์	อาจนำมาพิจารณาในการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์ครั้งต่อไป

จาก**ตารางที่ 5.1-2** ปัจจัยขับเคลื่อน (Driver) ปัจจัยที่พลวัตสูงหรือมีความไม่แน่นอนสูงและมีอิทธิพลต่ออนาคตสูง แต่ละฉากทัศน์จำเป็นต้องมีปัจจัยขับเคลื่อนที่แตกต่างกันมาก ในขณะที่ปัจจัยคงที่ (Constant) คือ ปัจจัยที่มีความเป็นไปได้สูง (คงที่) แต่มีอิทธิพลต่ออนาคตสูงเช่นเดียวกันปัจจัยขับเคลื่อน ดังนั้นทุกฉากทัศน์ในกระบวนการวิเคราะห์จึงต้องมีปัจจัยคงที่เหมือนกัน ตัวอย่างปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยกรณีตลาดพลังงานในกลุ่มประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป กรณีอนาคตตลาดพลังงานในกลุ่มประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในอีก 30 ปีข้างหน้าจะได้ปัจจัยคงที่ (มีความไม่แน่นอนที่สูง และมีอิทธิพลต่อตลาดพลังงานสูง) คือ สภาวะโลกร้อนและมลพิษทางอากาศในขณะที่ปัจจัยขับเคลื่อน (มีความผันผวนสูง และมีอิทธิพลต่อตลาดพลังงานสูง) มี 4 ปัจจัยคือ

ปัจจัยที่ 1 บทบาทของจีน ประสบปัญหาเศรษฐกิจครั้งใหญ่ที่สุดนับตั้งแต่ก่อตั้งประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ปัจจัยที่ 2 การเมืองระหว่างประเทศในภูมิภาคตะวันออกกลาง ประเทศซาอุดิอาระเบียดำเนินนโยบายปฏิรูประบบการเมืองการปกครอง โดยเปิดโอกาสให้มีการเลือกตั้งตามระบอบประชาธิปไตยเป็นครั้งแรกนับตั้งแต่ก่อตั้งประเทศ

ปัจจัยที่ 3 เทคโนโลยีพลังงานทางเลือก นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดค้นวิธีการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเชื้อเพลิงเหลว

ปัจจัยที่ 4 นโยบายรัฐเกี่ยวกับตลาดพลังงาน รัฐบาลในกลุ่มประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปกำหนดให้แผงผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ และอุปกรณ์สำหรับการจัดเก็บพลังงานแสงอาทิตย์เป็นส่วนหนึ่งของสวัสดิการสังคม

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดความไม่แน่นอนที่สำคัญ ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดขึ้น (Defining the future's critical "either/or"uncertainties) ***เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดในการจัดทำฉากทัศน์*** โดยเป็นการกำหนดความไม่แน่นอนที่สำคัญ (Critical Uncertainties) สองปัจจัย ดัง**รูปที่ 5.1-5** จะได้ 2 ปัจจัยคือ E และ F



รูปที่ 5.1-5 การคัดเลือกความไม่แน่นอนที่สำคัญ

โดยในแต่ละปัจจัยจะกำหนดทางเลือก (Alternative) เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนที่ตรงกันข้ามกันใน 2 กรณีคือ

1. ในกรณีที่ปัจจัยนั้นจะเกิดขึ้นแน่นอน

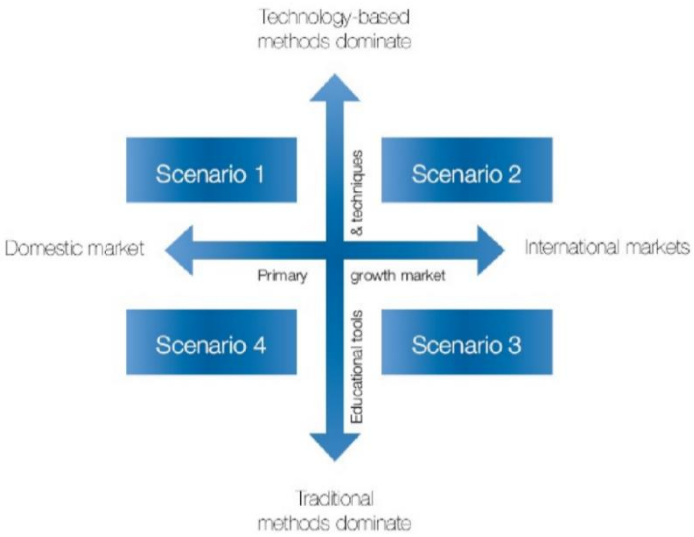
2. กรณีที่ปัจจัยนั้นไม่เกิดขึ้น เช่น ฉากทัศน์ที่ 1 กล่าวว่า จีนประสบปัญหาเศรษฐกิจครั้งใหญ่ที่สุดนับตั้งแต่ก่อตั้งประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนในทางกลับกันหากจีนไม่ประสบปัญหาทางเศรษฐกิจ จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อตลาดพลังงานของกลุ่มประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปใน 30 ปีข้างหน้า จากฉากทัศน์ดังกล่าวสิ่งสำคัญคือ การพิจารณาความเป็นไปได้ของแต่ละฉากทัศน์ภายใต้กรอบระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 2 ทั้งนี้เพื่อให้ฉากทัศน์ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 6 สร้างเข็มทิศฉากทัศน์แห่งอนาคต (Future Compass) หรือสถานการณ์จากความไม่แน่นอน (Generating the scenarios) หลังจากได้ความไม่แน่นอนที่สำคัญ (Critical Uncertainties) จากขั้นตอนที่ 5 มาสองปัจจัยจึงนำมาเขียนฉากทัศน์ในสองแกน เป็นแกน X และแกน Y โดยแต่ละแกนคือความไม่แน่นอนที่สำคัญ เข็มทิศฉากทัศน์แห่งอนาคตซึ่งมี 4 ควอแดรนท์คือ ฉากทัศน์ (Scenario) ที่สามารถใช้วิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ตัวอย่าง**รูปที่ 5.1-6** แสดงเข็มทิศฉากทัศน์แห่งอนาคตประกอบด้วย 2 ปัจจัยขับเคลื่อน

1. ตลาดที่เติบโตอันดับแรก ได้แก่ ตลาดในประเทศ หรือ ตลาดต่างประเทศ (แกน X)

2. เครื่องมือและเทคนิคทางการศึกษา ได้แก่ เครื่องมือดั้งเดิมหรือเครื่องมือที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยี (แกน Y) เข็มทิศฉากทัศน์ส่งผลให้เกิด 4 ฉากทัศน์คือ

- ฉากทัศน์ที่ 1 เครื่องมือและเทคนิคทางการศึกษาเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยี และตลาดที่เติบโตอันดับแรกเป็นตลาดในประเทศ
- ฉากทัศน์ที่ 2 เครื่องมือและเทคนิคทางการศึกษาเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยี และตลาดที่เติบโตอันดับแรกเป็นตลาดต่างประเทศ
- ฉากทัศน์ที่ 3 เครื่องมือและเทคนิคทางการศึกษาเป็นเครื่องมือดั้งเดิมและตลาดที่เติบโตอันดับแรกเป็นตลาดต่างประเทศ
- ฉากทัศน์ที่ 4 เครื่องมือและเทคนิคทางการศึกษาเป็นเครื่องมือดั้งเดิมและตลาดที่เติบโตอันดับแรกเป็นตลาดในประเทศ



รูปที่ 5.1-6 การสร้าง 4 ฉากทัศน์

ขั้นตอนที่ 7 สร้างเรื่องเล่า (Narrative) สำหรับแต่ละฉากทัศน์ อธิบายว่าจะเกิดอะไรขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ใครได้รับผลกระทบบ้าง อย่างไร ข้อดีและข้อเสียของการเปลี่ยนแปลงจากมุมมองของผู้มีส่วนได้เสียที่แตกต่างกัน สิ่งนี้ช่วยในการทำความเข้าใจว่าลำดับความสำคัญของพวกเขาอาจเป็นอย่างไรและอาจเกิดปัญหาอะไรในอนาคต สิ่งสำคัญคือควรทราบว่าใครเป็นผู้ชนะและผู้แพ้ในแต่ละฉากทัศน์ เพราะอะไร แต่ละฝ่ายควรจะรับมืออย่างไร โดยเป็นการบรรยายความแบบเรื่องเล่าย้อนหลัง เช่น หากขอบเขตเวลา 10 ปีดังนั้นการบรรยายจะเริ่มขึ้นในปี 2572 และสร้างคำอธิบายที่น่าเชื่อถือสำหรับการเปลี่ยนแปลงในทศวรรษที่ผ่านมาจนถึงปี 2572 โดยมองย้อนกลับไปจากจุดเริ่มต้นในปัจจุบันส่งผลให้เกิดภาพในอนาคต ควรกล่าวถึงช่วงเวลาว่าจะเกิดอะไรขึ้นในปีใด (Milestones)

เรื่องเล่าถือเป็นหัวใจสำคัญของเทคนิคนี้ เรื่องเล่าที่มีข้อมูลครบถ้วนละเรียบเรียงลำดับความคิดที่ดีจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ฉากทัศน์และมองอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคุณลักษณะของเรื่องเล่าที่ดีคือ

1. อธิบายและให้ข้อมูลปัจจัยขับเคลื่อนอย่างชัดเจน ครอบคลุมพลวัตการเปลี่ยนแปลงในทุกด้าน

2. นำเสนอความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (Causal Relations) ของปัจจัยคงที่และปัจจัยขับเคลื่อน ไม่ควรนำเสนอในเชิงลำดับระยะเวลา (Causal Relations)

3. สะท้อนผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อประเด็นที่กำลังวิเคราะห์อย่างรอบด้าน

4. เรื่องเล่าฉากทัศน์ควรมีชื่อเรื่อง (Title) ที่น่าสนใจและสะท้อนเนื้อหาสาระโดยสังเขปของฉากทัศน์ เช่น สำหรับฉากทัศน์ที่ 1 ประเทศจีนประสบปัญหาวิกฤติ เศรษฐกิจและเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกยังมีต้นทุนสูง อาจตั้งชื่อฉากทัศน์ว่า วิกฤตพลังงานโลก (Global Energy Crisis) เนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจในประเทศจีนซึ่งเป็นประเทศผู้บริโภคพลังงานที่สำคัญของโลกมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อประเทศอื่นๆ ทั้งในภูมิภาคเอเชียและภูมิภาคอื่นซึ่งมีความสัมพันธ์ทางการค้าใกล้ชิดกับจีน

ขั้นตอนที่ 8 วิพากษ์และการตรวจสอบผลลัพธ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละฉากทัศน์

ก่อนการจะเผยแพร่ฉากทัศน์ควรให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้รับรู้และมีส่วนร่วมในการพิจารณาตรวจสอบ เช่น เป็นสถานการณ์ที่น่าเชื่อถือหรือไม่ สิ่งที่จะเกิดขึ้นมีความชัดเจนหรือไม่ มีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่ มีความสอดคล้องกันหรือไม่ มีสิ่งที่ขาดหายไปหรือไม่ ควรมีการเปลี่ยนแปลงอะไรหรือไม่ หลังจากนั้นให้รวบรวมข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำมาปรับปรุง เพื่อลดจุดอ่อนของฉากทัศน์

ขั้นตอนนี้อาจแบ่งผู้เข้าร่วมเป็นกลุ่มย่อยเพื่ออภิปรายระดมความคิดกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นในแต่ละฉากทัศน์ หรืออาจจะเป็นการอภิปรายความสมเหตุสมผล ความเป็นไปได้ หรือนัยยะเชิงปฏิบัติ (Practical Implication) ของฉากทัศน์

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินความหมายและกำหนดการตอบสนองที่เป็นไปได้ (Assessing their implications and defining possible responses) การประเมินสามารถทำได้หลายวิธี แต่สิ่งที่ควรทำคือการจัดทำรายการของทางเลือกกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ในแต่ละฉากทัศน์ โดยหากอนาคตเกิดสิ่งนี้ขึ้นจริง ๆ ควรจะมีการรับมืออย่างไร และมีการประเมินกลยุทธ์ในการรับมือว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยกลยุทธ์ที่เหมาะสมที่สุดคือกลยุทธ์ที่ก่อให้เกิดความยืดหยุ่นที่สุด ไม่ว่าอนาคตจะเป็นเช่นไร เราก็ควรที่จะพร้อมรับมือได้

ขั้นตอนที่ 10 ระบุทิศทางของฉากทัศน์ที่จะเกิดขึ้น (Identifying signposts) ในแต่ละฉากทัศน์ที่ร่างขึ้นมาที่ผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องแล้ว ไม่ได้แปลว่าจะมีโอกาสเกิดขึ้น 25% ฉากทัศน์ที่จะเกิดขึ้นจริงมีเพียงหนึ่งเดียว แต่จะเกิดขึ้นเมื่อใด เราควรจะมองเห็นทิศทางเมื่อเวลาผ่านไป หรือเมื่อมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นซึ่งต้องมีการสังเกตและติดตาม ดังนั้นทีมงานผู้จัดทำฉากทัศน์ควรกำหนดทิศทาง (Signposts) ของแต่

ละฉากทัศน์ โดยการระบุสัญญานของสิ่งที่จะเกิดขึ้นในแต่ละฉากทัศน์ เช่น จากสถานการณ์ทางการเมือง เศรษฐกิจ กฎ ระเบียบ นอกจากนี้ยังมีสัญญานที่ไม่ชัดเจน เช่น พฤติกรรมผู้บริโภคหรือแฟชัน สินค้าหรือการให้บริการใหม่ ๆ ดังนั้นคำถามที่สำคัญของขั้นตอนนี้คือ อะไรคือสิ่งที่จะบอกว่าจะเกิดฉากทัศน์นี้ขึ้นในอนาคต โดยทำให้ครบทั้งสี่ฉากทัศน์

ขั้นตอนที่ 11 การตรวจสอบและปรับปรุงฉากทัศน์เมื่อเวลาผ่านไป (Monitoring and updating the scenarios as time goes on) เวลาไม่ได้หยุดนิ่งดังนั้นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการวางแผนสถานการณ์เป็นการทำเพื่อปรับปรุงฉากทัศน์ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง ไม่ใช่กระบวนการที่ยาก แต่ต้องใช้เวลาและทรัพยากร โดยขั้นต่ำควรมีการปรับปรุงปีละครั้งโดยมีทีมงานจัดทำโดยการตรวจสอบสิ่งที่เกิดขึ้นว่าเป็นทิศทางของฉากทัศน์ใด อาจมีการเปลี่ยนฉากทัศน์และกลยุทธ์ก็เป็นได้

เอกสารอ้างอิง:

Woody Wade 2012. Scenario planning: a field guide to the future. John Wiley & Sons

สถาบันการมองอนาคตนวัตกรรม (IFI) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) และวิทยาลัยสหวิทยามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2562. เครื่องมือการมองอนาคต (FORESIGHT TOOLS) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

- **การปรึกษาหารือ (Consultation)**

การปรึกษาหารือ (Consultation) วิธีการนี้เป็นการขอความเห็นจากชุมชนในวงกว้าง เพื่อพัฒนามุมมองในเรื่องอนาคตที่คาดหวังในอนาคตที่เป็นไปได้และอนาคตที่พึงปรารถนาในระยะยาว (10 - 20 ปีข้างหน้า)

- อนาคตที่คาดหวังตั้งอยู่บนพื้นฐานการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งทิศทางและการขยายแนวโน้มต่อจากในปัจจุบัน
- อนาคตที่เป็นไปได้ เป็นการให้ทางเลือกหลายทางซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในระยะยาว
- อนาคตที่พึงปรารถนา คือ อนาคตที่ต้องการจะบรรลุ ซึ่งประกอบด้วย ค่านิยมและความปรารถนาของปัจเจกชน ยุทธวิธีของภาคเอกชนและองค์กรในชุมชน และแผนการของรัฐบาล

- **การวิเคราะห์สิทธิบัตร (Patent Analysis)**

การวิเคราะห์สิทธิบัตร (Patent Analysis) เป็นเทคนิคมองอนาคตระยะใกล้ ใช้ฐานข้อมูลสิทธิบัตรในการระบุเทคโนโลยีใหม่และโอกาสในการประยุกต์ใช้ในสาขาอื่น ๆ เป็นเทคนิคที่ใช้กันแพร่หลายในการวางแผนการคิดค้นนวัตกรรมของบริษัทและการวิเคราะห์บริษัทคู่แข่ง อย่างไรก็ดีการใช้ฐานข้อมูลสิทธิบัตรเพื่อการวิเคราะห์แบบ “การมองอนาคต” ควรกระทำด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากข้อมูลระดับชาติส่วนมากมัก

เบี่ยงเบนไปทางประเทศเจ้าของสิทธิบัตร จึงไม่สามารถนำมาดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างชาติได้อย่างแท้จริง

ประโยชน์ของเทคนิคนี้ คือ สามารถทำการวิเคราะห์ผ่านฐานข้อมูลออนไลน์เป็นระยะ เช่น รายปี โดยใช้แรงงานและค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ

- **วิธีเดลฟาย (The Delphi Technique)**

"เดลฟาย" เป็นชื่อของเทคนิคหรือกระบวนการรวบรวมความคิดเห็นหรือการตัดสินใจเรื่องต่างๆในอนาคตโดยกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิหรือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปมติจากข้อค้นพบที่ได้ให้เป็นสิ่งเดียวกันที่มีความถูกต้องด้วยการแสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามในแต่ละรอบ ทำให้สามารถระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้อย่างเต็มที่และเป็นอิสระ ปราศจากการชี้นำจากกลุ่ม และไม่ตกอยู่ภายในการวิจัยโดยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ได้รับการเผยแพร่ตีพิมพ์ครั้งแรกลง ในบทความเรื่อง "An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts" ตีพิมพ์ในวารสาร Management Science ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 เดือนเมษายน 2506 โดย โอลาฟเฮลเมอร์ (Olaf Helmer)และ นอร์แมน ซี ดาลกีย์(Norman C. Dickey) นักวิจัยของบริษัทแรนด์ (Rand Corporation) ซึ่งเป็นบริษัทค้าอาวุธสงครามในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงแรกเทคนิคนี้ได้รับความสนใจอย่างมากในกลุ่มนักอนาคตวิทยาการทหารและนักเทคโนโลยีต่างๆต่อมาภายหลังมีการใช้เทคนิคนี้ในสาขาสังคมศาสตร์และทางธุรกิจมากขึ้น ตลอดจนในสาขาการแพทย์และพยาบาล (Kerr, 2001)

ปัจจุบันเทคนิคเดลฟายได้รับความนิยมในวงกว้างในหลายประเทศนิยมนำเทคนิคเดลฟายเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการวิเคราะห์นโยบายสาธารณะ ด้วยเหตุนี้นักวิชาการได้พัฒนาวิธีการเดลฟายไปตามบริบทของสังคมและประเด็นที่ศึกษา ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการใช้เทคนิคเดลฟายเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) เทคนิคเดลฟายแบบดั้งเดิม ที่เน้นการใช้แบบสอบถามหรือสัมภาษณ์ด้วยกระดาษเป็นสำคัญ
2) เทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง ที่เน้นการเข้าถึงข้อมูลด้วยวิธีผสมผสาน

อย่างไรก็ดีไม่ว่าจะเป็นเดลฟายดั้งเดิมหรือเดลฟายปรับปรุงก็มีลักษณะทั่วไปเหมือนกันดังนี้

1) เป็นวิธีการที่มุ่งแสวงหาข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นหัวข้อวิจัยโดยใช้แบบสอบถาม ผู้เชี่ยวชาญจะต้องตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นในแต่ละรอบ ผู้เชี่ยวชาญจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญในประเด็นหัวข้อวิจัยอย่างแท้จริง
2) เป็นวิธีที่ต้องการความเป็นอิสระทางความคิดของผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด ไม่ต้องการให้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ผู้เชี่ยวชาญจึงไม่ทราบว่ามีผู้ใดบ้างอยู่ในกลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถาม และไม่ทราบว่าผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนแสดงความคิดเห็นต่อข้อคำถามในแบบสอบถามอย่างไร จะทราบเฉพาะส่วนของตนเองเท่านั้น ดังนั้นการเก็บข้อมูลจะหลักเลี่ยงไม่ให้ผู้เชี่ยวชาญเผชิญหน้ากันโดยตรง

3) ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะต้องตอบแบบสอบถามครบทุกขั้นตอน ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามหลายรอบเพื่อให้ได้ความคิดเห็นที่ถูกต้องเชื่อถือได้ โดยทั่วไปรอบแรกมักจะเป็นแบบสอบถามที่เป็นคำถามปลายเปิด จากนั้นรอบต่อๆไปจะเป็นแบบสอบถามปลายปิด และแบบมาตรฐานส่วนประเมินค่าในรอบสุดท้าย

4) การวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย จะใช้สถิติเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การวัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง ฐานนิยม มัธยฐาน ค่าเฉลี่ย และการวัดการกระจายข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินงานตามเทคนิคเดลฟาย ประกอบด้วย

<u>ช่วงที่ 1 การวางแผนและเตรียมการรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคเดลฟาย</u> ประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ 3 กิจกรรมดังนี้

1) **การเตรียมทำเดลฟาย** กลุ่มผู้ตัดสินใจซึ่งต้องการใช้ผลการทำเดลฟายในการวางแผนพัฒนางานและกลุ่มรับผิดชอบในกระบวนการเดลฟายร่วมกันการศึกษาประเด็นคำถามที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจกำหนดทิศทางของหน่วยงานหรือของสังคมต้องการทราบ

2) **การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ** ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญที่จะมาแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้คำตอบจะต้องเป็นผู้ที่รู้จริงและมีความเชี่ยวชาญในประเด็นของงานวิจัย ต้องเป็นผู้ที่มีเจตจำนงแน่วแน่และตั้งใจ มีเวลาในการให้ข้อมูลและสามารถตอบแบบสอบถามได้จนเสร็จสิ้นกระบวนการวิจัย จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสม ที่จะลดอัตราความคลาดเคลื่อนของข้อมูลในการทำวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟายคือ 17 คนขึ้นไป

3) **การพัฒนาแบบสอบถามปลายเปิด** การทบทวนวรรณกรรมและสกัดประเด็นที่ต้องการศึกษาจากเอกสารและนำประเด็นต่างๆ สร้างเป็นแบบสอบถามกึ่งโครงสร้าง เพื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นผ่านการกรอกข้อมูลในแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้น

<u>ช่วงที่ 2 การรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิคเดลฟาย</u>และวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญ 3 ขั้นตอนดังนี้

1) **การเก็บรวบรวมข้อมูลรอบที่ 1** เป็นการรวบรวมข้อมูลกว้างๆให้ครอบคลุมประเด็นการวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้คำถามแบบปลายเปิดเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น จากนั้นผู้วิจัยจะต้องรวบรวมความคิดเห็นและวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อพัฒนาเป็นแบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) สำหรับสอบถามผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 2

2) **การเก็บรวบรวมข้อมูลรอบที่ 2** นำแบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แล้วส่งแบบสอบถามกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมอีกครั้ง เพื่อให้แสดงความคิดเห็นผ่านแบบสอบถาม นำแบบแบบสอบถามที่ได้คืนมาและสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่า ค่ามัธยฐาน (Median) ฐานนิยม (Mode) และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์หรือค่า IR (Interquartile Range) หรือความถี่ร้อยละ

3) **การเก็บรวบรวมข้อมูลรอบที่ 3** นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรอบที่ 2 แสดงผลเปรียบเทียบให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านทราบว่าความคิดเห็นของตนแตกต่างจากกลุ่มหรือไม่อย่างไร ซึ่งจะเรียกแบบสอบถามที่แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลว่า แบบสอบถามรอบที่ 3 จากนั้นจึงนำแบบสอบถามรอบที่ 3 ส่งคืนให้

ผู้เชี่ยวชาญทบทวนคำตอบของตนเองใหม่หลังจากที่ทราบความเห็นของคนส่วนใหญ่ จุดมุ่งหมายของการเก็บข้อมูลรอบที่ 3 คือการเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญยืนยันคำตอบในประเด็นคำถามเดิม หากยังคงยืนยันหรือไม่เปลี่ยนคำตอบจากรอบที่สองก็สามารถให้เหตุผลประกอบได้ ข้อมูลที่ได้รับกลับคืนมาต้องทำการวิเคราะห์และตรวจสอบระดับความสอดคล้องหรือฉันทามติของกลุ่มว่าสามารถยุติการเก็บข้อมูลได้หรือไม่โดยพิจารณาจากค่า IR (Interquartile Range) ถ้าพบว่าค่า IR มีค่าน้อยแสดงความความคิดเห็นที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญค่อนข้างสอดคล้องกัน แต่ถ้าค่า IR มีค่ามาก แสดงว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดค่อนข้างกระจัดกระจาย จะยังไม่สามารถสรุปความใดๆได้ จะต้องสร้างแบบสอบถามใหม่แล้วดำเนินการโดยวิธีเดียวกันในรอบที่ 4 อย่างไรก็ดีการวิจัยด้วยวิธีเดลฟายมักจะสิ้นสุดที่รอบที่ 3

ช่วงที่ 4 การสรุปผลการวิจัยด้วยวิธีเดลฟาย

การสรุปผล เมื่อรับแบบสอบถามรอบที่ 3 กลับมานำมาสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระดับความคิดเห็น และระดับความสอดคล้องของคำตอบ (consensus) โดยการคัดเลือกประเด็นคำถามที่ระดับความเห็นและค่าความสอดคล้องต่ำกว่าเกณฑ์ออกจากระบบ และคัดเลือกประเด็นที่ผ่านเกณฑ์เข้าสู่ระบบเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการพัฒนานโยบายสาธารณะหรือการเขียนภาพอนาคตต่อไป

ดังที่กล่าวข้างต้น เทคนิคเดลฟายเป็นวิธีการที่นิยมใช้เพื่อหาฉันทมติของประเด็นที่มีการตีความที่หลากหลายและมีความปนเปื้อนของค่านิยมและความคิดเห็นที่นิยมในหลายประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงมีการประยุกต์เทคนิคเดลฟายกับวิธีวิทยาการวิจัยอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการเก็บข้อมูล ซึ่งเรียกวิธีดังกล่าวว่า เทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง ดังรายละเอียดในส่วนถัดไป

เทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง (Modified Delphi Technique)

เทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง (Modified Delphi Technique) นั้นมีการปรับปรุงวิธีการหรือขั้นตอนการดำเนินการให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และลดข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในเทคนิคเดลฟายแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาในการเก็บข้อมูลการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามของเทคนิคเดลฟายในแต่ละรอบใช้ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 40 วันจึงมีความพยายามหาวิธีลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การใช้วิธีการระดมสมองดำเนินการประชุมระดมสมองเพื่อทดแทนการตอบแบบสอบถามปลายเปิดในรอบแรก มีจุดมุ่งหมายเพื่อรวบรวมแนวคิดที่หลากหลายของกลุ่มบุคล สำหรับการจัดทำเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิดในรอบที่ 2 ของเทคนิคเดลฟายแบบดั้งเดิม การระดมความคิดจะช่วยลดระยะเวลา สำหรับการจัดทำแบบสอบถามในรอบสองเพราะการมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มด้วยเทคนิค ระดมความคิดจะทำให้ได้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีการอภิปรายภายในกลุ่มอย่างมีเหตุผลและช่วยลดระยะเวลาในการรอ แบบสอบถามกลับคืนในรอบแรก

2) การใช้วิธีการสัมภาษณ์แทนการตอบแทนสอบถามปลายเปิดในรอบแรก ได้ปรับปรุงเทคนิคเดลฟายให้เหมาะสมกับการวิจัยอนาคตโดยพัฒนาเทคนิคที่เรียก EDFR (Ethnographic Delphi Futures Research) เทคนิคนี้เก็บรวบรวมข้อมลรอบแรกด้วยการสัมภาษณ์ไม่มีการจำกัดขอบเขตของแนวคิดของกลุ่ม

ผู้เชี่ยวชาญใช้การสัมภาษณ์แบบเปิดและไม่ชี้นำผู้ให้สัมภาษณ์มีโอกาสปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูลที่ให้สัมภาษณ์ทำให้ข้อมูลที่ได้รับมีความน่าเชื่อถือ (จุมพล พูลภัทรชีวิน, 2535)

3) การประชุมแบบเดลฟาย (Delphi Conference) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะของการประชุมระหว่างการประชุมจะเก็บข้อมูลซ้ำด้วยแบบสอบถามและนำเสนอข้อมูลย้อนกลับแก่สมาชิกในกลุ่มและขอให้ผู้ให้พิจารณาและตรวจสอบความคิดเห็นของตนเองอีกครั้งพร้อมกับการสนับสนุนให้ เกิดการอภิปรายกันภายในกลุ่มการเก็บข้อมูลแบบนี้ไม่สามารถปิดบังสถานภาพทางสังคมของผู้ให้ ข้อมูลได้ผู้วิจัยสามารถสังเกตพฤติกรรมของผู้ให้ข้อมูลได้

4) เดลฟายที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer – Based Delphi) (DEMEO VOLTECH, 2002) การวิจัยที่เก็บรวมรวมข้อมูลที่ผ่านทางคอมพิวเตอร์ผู้ให้ข้อมูลจะเห็นข้อมูลของสมาชิกในกระบวนการ โดยไม่ต้องอาศัยการสรุปหรือวิเคราะห์ความคิดเห็นโดยนักวิจัยซึ่งอาจมีความลำเอียงวิธีนี้จะเก็บข้อมูลได้รวดเร็วประหยัด

5) เดลฟายกลุ่ม (Group Delphi) Witkin และ Altschuld (1995) เสนอการใช้เดลฟายกลุ่มโดยการกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและเชิญเข้ามีส่วนร่วมในการประชุมเมื่อได้รับการตอบรับและ ผู้เชี่ยวชาญให้ความสนใจที่จะเข้าร่วมในการประชุมแล้วผู้ประเมินความต้องการจำเป็น (needs assessor) ส่งแบบสอบถามรอบที่ 1 ไปให้ก่อนการประชุมหลังจากนั้นก่อนหรือหลังการประชุมประมาณ 3-4 ชม. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจะได้รับแบบสอบถามฉบับที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญใช้ช่วงเวลาระหว่างพักการประชุม ประมาณ 20 นาที ในการตอบแบบสอบถาม โดยผู้ประเมินความต้องการจำเป็นขอความร่วมมือไม่ให้ มีการอภิปรายเกี่ยวกับการตอบแบบสอบถามภายในกลุ่มผู้ประเมินความต้องการจำเป็นรวบรวม คำตอบที่ได้อย่างรวดเร็ว จากนั้นสร้างแบบสอบถามรอบที่ 3 เมื่อกลุ่มผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามรอบที่ 3 เสร็จเรียบร้อย ผู้ประเมินความต้องการจัดทำเป็นข้อเสนอแนะหรือประเด็นที่มีผู้ไม่เห็นด้วยมาพิจารณาร่วมกันแบบเผชิญหน้าเพื่อหาข้อสรุป

- **การทำแผนที่นำทางด้านเทคโนโลยี (Technology Roadmap) และ การมองเทคโนโลยีในอนาคต (Technology Foresight)**

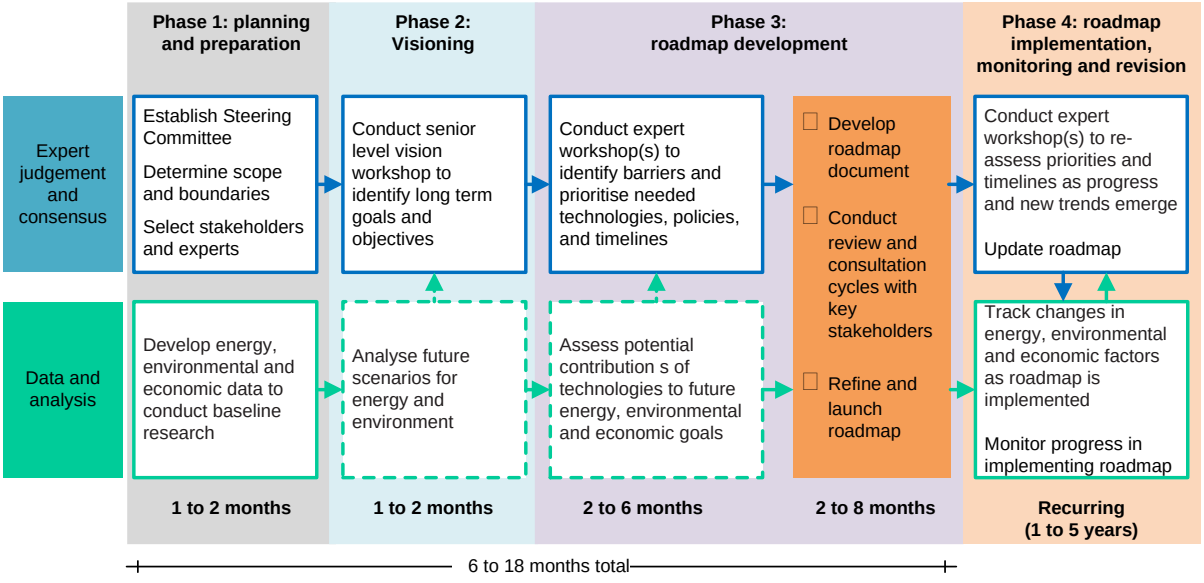
นิยามของ Roadmap/Roadmapping/Technology Roadmap

แผนที่นำทาง (Roadmap) คือ วิธีการหรือแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่แสดงปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักที่ขับเคลื่อนไปตามเวลา ได้แก่ เทคโนโลยี ตลาด และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.1-4 ที่อธิบายได้โดยการมีโครงการวิจัยพื้นฐาน (Basic Research Programs) ที่ได้ผลลัพธ์ไปสู่โครงการวิจัยที่นำไปใช้งานจริง (Applied Research Program) ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่นำทางด้านเทคโนโลยี (Technology Roadmap) ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาสู่แผนที่นำทางด้านกระบวนการ (Process Roadmap) ซึ่งตอบสนองต่อแผนที่นำทางด้านตลาด (Market Roadmap) ทั้งนี้แผนที่นำทางเทคโนโลยี กระบวนการและตลาด อาศัยผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาเชิงบูรณาการเพื่อให้ได้มาซึ่งโครงร่างแผนที่นำทางร่วม (Common Roadmap Framework) และโครงการวิจัยพื้นฐานและที่นำไปใช้งานจริงอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแผนที่นำทางกล่าวถึงทั้งกลยุทธ์และกลวิธี (Patrick,

2000) แผนที่นำทางเชื่อมโยงกลยุทธ์ของธุรกิจกับส่วนต่าง ๆ ขององค์กรสู่การบรรลุเป้าหมายทางธุรกิจ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภายนอกของธุรกิจ และสมรรถนะขององค์กร แผนที่นำทางประกอบด้วยหลายระดับชั้น ได้แก่ ระดับประเทศ ระดับอุตสาหกรรม ระดับสินค้าบริการ ระดับองค์กร เป็นต้น

ทั้งนี้ International Energy Agency (2014) ยังได้ให้นิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องการการทำแผนที่นำทางดังนี้ การทำแผนที่นำทาง (Roadmapping) หมายถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแผนที่นำทาง การนำไปใช้ และการติดตามและทำให้ทันสมัย ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholders) หมายถึง บุคคล กลุ่มบุคคล หรือองค์กรที่เกี่ยวข้องที่มีความสนใจที่จะเห็นการพัฒนาและนำแผนที่นำทางไปใช้ เช่น ตัวแทนจากภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม ภาครัฐ ภาคการศึกษา และองค์กรที่ไม่ใช่รัฐ เป็นต้น การนำไปใช้ (Implementation) หมายถึง กระบวนการที่นำแผนที่นำทางไปใช้ ผ่านการดำเนินโครงการต่าง ๆ หรือ การริเริ่มสิ่งใหม่ ที่ระบุในงานที่ต้องทำตามลำดับความสำคัญในแผนที่นำทาง และมีการติดตามประเมินผลผ่านระบบติดตามตรวจสอบ

ขั้นตอนการทำแผนที่นำทางทำให้มั่นใจว่าได้ระบุเป้าหมายร่วมและกำหนดวิธีการดำเนินการเพื่อให้เข้าถึงวิสัยทัศน์ร่วม โดยเฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 6-18 เดือนในการพัฒนาแผนที่นำทาง ขั้นตอนประกอบด้วยกิจกรรม 2 ประเภท คือ ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและ ข้อมูลและการวิเคราะห์ และมี 4 เฟส ได้แก่ การวางแผนและการเตรียมการ การกำหนดวิสัยทัศน์ การพัฒนาแผนที่นำทาง และ การนำแผนที่นำทางไปใช้ การติดตามและการปรับปรุงแผนที่นำทาง ดังรูปที่ 5.1-7 หลังจากแผนที่นำทางเสร็จสิ้น จะมีขั้นตอนการนำไปใช้ การทำให้เข้ากับวิสัยทัศน์และเป้าหมาย โดยการกำหนดนโยบาย กลยุทธ์ และการดำเนินงานให้สอดคล้องกับแผนที่นำทางต่อไป

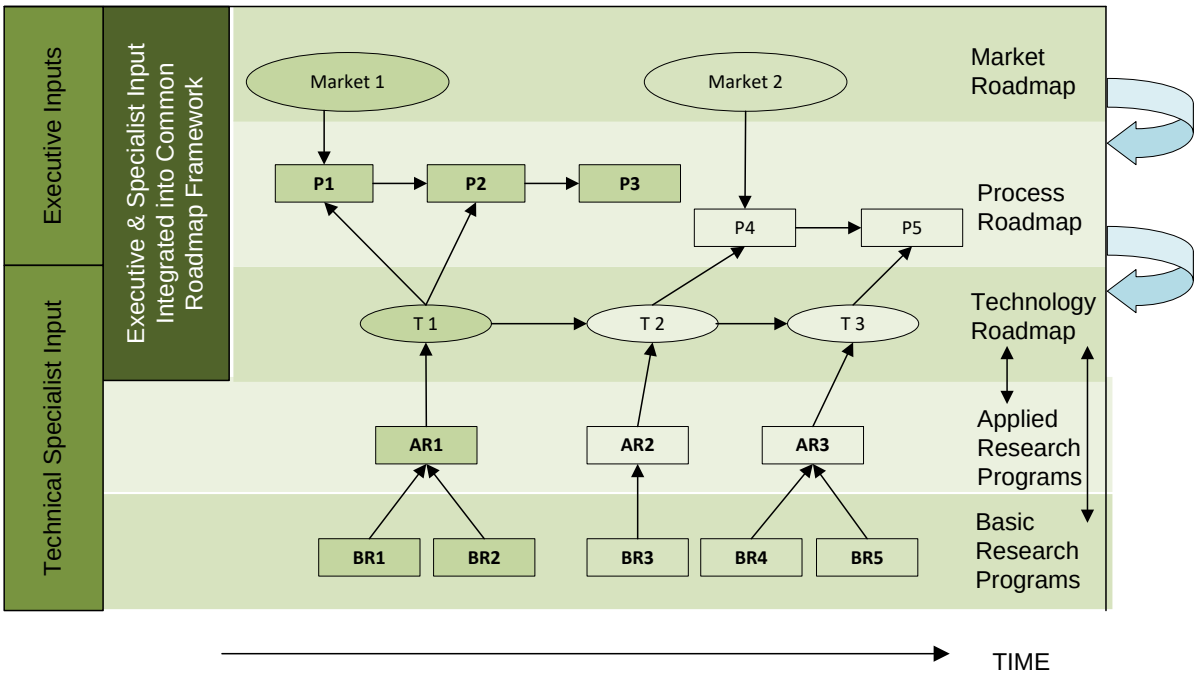


รูปที่ 5.1-7 ขั้นตอนการทำแผนที่นำทาง

โดยขั้นตอนการพัฒนาแผนที่นำทาง เริ่มจากการกำหนดสิ่งเหล่านี้เพื่อทำให้เห็นความเชื่อมโยงกัน ดังนี้

1. แรงขับ (Driver) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะตลาด การแข่งขัน ซึ่งจะมีผลต่อความต้องการของสินค้าและบริการ โดยกำหนดแรงขับด้วยวิธีการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมด้วย STEEP หรือ PESTEL ได้เช่นกัน
2. ความท้าทาย (Challenge) หมายถึง โอกาส หรือแนวทางในการปรับเปลี่ยนเพื่อตอบสนองต่อแรงขับที่มีต่อสินค้าและบริการ โดยกำหนดความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับแรงขับที่กล่าวไว้ ทั้งนี้อาจจะไม่เขียนส่วนความท้าทายนี้ก็ได้
3. สินค้าหรือตลาด (Products or Market) หมายถึง สินค้าหรือบริการ ที่จำหน่ายสู่ผู้บริโภค โดยกำหนดสินค้าหรือตลาดที่เกี่ยวข้องกับความท้าทายที่กล่าวไว้
4. ขั้นตอนการดำเนินการหรือแก้ปัญหา (Process or Solution) กำหนดขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสินค้าหรือตลาดที่กล่าวไว้
5. เทคโนโลยีที่รองรับการแก้ปัญหานั้น (Technology) กำหนดเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาที่กล่าวไว้
6. งานวิจัยที่รองรับเทคโนโลยีนั้น (Research and Development) กำหนดงานวิจัยและพัฒนาที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่กล่าวไว้ ซึ่งจะต้องเริ่มทำก่อนเพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการในอนาคต

ผู้พัฒนาแผนที่นำทางสามารถเลือกจะเขียนหัวข้อทั้งหมดหรือเลือกเฉพาะที่ต้องการหลักได้เพื่อให้แผนที่นำทางกระชับมากขึ้น โดยในระดับผู้เชี่ยวชาญมีส่วนร่วมในการทำโครงการวิจัยและการทำแผนที่นำทางด้านเทคโนโลยี แต่ผู้บริหารเป็นผู้มีส่วนร่วมผลักดันให้เกิดแผนที่นำทางด้านเทคโนโลยี กระบวนการ และตลาด จึงเห็นได้ว่า ส่วนของแผนที่นำทางด้านเทคโนโลยีนั้นเป็นส่วนที่ทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้บริหารมีส่วนร่วมในการผลักดันให้เกิดขึ้น ดังรูปที่ 5.1-8



รูปที่ 5.1-8 แผนที่นำทางสื่อทั้งกลยุทธ์และกลวิธี[6]

<u>ปัจจัยสำคัญในการออกแบบกระบวนการทำแผนที่นำทาง</u> มีดังนี้ (International Energy Agency, 2014)

1. การมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder Participation) ควรกำหนดว่าใครจะเป็นผู้กำหนดเป้าหมายและกำหนดการที่สำคัญในการทำ Roadmap ใครเป็นผู้รับผิดชอบในการทำให้บรรลุเป้าหมาย ใครเป็นบุคลากรที่จัดทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ Roadmap ให้ประสบความสำเร็จ โดยมีการเรียงลำดับความสำคัญ

2. ข้อจำกัดด้านทรัพยากร (Resource Constraints) กำหนดเวลา เงินทุน ทักษะและอุปกรณ์หรือเครื่องมือใด ๆ ที่ช่วยในการเตรียมทำ Roadmap มีเวลาเพียงพอสำหรับให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดทำ Roadmap หรือไม่ มีบุคลากรเพียงพอหรือไม่ มีข้อมูลที่เหมาะสมและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หรือไม่

3. ปัจจัยเข้าที่สำคัญ (Critical Inputs) กำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการกำหนดเงื่อนไขขั้นต่ำ เป้าหมายและพยากรณ์ กำหนดเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ทางเลือก ระบุเจ้าหน้าที่เทคนิคที่สามารถประเมินความสามารถของเทคโนโลยีและข้อจำกัดของเทคโนโลยีได้ ระบุนักกฎหมายหรือผู้คิดนโยบายที่สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่ทำให้เข้าใจว่าอะไรเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยีไปใช้งาน (Technology Adoption)

4. การออกแบบ Roadmap (Roadmap Design) กำหนดเป้าหมายและกำหนดการที่สำคัญ โดยออกแบบว่าควรจะกำหนดเวลาและตัวชี้วัดเชิงปริมาณหรือไม่ ออกแบบว่าควรใช้ข้อมูลหรือสารสนเทศใด รายละเอียดเท่าใดที่จะทำให้เกิดการดำเนินการและการนำ Roadmap ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องการข้อมูลเสริมอื่นใดหรือไม่ กำหนดว่าควรมีองค์กรที่รับผิดชอบในการดำเนินกิจกรรมใน Roadmap หรือไม่

[6] Irene, J. P. 2000. **Developing and Implementing Roadmaps –A Reference Guide**. The Pennsylvania State University, Pennsylvania.

5. การยอมรับและเผยแพร่ Roadmap (Buy-in and Dissemination) ให้กำหนดผู้เกี่ยวข้องหลัก วิธีการในการเผยแพร่ Roadmap ไปสู่ผู้เกี่ยวข้องหลัก ประเด็นสำคัญที่จะแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องรับทราบ สื่อที่เหมาะสมในการเผยแพร่ และทรัพยากร ทักษะ และเครื่องมือที่ใช้ในการเผยแพร่

6. การตรวจสอบและติดตาม (Monitoring and Tracking) กำหนดผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบและติดตามเป้าหมายและกำหนดการที่สำคัญของ Roadmap กำหนดข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ในการวัดประสิทธิภาพของ Roadmap กำหนดข้อมูลใหม่ที่จำเป็นในการปรับสถานการณ์ของเทคโนโลยีในอนาคต นโยบายของประเทศจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่หากไม่สามารถบรรลุเป้าหมายตาม Roadmap

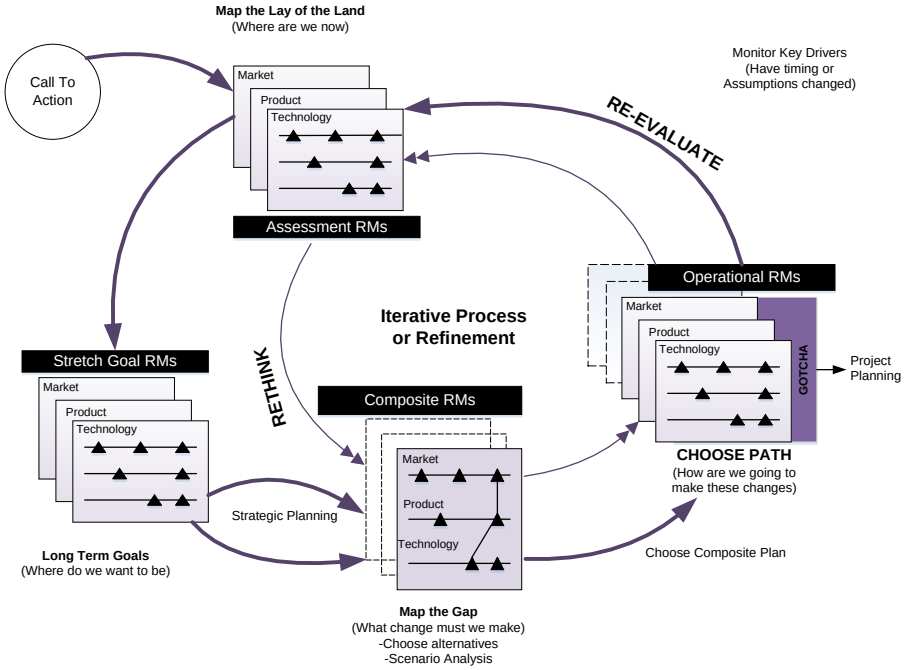
ประเภทของแผนที่นำทาง (Irene, 2000) ประกอบด้วย 3 ประเภท ดังนี้

1. Assessment Roadmaps เป็นแผนที่นำทางที่สื่อถึงองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ตลาด เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ หรือ อื่น ๆ ตามการแข่งขันในธุรกิจ โดยเน้นสื่อถึงสถานการณ์ตามเวลาว่า ณ เวลาใด มีการองค์ประกอบใดอยู่

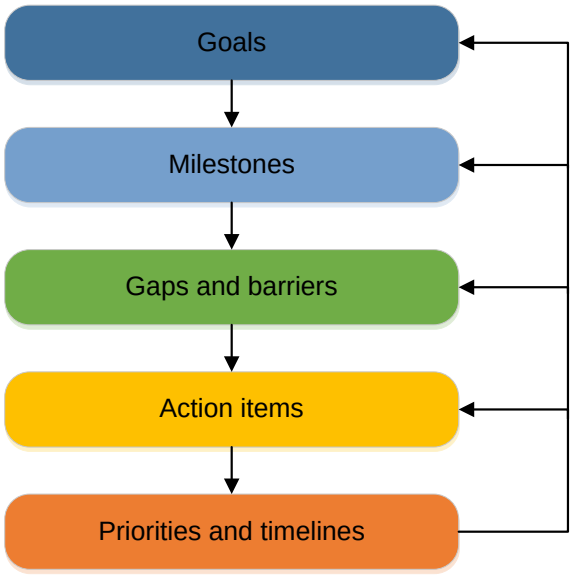
2. Composite Roadmaps เป็นแผนที่นำทางที่สื่อถึงความเชื่อมโยงระหว่างเรื่องที่เป็นปัจจัยในการแข่งขัน จึงเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ

3. Operational Roadmaps เป็นแผนที่นำทางที่แปลงกลยุทธ์ของ Composite Roadmaps เป็นแผนการดำเนินงานของแต่ละหน่วยงานซึ่งสามารถนำไปปฏิบัติได้

ทั้งนี้การทำแผนที่นำทางนั้นอาศัยแผนที่นำทางทั้ง 3 ประเภทตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 5.1-9 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่นำทางในแต่ละประเภทเป็นแบบขั้นตอนที่เป็นวงจร โดยเป็นกระบวนการที่เริ่มจาก Assessment Roadmaps มีการตั้งเป้าหมายระยะยาว หลังจากได้ แผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning) จึงดำเนินการด้วย Composite Roadmaps ที่สามารถระบุช่องว่างว่าควรเปลี่ยนแปลงหรือควรดำเนินการอะไรให้ไปสู่เป้าหมาย โดยมีการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมตามสถานการณ์ ผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์ (Scenario Analysis) หลังจากนั้นจึงเลือก Composite Plan แล้วกำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน (Path) ที่ระบุว่าควรทำอย่างไรให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสำหรับแต่ละแผนกหรือฝ่ายในองค์กร เช่น ฝ่ายการตลาด ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ซึ่งจะวางแผนการทำโครงการ (Project Planning) หลังจากนั้นจึงมีการติดตามและประเมินผลอีกครั้ง โดยติดตามองค์ประกอบหลัก (ตลาด ผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยี) ว่ามีการเปลี่ยนแปลงใดใด เช่น เวลาหรือสมมุติฐาน หรือไม่ หากมีก็ควรปรับเปลี่ยนแผนงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป แล้วจึงเข้าสู่วงจรเดิมอีกครั้งเพื่อเป็นการปรับปรุงให้ดีขึ้น (Refinement)



รูปที่ 5.1-9 แผนที่นำทางประเภทต่าง ๆ ที่อยู่ในกระบวนการตัดสินใจขององค์กร



รูปที่ 5.1-10 องค์ประกอบที่นำไปสู่ความสำเร็จของแผนที่นำทาง[7]

การจะทำแผนที่นำทางให้ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นกับหลายองค์ประกอบได้แก่ การระบุผลลัพธ์ที่ต้องการให้ชัดเจน แล้วจึงกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการนั้น ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังรูปที่ 5.1-10

1. เป้าหมาย (Goals) ระบุให้ชัดเจนว่าต้องการบรรลุเป้าหมายใด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ อาจระบุเป็นตัวเลข เช่น การพัฒนาประสิทธิภาพด้านพลังงานในอาคารอย่างน้อย 25% ภายใน 10 ปี

[7] International Energy Agency. 2014. **Energy Technology Roadmaps: a guide to development and implementation.**

2. กำหนดการ (Milestones) ระบุเป้าหมายที่ควรบรรลุในช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น การพัฒนาประสิทธิภาพด้านพลังงานในอาคารอย่างน้อย 2% ต่อปี ในช่วง 5 ปีถัดไปยกเว้นมีภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ

3. ช่องว่างหรือข้อจำกัด (Gaps and Barriers) ระบุปัญหา อุปสรรคหรือข้อจำกัดที่เป็นไปได้ในด้านองค์ความรู้ เทคโนโลยี ตลาด กฎระเบียบข้อบังคับ การยอมรับของสังคม หรืออื่น ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายในเวลาที่กำหนด

4. การแก้ปัญหา (Action Items) การดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรืออุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ การดำเนินการแก้ปัญหาทั่วไปรวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีและการปรับใช้เทคโนโลยี การกำหนดมาตรฐานและกฎระเบียบ การร่างนโยบาย การสร้างกลไกด้านการเงินและการมีส่วนร่วมของสังคม เป็นต้น

5. ลำดับความสำคัญและตารางเวลา (Priorities and Timelines) มีรายการที่เรียงลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาที่จำเป็นต้องดำเนินการเร่งด่วนตามลำดับความสำคัญเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ตามเวลาที่กำหนด โดยคำนึงถึงความเชื่อมโยงระหว่างการแก้ปัญหา กับบทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้อง และความสัมพันธ์ต่อกัน

ข้อมูลข้างต้นแสดงรายละเอียดของวิธีวิทยาการวิจัยที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเขียนภาพอนาคต อย่างไรก็ดี คณะที่ปรึกษาได้สรุป ข้อเด่นและข้อจำกัดของวิธีวิทยากรวิจัยไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1-3 เปรียบเทียบวิธี Foresight[8] 5 วิธีนิยม

วิธี	คำอธิบาย	วิธีการใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
Scenarios Planning	● เป็นการสร้างสถานการณ์เป็นเตรียมพร้อมสำหรับความท้าทายในอนาคตที่อาจเกิดขึ้น ไม่ใช่การคาดการณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้น ช่วยให้เราระบุช่องว่างทางเลือกในอนาคต และทำให้เรามั่นใจในการดำเนินการภายใต้ความไม่แน่นอน ● วิธีนี้สร้างมุมมองที่น่าเชื่อถือในอนาคตที่ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถใช้เพื่อกำหนดการตอบสนองที่ดีที่สุดและวิธีตอบสนองต่อทางเลือกอื่นที่เกิดขึ้น	● สำรวจความไม่แน่นอน ● ทดสอบขีดจำกัด ● กำหนดทางเลือก ● ระบุความเสี่ยงและโอกาสที่น่าจะเกิดขึ้น ● ปรับปรุงสมมติฐานในอนาคต ● ได้รับข้อมูลและความรู้การวางแผนที่ดีขึ้น ● ระบุ ความท้าทายจากภายนอกสู่ภายใน ● เป็นวิธีการที่ได้รับวิสัยทัศน์ใหม่และ / หรือการพัฒนากลยุทธ์ปัจจุบันหรือกลยุทธ์ใหม่ ● การประเมินความอ่อนไหวและความเสี่ยง	● เข้าใจขอบเขตของตัวเลือกที่เป็นไปได้ ● ทำให้เราตัดสินใจได้ดีขึ้นในวันนี้ ● หลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่คาดฝันและไม่พึงประสงค์ ● ทำให้เห็นว่าโลกเป็นอย่างไร ● สร้างความเข้าใจร่วมกันของปัญหาจริง ● ทดสอบการตัดสินใจของเรากับสถานการณ์โลกที่หลากหลาย ● จัดการกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ซับซ้อนและไม่แน่นอน	● อาจถูกเข้าใจว่าเป็น อนาคตที่ทำโดยผู้ที่ไม่เชี่ยวชาญ ● อาจขาดความน่าเชื่อถือเนื่องจากถูกดึงเกินไปขึ้นกับตัวบุคคล ● หลังจากจัดทำสถานการณ์อาจพบเห็นว่าคาดการณ์ผิด ● ไม่สามารถตรวจสอบได้ ● อาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากการมองระยะสั้น ● ผู้คนอาจไม่สามารถระงับความไม่เชื่อได้ ● ใช้เวลานาน ● ซับซ้อน ● ค่าใช้จ่ายสูง

[8] https://www.shapingtomorrow.com/media-centre/pf-ch03.pdf

ตารางที่ 5.1-3 เปรียบเทียบวิธี Foresight[8] 5 วิธีนิยม

วิธี	คำอธิบาย	วิธีการใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
	● แต่ละสถานการณ์เป็นวิสัยทัศน์ในเชิงคุณรูปที่บอกเล่าเรื่องราวของลักษณะในอนาคต อธิบายสมมติฐานอย่างชัดเจนว่าจะเกิดอะไร อย่างไร ซึ่งมาจากการทำ Horizon Scanning แบบกว้างไปสู่การโฟกัสที่แคบลงจนเป็นการคาดการณ์อนาคตที่มีศักยภาพและการพิจารณาการตอบสนองตามสถานการณ์ที่สร้างไว้ โดยมีการสร้างสถานการณ์ที่ดีที่สุด / แย่ที่สุด และเสนอกลยุทธ์ที่ดีที่สุดที่จะใช้ในการวางแผนการดำเนินการที่สอดคล้องกับแต่ละสถานการณ์ต่อไป		● สอนผู้คนและทีมถึงวิธีคิดอย่างมีกลยุทธ์เกี่ยวกับอนาคตและรู้วิธีปฏิบัติ ● สร้างแรงบันดาลใจ การมีส่วนร่วมและการแบ่งปัน ● ระบุปัญหาสำหรับการทำ horizon scanning เพิ่มเติม	● อาจประสบปัญหาความก้าวหน้าของโครงการสำคัญหาก ไม่จัดการให้ดี
Expert panel	ใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่กำหนดไว้ล่วงหน้าและบุคคลที่มีชื่อเสียง (บางครั้งไม่ระบุ	● ข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ	● ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว	● ผู้เชี่ยวชาญอาจให้ความเห็นผิดพลาดและweak signals

ตารางที่ 5.1-3 เปรียบเทียบวิธี Foresight[8] 5 วิธีนิยม

วิธี	คำอธิบาย	วิธีการใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
	ชื่อ) เพื่อให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจ	● ผลลัพธ์เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ● นิยมใช้เมื่อต้องการความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	● ได้มุมมองที่กว้าง ได้มุมมองที่มีข้อสรุปหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ● เหมาะสำหรับสร้างหลักฐาน ● อาจได้แนวคิดเชิงนวัตกรรมที่อาจเกิดขึ้นหรือความเสี่ยงที่ไม่คาดคิด ● ปรับปรุงคุณภาพของรายงานขั้นสุดท้าย	ซึ่งกระทบต่อความรู้ในปัจจุบัน ● กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่แตกต่างกันหรือผู้เชี่ยวชาญที่มีจำนวนมากอาจให้คำแนะนำที่แตกต่างกัน ● ค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลานานและสิ้นเปลืองทรัพยากรมากกว่าวิธีอื่น ๆ
Environmental scanning	การสำรวจสภาพแวดล้อมภายนอกอย่างเป็นระบบเพื่อ (1) เข้าใจธรรมชาติและจังหวะของการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมนั้นได้ดีขึ้นและ (2) ระบุโอกาส ความท้าทาย และการพัฒนาในอนาคตที่เกี่ยวข้อง	● การตรวจสอบแนวโน้ม สถานการณ์และเหตุการณ์สำคัญ ทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการเมือง ● การระบุ: โอกาสและภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้นกับองค์กร	● เป็นการเตือนล่วงหน้าที่ดีกว่าและเร็วกว่า ● มีเวลาในการเตรียมการปรับปรุง ● เป็นแหล่งเก็บข้อมูลการวิจัย ● พัฒนานวัตกรรมและการจัดการความเสี่ยง	● เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างเข้มข้นและต้องใช้ความพยายามอย่างมาก ● ไม่ใช่วิธีที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ● ไม่มีกฎเกณฑ์ที่จะนำไปสู่การตีความข้อมูลที่ถูกต้อง

ตารางที่ 5.1-3 เปรียบเทียบวิธี Foresight[8] 5 วิธีนิยม

วิธี	คำอธิบาย	วิธีการใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
	เป็นการสำรวจทั้งแนวคิดแปลกใหม่และความท้าทายและแนวโน้มที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน	เนื่องจากเกิดแนวโน้ม สถานการณ์และเหตุการณ์เหล่านี้ ● ทำให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับจุดแข็งและข้อจำกัดขององค์กร		
Brainstorming	● เป็นวิธีที่พยายามดึงความคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่เกี่ยวข้องผ่านการสร้างความคิด ● เป็นวิธีที่ดีในการระบุโอกาสและความเสี่ยงที่สำคัญอย่างรวดเร็วในประเด็นและเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในอนาคตและทางเลือกของกลยุทธ์ระยะยาว	● ใช้สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทุกรูปแบบ ● ใช้เพื่อสร้างแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบ เหตุการณ์และความไม่แน่นอนที่รวบรวมได้ จากการทำ Horizon Scanning โดยได้แรงขับสำคัญ จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวโน้ม การสร้างสถานการณ์ในอนาคตและกำหนดแผนปฏิบัติการ เป็นต้น	● รวดเร็ว ● สร้างความร่วมมือระหว่างกัน ● ราคาถูก ● เป็นเทคนิคที่รู้จักกันทั่วไปและพิสูจน์แล้วว่าเป็นวิธีที่ดี ● อาจสร้างความคิดและทางออกของปัญหาที่ 'นอกกรอบ'	เป็นวิธีที่ไม่ดีพอถ้าไม่ได้ใช้ร่วมกับวิธีอื่น

ตารางที่ 5.1-3 เปรียบเทียบวิธี Foresight[8] 5 วิธีนิยม

วิธี	คำอธิบาย	วิธีการใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
Road-mapping	● เป็นเครื่องมือสำคัญในการวางแผนการทำงานร่วมกัน อาจใช้ในระดับองค์กรหรืออุตสาหกรรม เป็นเทคนิคเฉพาะสำหรับการวางแผนเทคโนโลยีซึ่งเหมาะกับกิจกรรมการวางแผนทั่วไป เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นโดยกระบวนการ ซึ่งระบุ ความต้องการผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนดของระบบที่สำคัญ เป้าหมายของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ เทคโนโลยี ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้	● ช่วยพัฒนาฉันทามติของสิ่งที่ต้องการและเทคโนโลยีที่จำเป็นเพื่อตอบสนองความต้องการเหล่านั้น ● มีกลไกเพื่อช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อบรรลุเป้าหมายในแต่ละด้าน ● สามารถจัดทำกรอบเพื่อช่วยในการวางแผนและประสานงานในการพัฒนาเทคโนโลยีทั้งภายในองค์กรหรืออุตสาหกรรม	● ให้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจลงทุนด้านเทคโนโลยีที่ดีขึ้น ● กำหนดทางเลือกเทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองความต้องการของผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ● ช่วยอธิบายทางเลือกในสถานการณ์ที่ซับซ้อน ● ระบุความต้องการผลิตภัณฑ์ที่สำคัญซึ่งจะช่วยขับเคลื่อนการเลือกเทคโนโลยีและการตัดสินใจในการพัฒนา ● สร้างแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อพัฒนาและปรับใช้ทางเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม ● สามารถพัฒนา Roadmap ที่ซับซ้อนที่ปรับปรุงได้แบบตลอดเวลา	● ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง ● อาจไม่ได้พิจารณาแรงขับอื่นที่อาจจะเกิดขึ้น ● ผู้เข้าร่วมบางคนควรรู้กระบวนการทำ road-mapping.

ตารางที่ 5.1-3 เปรียบเทียบวิธี Foresight[8] 5 วิธีนิยม

วิธี	คำอธิบาย	วิธีการใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
Delphi method	• เป็นเทคนิคการรวบรวมความคิดเห็น หรือ การตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยความคิดเห็นที่สอดคล้องต้องกันของผู้เชี่ยวชาญในการนำมาซึ่งข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ • ผู้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องพบปะด้วยตนเอง และสามารถเห็นผลลัพธ์ได้รอบถัดไป • Delphi รอบแรกเป็นการสร้างมุมมองเริ่มต้น และค้นหาตำแหน่งที่ตกลงกันในรอบสุดท้าย	• การสร้างทีม • การคัดเลือกผู้เข้าร่วม • การตั้งคำถาม • การทดสอบการตรวจสอบคำถาม • การโหวต / แสดงความคิดเห็นรอบแรก • การวิเคราะห์รอบแรก • การแก้ไขคำถาม • รอบที่สอง / การลงคะแนน / แสดงความคิดเห็น • การวิเคราะห์รอบที่สอง (จำเป็นต้องเพิ่มรอบอีกรอบ) • หาสรุป	• หลีกเลี่ยงการคิดเป็นกลุ่ม • การสร้างความคิดของผู้ตอบแบบสอบถาม • เหมาะกับการพยากรณ์ปัญหาในอนาคต • ได้ผลลัพธ์ฉันทามติที่รวดเร็ว	• ความเชี่ยวชาญของผู้เข้าร่วมอาจไม่สะท้อนถึงผลลัพธ์ที่ได้ • ไม่พิจารณาถึงผลกระทบอย่างแท้จริง • หัวหน้าทีมอาจมีอคติกับผลลัพธ์ • ความขัดแย้งอาจไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเหมาะสม

5.2 ขั้นตอนการจัดทำแผนภาพอนาคต

การเขียนภาพอนาคตของทั้งสองอุตสาหกรรมในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการโดยวิธีวิทยาการวิจัยแบบผสมได้แก่ การระดมสมอง (Brainstorming) การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Expert Interview) การสำรวจข้อมูลด้วยวิธีออนไลน์ (Survey) การสร้างภาพอนาคต (Scenario building) และการประชุมเพื่อเชี่ยวชาญ (Expert panel) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีวิธีการดำเนินการเบื้องต้นดังนี้

1) **การทบทวนวรรณกรรม** มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวโน้มของโลกในด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีที่เป็นแรงผลักและแรงดึงของทั้งสองอุตสาหกรรม นอกจากนี้เพื่อสืบค้นแนวทางการเขียนแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมของกลุ่มประเทศที่ก้าวหน้าในเอเชียและกลุ่มประเทศที่ก้าวหน้านอกเอเชีย สำหรับใช้เป็นแนวทางกำหนดภาพอนาคต ผลที่คาดว่าจะได้รับคือทราบแนวโน้มของโลกในระยะ 10 และ 20 ปีข้างหน้าเพื่อนำไปสู่การตั้งข้อคำถามสำหรับการระดมสมองเพื่อค้นหา Driver และความไม่แน่นอนในขั้นตอนถัดไป

2) **การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Expert Interview)** โดยการคัดเลือกผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมายเพื่อเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ข้อมูลและความคิดเห็น และทำการวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคตและผลกระทบเพื่อกำหนดแรงขับเคลื่อน (Driver) ที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย รวมทั้งระบุสิ่งที่ไม่แน่นอน (Uncertainty) หรือปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบสูงต่ออุตสาหกรรมเป้าหมายแต่ไม่ทราบแน่นอนว่าจะเกิดขึ้นอย่างไร

3) **การสำรวจข้อมูลด้วยวิธีออนไลน์ (Survey)** เป้าหมายเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายได้เข้าให้ข้อมูลและความคิดเห็น เกี่ยวกับแนวโน้มในอนาคตและผลกระทบเพื่อกำหนดแรงขับเคลื่อน (Driver) ที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย รวมทั้งระบุสิ่งที่ไม่แน่นอน (Uncertainty) หรือปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบสูงต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งวิธีนี้ทำควบคู่กับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

4) **Brainstorming** ดำเนินการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) เพื่อนำ Driver และ ความไม่แน่นอนที่มีผลกระทบสูงและได้รับการยืนยันว่าสำคัญที่สุดจากการสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้เสียในห่วงโซ่ของอุตสาหกรรม เพื่อวิเคราะห์และจัดลำดับปัจจัยผลักดันและความไม่แน่นอน และนำข้อมูลดังกล่าวเตรียมความพร้อมสำหรับการร่างแผนภาพอนาคต (Drafted scenario) พร้อมทั้งรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนได้เสียต่อไป

5) **การร่างภาพอนาคต (Scenario building)** นำ Driver และ Uncentainty จากการประชุมกลุ่มย่อยมาร่างแผนภาพอนาคต (Drafted scenario) สำหรับสรุปเป็นแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ได้จากการศึกษา ผลจากการดำเนินการขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การร่างนโยบายที่เกี่ยวข้องเพื่อผลักดันให้

อุตสาหกรรมขับเคลื่อนไปสู่ภาพอนาคตที่มุ่งหวัง สำหรับการระบุรายละเอียดของยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และ road mapping ของนโยบายที่เกี่ยวข้องจะดำเนินการโดยอาศัยหลักการมีส่วนร่วมจากผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนถัดไป

6) **Strategic Roadmap** จากแผนภาพอนาคตและช่องว่างของนโยบายหรือกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวข้องซึ่งระบุได้จากการวิเคราะห์ก่อนหน้า นำมาทดลองร่าง Strategic roadmap ในแต่ละแผนภาพอนาคต

7) Brainstorming ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้เสีย เพื่อนำเสนอร่าง Strategic roadmap จัดลำดับและระบุ Action ที่วิกฤตสำคัญ ทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับบรรลุ Action ที่วิกฤต และร่วมกำหนดข้อเสนอเชิงกลยุทธ์ นโยบาย ที่สร้างความสมดุลตลอดอุตสาหกรรมเป้าหมายและเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ตารางที่ 5.2-1 ขั้นตอนการเขียนแผนภาพอนาคต

ขั้นตอน	จำนวน ผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงเวลา (เดือน)	รายละเอียด	ผลลัพธ์
Literature Review	Team	เมษ.-พค.	Global Trend, Mega Trend in STEEP	Trends
Expert Interview (Expert 1)	15คน /2อุตฯ	มิย.-กค.	Select key drivers among trends (voting)	Draft Key Drivers
Online Survey	15คน/2อุตฯ			Refined Key Drivers, Uncertainties, Challenges
Brainstorming Workshop (Expert 2)	15คน /อุตฯ	ปลายเดือน กค.	Discuss and vote for consensus of scenarios	Draft Scenarios
Scenario Analysis	Team	สค.	Scenario writing based on uncertainties	Refined Scenarios
Strategic Roadmap	Team	กย.	Write the policy for all scenarios	Strategies and Policy
Brainstorming Workshop (Expert 1,2)	15คน/อุตฯ	ปลาย กย.	Discuss the strategies and policy for all scenarios	Refined Strategies and Policy
อบรมเจ้าหน้าที่ สศอ.	20 คน	กย - ตค.		
สัมมนาปิดโครงการ	50คน /อุตฯ	ปลาย ตค.		

บทที่ 6
การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

6.1 แผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักสำคัญ โดยเลือกใช้เทคนิคการจัดทำแผนภาพอนาคตตาม foresight diamond ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การค้นคว้าหาข้อมูล (literature review) และการใช้เทคนิค Delphi เพื่อจัดทำแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (expert interview) การทำกลุ่มสัมมนาย่อยเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้แลกเปลี่ยนความเห็นและสรุปความเห็นร่วม (brainstorm workshop) และการร่างแผนภาพอนาคตออกเป็นฉากทัศน์ต่าง ๆ (scenario writing) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: การรวบรวมข้อมูล สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและทำ online survey

แนวโน้มและความไม่แน่นอนทั้งหมดในแบบสอบถามได้ถูกรวบรวมจากแนวโน้มของเครื่องมือแพทย์ในมิติต่าง ๆ ระดับโลก และสกัดให้อยู่ในบริบทของ STEEP โดยที่ปรึกษาดังแสดงไว้ใน ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 ซึ่งแบบสอบถามได้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ครอบคลุมทั้งผลกระทบและโอกาสของแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น รวมถึงผลกระทบและระดับของความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นเช่นกันต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยในการให้คะแนนนั้นจะใช้วิธีให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนน ตามความสำคัญของแนวโน้มหรือความไม่แน่นอนเท่าใดก็ได้ โดยใช้เกณฑ์คะแนนรวมทั้งหมดต้องไม่เกิน 10 คะแนน เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลกระจายมากเกินไปจนไม่อาจสังเคราะห์แนวโน้มหรือความไม่แน่นอนได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ได้แบ่งช่วงระยะเวลาในอนาคตเป็น 5 และ 10 ปี ซึ่งเป็นตัวแทนช่วงระยะเวลากลางและระยะยาวตามลำดับ เพื่อสะท้อนถึงความสำคัญของระยะเวลาที่อาจส่งผลต่อการคาดการณ์

ที่ปรึกษาได้เข้าสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 9 ท่าน ที่เป็นตัวแทนจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยครอบคลุมทั้งบุคลากรทางการแพทย์ นักวิชาการ ผู้ประกอบการด้านการแพทย์ และผู้วางแผนหรือนโยบายภาครัฐ ทั้งนี้รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ได้เข้าสัมภาษณ์แสดงไว้ในภาคผนวก ก

ขั้นตอนที่ 2: วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และ online survey สำหรับการทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1

ข้อมูลเชิงลึกที่สังเคราะห์ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน ได้ถูกรวบรวมไว้ในบริบทของ STEEP ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 6.1-1 และประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้ให้ความเห็นตรงกัน ได้สรุปไว้ดังนี้

ด้านสังคม (social)

1. ประเทศไทยเป็นประเทศในกลุ่มอาเซียน ที่กำลังได้รับผลกระทบจากการเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ ดังนั้นเทคโนโลยีในกลุ่ม assistive technology, telehealth/telemedicine, IoT และ sensors จะเข้ามามีบทบาทและความสำคัญอย่างมากต่อการดูแลคนสูงอายุ นอกจากนี้วัสดุทางการแพทย์ เช่น กระดูก และสะโพกเทียม จะมีการใช้งานเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับโรคกระดูกหัก และกระดูกพรุน ซึ่งเป็นโรคหลักที่พบในกลุ่มผู้สูงอายุ หากประเทศไทยจะถือวิกฤตินี้ให้เป็นโอกาส สามารถเล็งเห็นได้ว่าประเทศไทยเองกำลังจะเป็นตลาดขนาดใหญ่ของวัสดุทางการแพทย์สำหรับผู้สูงอายุ อันเป็นแรงขับเคลื่อนในการพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์สำหรับผู้สูงอายุสู่เชิงพาณิชย์ หากทำให้ได้มาตรฐานจะสามารถส่งออกไปยังต่างประเทศที่ประสบปัญหาผู้สูงอายุเช่นกัน รวมไปถึงในอนาคตประเทศที่ก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุ ก็จะเป็นตลาดสำคัญต่อการขยายธุรกิจการแพทย์สำหรับสังคมผู้สูงอายุต่อไป

2. โรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ได้สร้างผลกระทบกับสังคมในปัจจุบันอย่างชัดเจน เกิดเป็นวิถีใหม่ (new normal) อย่างไรก็ตามการเตรียมพร้อมต่อการรับมือกับโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่มีความสำคัญมาก แต่ก็ต้องยังให้ความสำคัญกับการรับมือกับโรคอุบัติเดิม เช่น ไข้เลือดออก โรคเท้าช้าง ที่ยังมีผลกระทบสูงทุกๆปี งบประมาณการเตรียมพร้อมดูแลก็ควรจะทั่วถึง ไปพร้อมๆกับการรับมือโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่

3. พฤติกรรมของผู้บริโภคและคนรุ่นใหม่ในสังคม digital transformation ที่จะส่งผลให้รูปแบบทางสังคม (social pattern) เป็นไปในลักษณะเกิดสังคมกลุ่มย่อยที่มีวิถีชีวิตที่แตกต่างกันมากขึ้น เช่น สังคมเมืองและชนบท ก็จะยิ่งแตกต่างกัน สังคมวัยรุ่นก็จะมีกลุ่มย่อยแยกแตกต่างกันไปหลากหลายตามความสนใจที่แต่ละคนสามารถเข้าถึงได้ผ่านทางสังคมออนไลน์ ซึ่งพฤติกรรมที่แตกต่าง ก็จะส่งผลต่อความต้องการและการเข้าถึงช่องทางการแพทย์ที่แตกต่างกันไป รวมไปถึงสภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันไป เช่น ภาคเหนือประสบปัญหาหนักด้านฝุ่น ดังนั้นโรคเรื้อรังที่เกิดจากปัญหาฝุ่นอาจจะวิกฤติกว่าภาคกลาง ซึ่งในอนาคตนโยบายการเบิกจ่ายจากกองทุนประกันต่าง ๆ อาจจะไม่สามารถเป็นในรูปแบบเดียวกันหรือลักษณะเดียวได้ จำเป็นต้องมีลักษณะเฉพาะเจาะจงไปตามแต่ละสังคม โดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลและการวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดการเตรียมพร้อมรับมือและประโยชน์สูงสุด โดยการใช้ data analytics/AI/ML สามารถทำให้คาดการณ์ได้ว่าจะเกิดแนวโน้มของโรคระบาดหรือเรื้อรังใดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา นำไปสู่การเตรียมพร้อมเชิงนโยบาย วัสดุ และอุปกรณ์ให้สะท้อนความต้องการของแต่ละชุมชนอย่างแท้จริง

ด้านเทคโนโลยี (technology)

1. เทคโนโลยีด้าน IoT, sensors, telehealth และ 5G สำหรับการตรวจวัด เก็บข้อมูล เพื่อการเฝ้าระวังคาดการณ์ และเตรียมการสำหรับป้องกัน ก่อนที่จะเกิดปัญหาขึ้นจริง

2. เทคโนโลยีด้าน personalized medicine และ precision medicine จะมีความสำคัญสำหรับการเก็บข้อมูลผ่านภาพถ่ายวินิจฉัย หรือ biosensor เพื่อการวิเคราะห์ประมวลหาการรักษาที่เฉพาะเจาะจงกับแต่ละบุคคล

3. เทคโนโลยี AI, ML, data analytics, จะมีความสำคัญในทุกส่วนของการวินิจฉัย การพัฒนาของลอจิกและอัลกอริทึ่มของ AI/ML อย่างต่อเนื่อง จะทำให้การวินิจฉัยและคาดการณ์แม่นยำยิ่งขึ้น รวมไปถึงการค้นพบโมเลกุลและยาใหม่ๆได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการเรียนรู้ต่างๆเหล่านี้ ก็จะมีความเฉพาะเจาะจงไปในแต่ละสถานที่ในลักษณะ Global + Local เป็น Glocalization ที่เทคโนโลยี AI/ML สามารถมีความเป็นเฉพาะเจาะจงไปตามแต่ละประเทศ ท้องถิ่น ชุมชน

4. เทคโนโลยีด้าน automation, robotic, AI จะมีความสำคัญในการช่วยทดแทนแรงงานที่ขาดแคลน รวมไปถึงหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ลดการติดต่อระหว่างผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์

5. ความสามารถของรัฐและโรงพยาบาล ในการจัดการเก็บข้อมูลสาธารณะ รวมไปถึงการรักษาความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ไม่ให้รั่วไหลและถูกใช้ประโยชน์ตามความยินยอมของผู้ให้ข้อมูลอย่างแท้จริง

6. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ที่จะมีการพัฒนาอวัยวะทดแทนหรืออวัยวะเทียม เช่น กล้ามเนื้อเทียม สมองเทียม ที่จะมีความสำคัญที่นำไปสู่เทคโนโลยีแบบ hybrid human และ human augmentation เพื่อนำไปสู่การเสริมศักยภาพของมนุษย์ให้มีสุขภาพแข็งแรงขึ้นได้

7. การส่งข้อมูลทาง wireless จะสำคัญมาก จะมีการสร้าง medical-graded bluetooth เพื่อเพิ่ม security และ near lossless ที่เป็นมาตรฐานยุโรป ซึ่งอาจกลายเป็นกำแพงกั้นทางเครื่องมือ และ software ได้ ดังนั้นต้องสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมการออกแบบด้าน IC เพราะชิปเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อ wireless อย่างมาก อันนำไปสู่การสนับสนุนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ทันสมัยในอนาคตต่อไป

8. Direct-to-consumer healthcare จะมีความเฉพาะเจาะจงที่เน้นประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และรวดเร็ว

ด้านเศรษฐกิจ (economy)

1. การเห็นภาพของ global value chain ของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อวางยุทธศาสตร์ให้ผู้ประกอบการในประเทศหาจุดแข็งของตน และอยู่ในตำแหน่งของ global value chain ที่เหมาะสมได้ รวมไปถึงการสร้างมูลค่าให้กับเศรษฐกิจของประเทศด้วยการสร้าง brand ให้กับเครื่องมือแพทย์ไทย โดยจำเป็นต้องเข้าใจใน global value chain เพื่อที่จะสามารถเป็นผู้ออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์และ brand ได้ ทั้งนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ผลิตเองทั้งหมด แต่ต้องใช้ประโยชน์จาก global value chain ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อก่อให้เกิดธุรกิจที่มี margin สูงและขนาดตลาดที่ใหญ่

2. การเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่แตกต่างกัน เพราะเครื่องมือแพทย์มีความหลากหลายมาก และต้องบูรณาการความรู้อย่างกว้างขวาง การเพิ่มผู้ประกอบการจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่

ผลิตเองมากขึ้น เกิดโครงสร้างพื้นฐานการผลิตที่มากขึ้นตามมาเช่นกัน ส่งผลต่อการเพิ่มกลไกการสร้างมาตรฐานระดับสากลให้กับอุตสาหกรรม และนำไปสู่การมองอนาคตอุตสาหกรรมในประเทศที่เกื้อกูลกันได้ จนนำไปสู่ eco system ที่ยั่งยืนสำหรับอุตสาหกรรมการแพทย์

3. การสร้างความเข้มแข็งให้กับธุรกิจเครื่องมือแพทย์ ควรเริ่มต้นจากผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการในตลาดอยู่แล้ว และลดต้นทุนเพื่อสร้างรายได้ให้บริษัทมีการเติบโต จึงนำรายได้มาทำการวิจัยพัฒนานวัตกรรมใหม่ ซึ่งการสร้างสรรค์นวัตกรรมเครื่องมือแพทย์นั้น ต้องอาศัยการสร้างตลาดขึ้นมาใหม่ สร้างความเชื่อมั่นกับผู้ใช้ขึ้นมาใหม่ สร้างมาตรฐานขึ้นมาให้เป็นที่ยอมรับ จึงมีความท้าทายและใช้ระยะเวลานาน ดังนั้นการเริ่มต้นธุรกิจหากไปจับที่นวัตกรรมเลยจะต้องใช้ต้นทุนสูงและคืนทุนช้ามาก หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐหรือนักลงทุนแบบ angel investors คงไม่สามารถจะเป็นธุรกิจที่ยืนด้วยตัวเองได้ จึงควรมีความสามารถในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีในตลาดแล้วด้วยเพื่อสร้างรายได้ให้กับบริษัท

4. การร่วมมือของโรงพยาบาล ด้าน clinical trial รวมกับแนวคิดจากมหาวิทยาลัยในส่วนของการวิจัย และ บริษัทเอกชน ด้านการผลิต พัฒนาผลิตภัณฑ์ และสร้างตลาด ถือเป็นสิ่งสำคัญ จำเป็นจะต้องมี partnership/alliance ระหว่างภาควิจัย โรงพยาบาล และเอกชน ครบทุกฝ่าย เพื่อให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ได้อย่างแท้จริง

5. การสร้างตลาดขนาดใหญ่ เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ซึ่งการพึ่งพาตลาดในประเทศเพียงอย่างเดียวจะไม่เพียงพอ ต้องขยายตลาดไปในระดับอาเซียนเป็นอย่างน้อย

6. การพัฒนากำลังคนที่มีทักษะและความเชี่ยวชาญด้านเครื่องมือแพทย์ ให้มีแรงงานที่มีทักษะสูงเป็นจำนวนที่เพียงพอต่อการขยายตัวและเติบโตของอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน

7. เทคโนโลยี personalized medicine/nutrition matching จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมสุขภาพและอาหาร ที่มีความเฉพาะเจาะจงตัวบุคคลมากขึ้น และขยายฐานตลาดในกลุ่ม e-commerce เพิ่มยิ่งขึ้น

8. การสนับสนุน อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร ผลักดันให้ไทยเป็น medical hub สนับสนุนนักลงทุนภายใต้พื้นที่ EEC

ด้านสิ่งแวดล้อม (environment)

1. ปัญหาด้านฝุ่น PM2.5 จำเป็นต้องใช้ข้อมูลในระดับท้องถิ่นหรือชุมชนเป็นพื้นฐานซึ่งเป็นจุดได้เปรียบในการคาดการณ์ฝุ่นและโรคในแต่ละฤดูกาล เพื่อเตรียมพร้อมแบบ local personalization นอกจากนี้การมี sensor ตรวจสารแก๊สต่าง ๆ จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเฝ้าระวังที่สำคัญเพิ่มเติม

2. การเพิ่มขึ้นของขยะจากเครื่องมือแพทย์แบบใช้แล้วทิ้ง ควรนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือแพทย์แบบใช้ซ้ำได้

ด้านการเมือง (politics)

1. ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการสร้างมาตรการและขั้นตอนสำหรับการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ ที่มีความชัดเจนและรวดเร็ว รวมไปถึงการมีโครงสร้างการรับรองมาตรฐานที่ครบวงจร โดยเริ่มตั้งแต่การให้คำแนะนำปรึกษาผู้ประกอบการ และการมีวิธีสร้างมาตรฐานภายในประเทศให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

2. การมีหน่วยงานกลางเพื่อทำหน้าที่เป็น leadership ในการขับเคลื่อนและผสานความร่วมมือกับ stakeholders ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ทั้งภาครัฐ เอกชน วิจัย เพื่อขับเคลื่อนนโยบายแบบองค์รวมให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

3. พื้นฐานตั้งต้นที่สำคัญมากต่อการผลักดันให้อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์สามารถอยู่ได้อย่างยั่งยืน คือ การเบิกจ่ายค่าเครื่องมือแพทย์ได้ ด้วยงบประมาณของกองทุนสำคัญต่าง ๆ ในประเทศ รวมไปถึงระบบประกันสุขภาพต่าง ๆ โดยแนวทางการเบิกจ่ายควรมีความทันสมัย และได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ให้สอดคล้องกับศักยภาพของผู้ประกอบการและนักวิจัยในประเทศ โดยประยุกต์ใช้ประโยชน์ของฐานข้อมูลวิจัยและนวัตกรรมในประเทศ เช่น บัญชีนวัตกรรม เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชากรในประเทศ การเบิกจ่ายที่เอื้อศักยภาพผู้ประกอบการในประเทศนั้น จะต้องเน้นในเรื่องของมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ และสามารถลดต้นทุนให้เข้าสู่การแข่งขันตามกลไกตลาดได้หลังการรับรองมาตรฐานแล้ว อันนำไปสู่ความสามารถในการเบิกจ่ายด้วยราคาที่ถูกลงกว่าการนำเข้าในที่สุด และสามารถนำเงินส่วนที่เหลือเพิ่มนั้นไปสนับสนุนการเบิกจ่ายอุปกรณ์หรือเครื่องมือแพทย์อื่น ๆ ที่จำเป็นต่อได้ เพื่อเป็นการใช้งบประมาณให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

4. ภาครัฐและเอกชนควรร่วมทุนสนับสนุนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ด้วยกัน เพื่อให้ได้ทุนวิจัยที่มีขนาดใหญ่และมีจุดมุ่งหมายอย่างชัดเจนต่อการพัฒนาที่ผูกมัดในช่วงระยะเวลายาว เช่น 5 - 10 ปี ซึ่งแตกต่างจากทุนที่ได้มาในแต่ละปีที่มีงบประมาณที่จำกัด และจำเป็นต้องให้ได้ผลลัพธ์ในช่วงระยะเวลาที่สั้น ทั้งนี้ภาครัฐและเอกชนต้องเข้าใจว่างานวิจัยทางการแพทย์ เป็นงานวิจัยแบบระยะยาว ที่การลงทุนจะตกท้องช้างเป็นระยะเวลานาน จึงอาจไม่เหมาะสำหรับภาคเอกชนที่จะลงทุนในช่วงแรก เพราะผลตอบแทนอาจไม่สามารถคืนทุนได้ภายใน 1-2 ปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเป็นภาครัฐให้การสนับสนุนงานวิจัย พัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ ที่มีความสำคัญกับประชาชนในประเทศอย่างแท้จริง เช่น เครื่องมือแพทย์สำหรับผู้สูงอายุ เครื่องมือแพทย์สำหรับการรักษาโรคหัวใจ เป็นต้น เพื่อให้ผลักดันให้ระดับของเทคโนโลยี (technology readiness level, scale 1-9) ไปได้ถึงระดับ 4-5 ก่อนที่เอกชนสามารถนำไปต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ได้

5. นโยบายด้านการใช้สิทธิบัตรที่เกิดขึ้นจากทุนวิจัยของภาครัฐ ที่ควรเอื้อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม มีแนวทางชัดเจนในการแบ่งสัดส่วนผลประโยชน์ระหว่างหน่วยงานภาครัฐและผู้ประดิษฐ์เอง เพื่อให้ภาคเอกชนสามารถวางแผนธุรกิจได้รวดเร็วในการนำงานวิจัยจากภาครัฐไปต่อยอดเชิงธุรกิจ

6. บทบาท BOI เอง นอกจากส่งเสริมการลงทุนโรงงานภายในประเทศแล้ว อาจจะเพิ่มการสนับสนุนให้ทุนต่างชาติมาลงทุนกับผลงานวิจัยในประเทศในรูปแบบของ in-licensing เพื่อขยายผลต่อยอดมูลค่าของผลงานวิจัย และช่วยดึงการลงทุนจากต่างประเทศเข้ามามากขึ้น

7. การขับเคลื่อนเชิงรุกของรัฐบาลในการสร้างพันธมิตรหรือการตกลงความร่วมมือทางการค้ากับประเทศเป้าหมายที่มีศักยภาพเป็นตลาดส่งออกสำคัญด้านเครื่องมือแพทย์ เพื่อขยายตลาดเครื่องมือแพทย์ให้เติบโตอย่างต่อเนื่อง เช่น การขยายขนาดตลาดประเทศ โดยจับมือร่วมกับกลุ่มประเทศในแถบแอฟริกา ที่ต้องการเทคโนโลยีที่ไม่ล้ำมากแต่ต้นทุนที่ไม่สูง ที่ผู้ประกอบการในประเทศสามารถผลิตขายได้ เพื่อให้มีปริมาณการใช้สูงนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพให้ได้มาตรฐานสากลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ตารางที่ 6.1-1 ข้อมูลเชิงลึกที่สังเคราะห์ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในบริบทของ STEEP

ผู้เชี่ยวชาญ	Social (S)
1	-
2	- ในกลุ่มประเทศอาเซียน ประเทศไทยจะได้รับผลกระทบหนักจากการเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ ซึ่งอาจทำให้การลงทุนจากต่างประเทศลดลง อันเป็นผลมาจากขาดแคลนแรงงานในภาคการผลิต แต่ในทางกลับกันหากมองในด้านบวก ประเทศไทยจะเป็นตลาดผู้สูงอายุขนาดใหญ่ได้เช่นกัน ที่เอื้อให้เกิดนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สำหรับผู้สูงอายุมากขึ้น
3	- ผลกระทบ digital transformation ที่อาจมีต่อ social pattern และส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดี (wellness) หรือพฤติกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละ ช่วงอายุคน (generation) อาทิเช่น เด็กอาจมีปัญหาด้านสายตา หรือคนรุ่นใหม่เข้าถึงข้อมูลการออกกำลังกายและสุขภาพ ทำให้มีการดูแลตัวเองมากขึ้น - ความแตกต่างของวิถีชีวิตคนกรุงเทพ ฯ และคนชนบท จะส่งผลต่อความต้องการด้านเครื่องมือแพทย์ที่แตกต่างกันไป - ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีที่ดีขึ้น ค่าใช้จ่ายในเชิง socio-economic เพื่อช่วยบรรเทาความเจ็บป่วยจากการเป็นโรคก็สูงขึ้นเช่นกัน
4	- เครื่องมือแพทย์ประเภท assistive technology จะมีความสำคัญมากในสังคมผู้สูงอายุ - การเกิดโรคอุบัติใหม่ และการขาดแคลนเครื่องมือแพทย์ จะทำให้การพึ่งพาตนเองในประเทศเป็นสิ่งสำคัญ โดยเป็นการผลักดันให้เครื่องมือแพทย์ที่ผลิตใช้ได้เองมีมาตรฐานตามที่กำหนด - รูปแบบการใช้ชีวิตที่เปลี่ยนแปลงแบบ new normal จะทำให้ประชาชนดูแลตนเองมากขึ้น ส่งผลให้การเข้าถึงอุปกรณ์ฉลาดใหม่ ๆ เพื่อการเฝ้าระวังสุขภาพของตนเองมีมากขึ้น
5	- เครื่องมือแพทย์ที่ได้มาตรฐานและราคาอยู่ในการควบคุมให้เบิกจ่ายได้ สามารถช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางสังคม เช่น เครื่องมือแพทย์สำหรับคนพิการที่ราคาถูก หากเครื่องมือแพทย์สามารถ ทำให้ดี ถูก และเบิกจ่ายได้ ก็จะช่วยสังคมให้ดีขึ้น เช่น คนพิการจะมีความเป็นอยู่ที่สะดวกสบายมากขึ้น
6	-
7	- สังคมผู้สูงอายุเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ให้รองรับโรคของผู้สูงอายุ - ทางด้านการศึกษาและบุคลากร ประเทศไทยยังขาดบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และด้านเครื่องมือแพทย์ จะทำให้การลงทุนสร้างธุรกิจ ประสบปัญหาการขาดแคลนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องมือแพทย์ได้
8	- โรคที่เกิดขึ้นมากในสังคมสูงอายุ คือ โรคกระดูกหัก และโรคกระดูกพรุน หากผู้สูงอายุเกิดการล้มอย่างหนัก จะส่งผลให้กระดูกหัก ปัญหาคือโครงสร้างสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้สูงอายุไม่เอื้อ บ้านเพื่อผู้สูงอายุ เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างที่สามารถช่วยรองรับปัญหานี้ได้ - การเปลี่ยนแปลงของสังคมในอนาคต เช่น เด็กสมัยใหม่มีรูปแบบติดต่อสื่อสารแบบ new social ที่อาจจะไม่ใช่แค่ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนทางโรงเรียนอย่างเดียว แต่จะมีกิจกรรมอื่น ๆ ที่เจอเพื่อนกว้างขวางขึ้น ดังนั้นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงสังคมเล็ก ๆ เหล่านี้จะมีสำคัญมากเช่นกัน - การติดต่อของโรคอาจจะเปลี่ยนไปตามรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กที่อาจไม่จำกัดอยู่เฉพาะบ้านและโรงเรียน แต่จะมีช่องทางอื่น ๆ ที่เด็กได้รับจากการทำกิจกรรม นอกจากนี้การเลือกกิจกรรม เลือกหมู่สังคม ก็ส่งผลต่อนิสัยพฤติกรรมของเด็กที่แตกต่างกันไป
9	- สังคมผู้สูงอายุมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างชัดเจน ตั้งแต่ก่อนการเกิดเหตุการณ์โควิด-19 เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในทวีปเอเชียด้วยกันเอง ประเทศญี่ปุ่นได้เล็งเห็นภาพอนาคตของสังคมผู้สูงอายุแบบ aging 5.0 แล้ว และเตรียมการเฝ้าดูบริบทของคนสูงวัยที่กำลังจะเข้าไปสู่จุดนั้น และที่แตกต่างกัน คือ ประเทศญี่ปุ่นมีผู้สูงอายุที่มีฐานะแล้ว ในขณะที่ประเทศไทยเองมีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น แต่ไม่ได้มีฐานะที่สูงขึ้นตาม ยังคงมีรายได้ต่อประชาชาติน้อย ดังนั้นเทคโนโลยีอะไรก็ตามที่จะใช้กับประชากรสังคมผู้สูงอายุของไทย ควรจะสามารถนำมาใช้ได้กับผู้สูงอายุทุกฐานะ เพื่อให้เกิดการเข้าถึงได้และใช้งานได้ และเทคโนโลยีเองควรรองรับการเชื่อมโยงไปกับเทคโนโลยีด้าน telemedicine โดยรวมแล้วโอกาสด้านผู้สูงอายุ คือ จะมีผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เกิดขึ้น

	- โรคระบาดใหม่ที่อาจอุบัติขึ้นหลังจากโควิด-19 อาจจำเป็นต้องหาเทคโนโลยีที่รองรับไว้ เช่น การออกแบบธุรกิจ healthcare service ที่สอดคล้องกับการรับมือกับโรคระบาด โดยการใช้ประโยชน์ของ mobile technology ให้มากขึ้น - โรคอุบัติเดิม เช่น โรคเท้าช้าง ไข้เลือดออก ที่ยังมีคนป่วยอยู่จำนวนมาก เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น กระทรวงสาธารณสุขควรจะต้องดูแลงบประมาณของ สธ. และ สปสช. ที่กำหนดขอบเขตของการเบิกจ่าย - โดยส่วนใหญ่แล้วสิ่งที่สามารถเบิกได้ ยังคงเป็นรูปแบบของวัสดุหรืออุปกรณ์สำหรับใช้ทดแทนมากกว่า

ผู้เชี่ยวชาญ	Technology (*T*)
1	-
2	- ผู้ประกอบการต้องมีความเชี่ยวชาญหรือเห็นภาพความเชื่อมโยงของวงจรอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้อย่างครบถ้วนทั้ง 3 มิติ คือ วิจัยและพัฒนา การผลิต และการตลาด - การใช้ระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ (automation/AI) จะเข้ามาแทนที่แรงงานจากคน ดังนั้นการเป็นประเทศผู้ผลิตจากแรงงานคนอาจจะไม่ได้อยู่ในบริบทของการผลิตในอนาคต - เทคโนโลยี 5G ดิจิตอล และ telehealth จะเข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการแพทย์อย่างแน่นอน โดยบางส่วนเริ่มมีการใช้งานในช่วง new normal เรียบร้อยแล้ว - เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัยเป็นเรื่องที่ต้องผลักดันต่อเนื่อง แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงจะไม่รวดเร็ว ต้องใช้เวลา แต่เมื่อแล้วจะสามารถใช้ประโยชน์ได้นาน
3	- อุปกรณ์บางชนิดสามารถนำมาใช้งานมอนิเตอร์สุขภาพได้ แต่ยังไม่จัดให้เป็นเครื่องมือแพทย์โดยตรงเนื่องจากแพทย์ยังไม่สามารถนำมาใช้วินิจฉัยโรคได้ เช่น นาฬิกาวัดสัญญาณคลื่นหัวใจ และ ไม้แคะหู Xiaomi - การจัดการฐานข้อมูล big data ด้านสาธารณสุขมีความสำคัญ ต้องบริหารจัดการให้สามารถเข้าถึง ใช้งานได้อย่างปลอดภัย และมีความเชื่อมโยงได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการใช้งาน - เริ่มมีการใช้ประโยชน์จาก AI แล้ว และ AI จะมีบทบาทสำคัญต่อไป - การดูแลสุขภาพแบบส่งตรงถึงผู้บริโภค (direct-to-consumer healthcare) จะมีเพิ่มมากขึ้น โดยเน้นไปที่ประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และความเร็ว
4	- ระบบ IoT จะถูกนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลจากการเฝ้าระวังสุขภาพ - จะมีการใช้ AI เพื่อช่วยวินิจฉัยและป้องกันรักษาที่แม่นยำและรวดเร็ว - การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เช่น AI ทำให้ประเทศต้องปรับตัวให้ทันต่อการแข่งขันและพัฒนา
5	- แนวโน้มของการรักษาแบบจำเพาะบุคคล (personalized medicine และ precision medicine) จะเข้ามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการแพทย์อย่างแน่นอน นอกจากนี้การเก็บข้อมูลผ่านการถ่ายภาพด้วยเทคนิคขั้นสูง (imaging) รวมถึงการเก็บข้อมูลจาก biosensor และ personalized nerve hormone จะเริ่มมีการใช้งานที่ชัดเจนขึ้น - อุปกรณ์เซนเซอร์ด้านเคมีและอิเล็กทรอนิกส์จะมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนการรักษาแบบ personalized medicine เช่น DNA matching และ nutrition matching เป็นต้น - การรักษาแบบจำเพาะบุคคลจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการรักษาให้ส่งตรงถึงผู้ป่วยที่บ้านได้ แทนการรักษาแบบเดิมที่ผู้ป่วยต้องเดินทางไปโรงพยาบาล โดยอาศัย AI เข้ามาช่วยวินิจฉัยโรคในเบื้องต้นผ่านระบบ online ทางไกล และหลังจากนั้นแพทย์สามารถประเมินอาการต่อจากผล AI ได้เลย ซึ่งบริษัทอย่าง GE และ Alibaba ได้เริ่มธุรกิจในลักษณะนี้แล้วในรูปแบบของ health service center โดยกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำจะเป็น อาทิเช่น การตรวจเฝ้าระวัง (monitor) อาการของคนที่เป็นโรคหัวใจหรือความดัน การเฝ้าระวังในลักษณะนี้ถือว่าเป็นการก้าวข้ามการใช้บริการรูปแบบเดิมในโรงพยาบาลไปได้ - การเชื่อมโยงของ AI ไปสู่ cloud และ quantum computing - การส่งข้อมูลทาง wireless จะมีความสำคัญมาก ต้องอาศัยการสร้าง medical-graded bluetooth เพื่อเพิ่ม security และ near lossless ที่เป็นมาตรฐานยุโรป ซึ่งในขณะเดียวกันอาจกลายเป็นกำแพงที่กีดกั้นด้านเทคนิคในส่วนของเครื่องมือและ

	software ดังนั้นจำเป็นต้องสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมด้าน IC design เพราะชิปเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อ wireless อย่างมาก - ความสำคัญของการพัฒนาอวัยวะเทียม เช่น กล้ามเนื้อเทียม สมองเทียม ซึ่งนำไปสู่ hybrid human ได้ ขณะนี้หลายประเท ยังอยู่ในช่วงของการวิจัยและพัฒนา
6	-
7	- เทคโนโลยี 5G จะเข้ามามีส่วนสำคัญในการผลักดันเครื่องมือแพทย์อย่างแน่นอน - เทคโนโลยี telehealth medical application หรือ chatbot จะเข้ามาเป็นรูปแบบการปรึกษาและรักษาแบบทางไกล โดยแพทย์สามารถวินิจฉัยอาการผู้ป่วยในเบื้องต้นได้ - หุ่นยนต์ทางการแพทย์จะมีส่วนช่วยในการลดการติดต่อระหว่างผู้ป่วยกับบุคลากรในโรงพยาบาล - เทคโนโลยีการรักษาแบบใช้เซลล์หรือยีนในการบำบัดโรคในรูปแบบของการรักษาแบบเฉพาะเจาะจง - เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติจะมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการแพทย์ - AI จะทำให้เกิดการบริการการแพทย์ใหม่ ๆ การวินิจฉัยโรคที่ดีมากขึ้น รวมถึงการค้นพบโมเลกุลใหม่ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วขึ้น - การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว อาจจะทำให้เกิดจุดด้อยต่อผู้ประกอบการไทย หากกรณีที่ประเทศไทยยังต้องนำเข้าเทคโนโลยี และไม่ได้เป็นเจ้าของเทคโนโลยีนั้นๆ โดยตรง ซึ่งจะเป็นช่องว่างทางเทคโนโลยีที่เพิ่มมากขึ้น
8	- AI จะมีส่วนสำคัญในทุกอย่างตั้งแต่การวินิจฉัยโรคเบื้องต้น จนถึงการอัพเดทลอจิก หรือ algorithm ของโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว - พัฒนาการต่อไปของ AI ก็คือด้านอารมณ์ จิตวิทยาในการเข้าใจมนุษย์ ฮอทไลน์โทนเสียงและรูปแบบที่ตอบสนองต่อบริบทของแต่ละชุมชน วัฒนธรรม ที่แตกต่างกันออกไป และสามารถเชื่อมโยงกับกลุ่มสังคมย่อยของ generation ใหม่ในอนาคต - ตัวอย่างความเฉพาะเจาะจงในแต่ละสังคม ได้แก่ โรงพยาบาลศิริราชเคยจะใช้ระบบ AI ของ Huawei ในการวินิจฉัยปอดของคนไข้ช่วงโควิด-19 แต่ท้ายที่สุดยังคงอาศัยการอ่านผลภาพเอกซเรย์จากแพทย์ เนื่องจากระบบ AI ของ Huawei ดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นมารองรับการวินิจฉัยปอดที่เกิดจากโรคโควิด-19 ในช่วงเวลานั้น แต่โรงพยาบาลศิริราชเล็งเห็นว่าความเสียหายของปอดอาจเกิดขึ้นจากมะเร็งได้เช่นกัน และหลายๆ เคสของผลการอ่านภาพปอดจากเอกซ์เรย์ของผู้ป่วยไทย ได้บ่งชี้ไปที่สาเหตุจากมะเร็ง ดังนั้นหากระบบ AI ป้อนเฉพาะข้อมูลจากโควิด-19 อาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการวินิจฉัยโรคได้ - เพื่อเป็นการสนับสนุนเทคโนโลยี จำเป็นต้องมีการป้อนข้อมูลที่เก็บได้จากผู้ป่วยไทยเข้าไปไว้ยังฐานข้อมูล ดังนั้นฝ่ายนโยบายต้องช่วยจัดทำมาตรการในการเก็บข้อมูลทางการแพทย์ เพื่อส่งเสริมการเข้าถึงข้อมูลและเสริมศักยภาพทางการแพทย์ต่อไป - ในส่วนของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติด้วยโลหะ จำเป็นต้องฝ่าอุปสรรคในเรื่องของขนาดให้ได้ และถ้าสามารถทำให้เกิดการประสานกับเนื้อเยื่อกระดูกโดยรอบได้ จะเป็นมิติใหม่ที่สำคัญของการพัฒนาด้านกระดูกเทียมที่มีศักยภาพในการทดแทนเนื้อเยื่อกระดูกเดิมที่เสียหายไป - เทคโนโลยีด้าน telehealth และ telemedicine จะมีโอกาสนำไปใช้ก่อนได้สูง โดยเฉพาะแรงขับเคลื่อนจากเหตุการณ์โควิด-19 รวมถึงพฤติกรรมการใช้โซเชียลมีเดียของเด็กยุคใหม่ - การเก็บรักษาความลับของคนไข้เป็นสิ่งสำคัญของเทคโนโลยีด้าน teleheath, data analytics และ online chatbot เพื่อให้ผู้ป่วยมั่นใจในการเก็บรักษาข้อมูลของตนเอง

ผู้เชี่ยวชาญ	Economic (*E*)
1	การเห็นภาพของ Global Value Chain หรือห่วงโซ่มูลค่าของโลก อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของโลก และวางยุทธศาสตร์ให้ผู้ประกอบการในประเทศหาจุดแข็งของตน และอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมในห่วงโซ่มูลค่า
2	- การเพิ่มผู้ประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์ต่าง ๆ กัน เพราะเครื่องมือแพทย์ในปัจจุบันมีหลากหลายและบูรณาการความรู้จากหลากหลายสาขา ดังนั้นการเพิ่มผู้ประกอบการมากขึ้น จะก่อให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานปริมาณที่มากขึ้นและนำไปสู่กลไกการสร้างมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญในการผลักดันเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศให้ออกสู่สากลได้ในที่สุด รวมถึงการเกื้อกูลกันระหว่างผู้ประกอบการภายในประเทศต่อไปในอนาคต - ในช่วงแรกของการสร้างอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ประเทศไทยควรให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการในตลาดอยู่แล้ว และเน้นไปที่การลดต้นทุน เพราะการเร่งสร้าง innovation หมายถึงต้องสร้างตลาดใหม่ จะนำไปสู่การตกท้องช้างในเชิงการเติบโตทางเศรษฐกิจ และต้องอาศัยสายพานในการประคับประคองอุตสาหกรรมในระยะยาว - การสร้าง local strategy ให้กับผู้ประกอบการในประเทศ ที่ช่วยให้สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ เช่น ประเทศจีนสร้างมาตรฐานที่ใช้ในประเทศตนเอง เพื่อให้เป็นที่ยอมรับในอนาคต หรือ การใช้ประโยชน์ของต้นทุน clinical trial ในประเทศที่ต่ำกว่าต่างประเทศ - สงครามการค้าจีนและสหรัฐ ส่งผลให้การลงทุนออกมาจากประเทศจีนมากขึ้น แต่ส่วนใหญ่ไปเป็นการย้ายการลงทุนไปที่ประเทศเวียดนาม ซึ่งประเทศไทยควรใช้โอกาสในสถานการณ์นี้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มูลค่าของตัวเอง และสร้างแบรนด์ (brand) ของตนเอง โดยเข้าใจใน global value chain และใช้ประโยชน์ให้ดี เป็นผู้ design/branding โดยที่ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ผลิต - ใช้การสร้าง brand ของผลิตภัณฑ์เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจของประเทศ
3	- ขนาดของตลาดเครื่องมือแพทย์เป็นสิ่งสำคัญ จำเป็นต้องมีการสร้างตลาดขนาดใหญ่เพื่อรองรับอุตสาหกรรม อย่างน้อยในขั้นต่ำต้องมีผู้ใช้ 100 ล้านคน ซึ่งหมายถึงขนาดของตลาด ASEAN ดังนั้นการให้ความสำคัญเฉพาะตลาดในประเทศจึงไม่เพียงพอต่อการสร้างอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ - ภาคเอกชนสามารถช่วยสำรวจขนาดตลาดในประเทศ เพื่อประเมินว่าตลาดกลุ่มไหนสำคัญ เพื่อนำไปสู่การหาข้อเสนอให้กับภาครัฐ สำหรับการต่อยอดต่าง ๆ เช่น การออก พรบ. หรือ กฎหมายสำหรับใช้บริหารต่อไป
4	- แนวโน้มการส่งออกและนำเข้าเครื่องมือแพทย์ขยายตัวได้ดี โดยเฉพาะกลุ่มวัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์ เช่น ถุงมือยาง และหลอดฉีดยา - การสนับสนุนอุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร ผลักดันให้ไทยเป็น medical hub สนับสนุนนักลงทุนภายใต้พื้นที่ EEC - การแข่งขันกับสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ผู้ผลิตในประเทศต้องสนใจด้านมาตรฐานสากล รวมไปถึง R&D ให้ครบวงจรการผลิตเครื่องมือแพทย์ (medical product life cycle)
5	- Personalized medicine/nutrition matching จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่จะส่งผลกระทบตรงต่อผู้บริโภคแบบเจาะจง สู่ e-commerce - ไม่ควรเริ่มการวิจัยหรือเทคโนโลยีจากระดับ TRL ต่ำ ควรให้ความสำคัญกับการซื้อ IP จากต่างประเทศ เพื่อลดความล้าหลังจากสิบปีเหลือแค่ 3-5 ปี ทำให้สามารถต่อยอดการวิจัยได้ - การที่ต้องมีเอกชนร่วมมือกับมหาวิทยาลัย แบบ partnership/alliance เพื่อการซื้อเทคโนโลยีมาพัฒนาแบบก้าวกระโดด - การโฟกัสเครื่องมือแพทย์ล้ำสมัยที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีพื้นฐานที่เราแข็งแกร่ง เช่น เชื่อมโยงกับยาง เพิ่มมูลค่ายางเป็น medical value added functions เช่น เพิ่มยาต้านแบคทีเรีย - การวางตัวเองเป็น OEM กับ core tech ที่ทั่วโลกต้องใช้ แบบที่ประเทศไต้หวันทำสำเร็จมาแล้ว เพื่อขยายขนาดตลาด และดึงคนเก่งทั่วโลกมาสร้างฐานความเข้มแข็ง
6	-

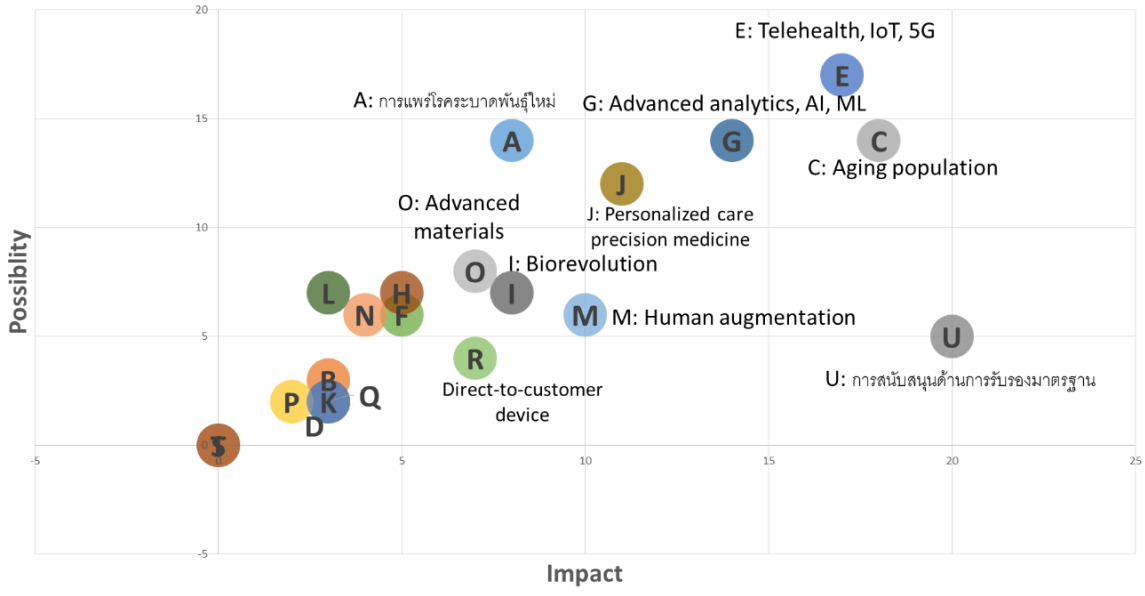
7	- เครื่องมือแพทย์ที่ไม่รุกล้ำร่างกาย เช่น วัดความดัน เบาหวาน น่าจะมีศักยภาพในการทำตลาดได้ง่ายเพราะกฎเกณฑ์ด้านมาตรฐานจะมีน้อยกว่าเครื่องมือแพทย์ที่ต้องรุกล้ำเข้าไปในร่างกาย - งบประมาณสำหรับการลงทุนในอนาคตมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อการแข่งขันของเครื่องมือแพทย์ไทยในอนาคต - สนับสนุนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลักดันนโยบายเพื่อให้อุตสาหกรรมการแพทย์แข็งแกร่งขึ้น - หากเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศแย่ จะส่งผลต่อความมั่นใจในการลงทุนที่ลดต่ำลง
8	- การจะเป็น medical hub and medical tourism ประเทศไทยมีศักยภาพที่ดีมาก แต่ยังจำเป็นต้องพัฒนาเรื่องของภาษาสากลเพื่อให้บุคลากรในอุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจรสามารถสื่อสารกับชาวต่างชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การดึงดูดผู้มาใช้บริการ - การร่วมมือของโรงพยาบาลที่มีความชำนาญด้าน clinical trial และ idea ร่วมกับ บริษัทเอกชนที่ชำนาญด้านการผลิต เพื่อเชื่อมโยงอุตสาหกรรม และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สร้าง impact จะมีส่วนความสำคัญอย่างมาก
9	- แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อทดแทนการนำเข้า ทำให้ได้มาตรฐานยอมรับ และราคาต้องสามารถแข่งขันในกลไกตลาดได้ และที่สำคัญต้องสามารถใช้สิทธิเบิกจ่ายได้ - ความไม่แน่นอนด้านเศรษฐกิจ และการค้าเสรี อาจมีผลกระทบต่อการดึงดูดนักลงทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่ประเทศไทยต้องแข่งกับประเทศเวียดนาม

ผู้เชี่ยวชาญ	**Environment (*E*)**
1	-
2	-
3	-
4	- การเพิ่มขึ้นของขยะจากเครื่องมือแพทย์แบบใช้แล้วทิ้ง ควรนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือแพทย์แบบใช้ซ้ำได้
5	- การใช้ข้อมูลระดับภูมิภาคหรือท้องถิ่น (local) ในการแก้ปัญหาฝุ่น เช่น การประเมินสถานการณ์ฝุ่นตามฤดูกาล และการคาดการณ์โรคที่อาจเกิดขึ้น เพื่อการเตรียมพร้อมแบบ local personalization - การมี sensor ตรวจวัดสารแก๊สต่าง ๆ นอกเหนือจากปริมาณฝุ่น เพื่อเตรียมพร้อมในแง่การรักษา
6	-
7	- ฝุ่น PM 2.5 ควรมีอุปกรณ์ป้องกันมากขึ้น
8	- ฝุ่นเป็นปัญหาสำคัญ และไม่ใช่แค่โรคปอด แต่สามารถส่งผลจนถึงทางเดินเลือด และโรคหัวใจด้วย มีผลกระทบสำคัญต่อร่างกาย - การลดมลภาวะ ต้องแก้ปัญหาด้าน transportation และการกระจายความเจริญ ไม่ให้กระจุกตัวอยู่ในกรุงเทพ ฯ และหาแนวทางให้เกษตรกรทำอย่างไรที่จะยกเลิกการเผาเปลี่ยนหน้าดิน
9	-

ผู้เชี่ยวชาญ	Political/Legal (P)
1	- ควรมีทุนสนับสนุนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์จากภาครัฐและเอกชน ที่มีขนาดใหญ่และลงทุนระยะยาวเกิน 5 ปี - การมีคณะทำงานที่มีประสบการณ์แท้จริงและมี leadership จากภาครัฐและอุตสาหกรรม ที่ช่วยกันขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ - การส่งเสริมให้นักวิจัยในประเทศเห็นภาพรวมของการวิจัยเครื่องมือแพทย์ตั้งแต่การออกแบบ การขอมาตรฐาน และการตลาด สามารถวาง milestones ในการวิจัยได้ชัดเจน ไปตามขั้นตอน TRL1-9 เพื่อให้เกิดการสานต่องานวิจัยสู่อุตสาหกรรมได้ - การปรับปรุง Bayh-Dole Act ในประเทศ ให้สนับสนุนการนำผลงานวิจัยไปต่อยอดเชิงธุรกิจได้อย่างแท้จริง
2	- การพัฒนามาตรฐานเครื่องมือแพทย์ให้ได้มาตรฐานระดับนานาชาติ - การเบิกจ่ายได้จากกองทุนภาครัฐ รวมไปถึงประกัน เป็นเรื่องสำคัญมากที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์สามารถดำเนินต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง และยั่งยืน
3	- การมียุทธวิธีสร้างมาตรฐาน เช่น จีน สร้างมาตรฐาน Chinese standard ในประเทศ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับจาก WHO จะได้เข้าไปเป็นมาตรฐานโลก เพราะถ้าตามมาตรฐานนานาชาติซึ่งถือเป็นด่านสกัดผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่า เมื่อข้ามจุดนี้ไปได้ จีนจะได้เปรียบตรงที่มี economy of scales - การเข้าไปอยู่ใน insurance system ของแต่ละประเทศให้ได้ เพื่อขยายฐานอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทยในประเทศนั้น ๆ
4	- การสร้างมาตรฐานการทดสอบเครื่องมือแพทย์ - การมีเครือข่ายความร่วมมือ ควรมีองค์กรกลางเป็นเจ้าภาพอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือทั้งนักวิจัยและผู้ผลิต ให้ได้เครื่องมือแพทย์ที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ได้มาตรฐาน การออกแบบ การขอมาตรฐานรับรอง ให้ครบกระบวนการ pre-submission process เช่น เครือข่ายความร่วมมือด้านผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์แห่งประเทศไทย (MPCT) - นโยบายภาครัฐและการส่งเสริมสนับสนุนผู้ผลิตภายในประเทศเพื่อสร้างความเชื่อมั่น
5	- ศูนย์ทดสอบและห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐานการแพทย์ในประเทศมีจำนวนน้อย จึงกลายเป็นปัญหาคอขวด ซึ่งถ้าทำผลิตภัณฑ์เสร็จแล้วต้องรอการรับรองมาตรฐานซึ่งใช้ระยะเวลามาก - การขยายขนาดตลาดประเทศ โดยจับกลุ่มประเทศ emerging แบบแอฟริกา ที่ต้องการเทคโนโลยีที่ไม่ล้ำสมัยมาก อาจจะต้องการของถูก ให้มารองรับการขาย ซึ่งกระทรวงต่างประเทศสามารถเข้าไปช่วยเป็นทูตดีลการค้า สร้างตลาดได้
6	- บทบาท BOI นอกจากส่งเสริมการลงทุนโรงงาน อาจจะเพิ่มการสนับสนุนให้ทุนต่างชาติมาลงทุนกับ in-licensing ผลงานวิจัยในประเทศ เพื่อขยายผลต่อยอดมูลค่า - หน่วยงานในส่วนของการกำกับดูแลไม่ว่าจะเป็น อย. หรือฝ่ายอุตสาหกรรมขอให้มีความชัดเจนเรื่องมาตรฐานรับรองของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการจำเป็นต้องมีหลักฐานประกอบ และความรวดเร็วในการอนุมัติ ซึ่งจะเป็น 2 ส่วนสำคัญในการผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย
7	- บทบาทของ regulator เช่น อย. มีความสำคัญมากในการส่งเสริมอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ แต่เดิม พรบ. ของ อย. จะไปเน้นเรื่องของการจดทะเบียนเครื่องมือแพทย์นำเข้ามากกว่าเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้เองในประเทศ แต่ พรบ.ใหม่ของ อย. เริ่มให้ความสำคัญที่จะส่งเสริมการผลิตในประเทศมากขึ้น แต่พึ่งออกมาต้นปี 2562 เป็นย่อหน้าเล็กๆ อย่างไรก็ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของ อย. รวมถึงการรวมตัวของหน่วยงานต่างๆ ทั้ง ฝ่ายมหาวิทยาลัย โรงพยาบาล อย. ห้องปฏิบัติการทดสอบ มาจัดตั้งแพล็ทฟอร์ม MPCT (Medical Products Consortium Thailand) ซึ่งเน้นเรื่องการสร้างมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ แบ่งเป็น panel ต่าง ๆ ตั้งแต่อุตสาหกรรม ต้น กลาง และปลายน้ำ แม้จะเป็น platform ที่ยังเพิ่งจะเริ่มต้น อย. ก็กำลังพยายามผลักดันให้ MPCT สามารถดำเนินการได้อย่างถาวร - Clinical trials ถือเป็นคอขวดสำคัญ ที่การพัฒนาควรมีแพทย์ร่วมมือตั้งแต่ต้น

	- การเพิ่มจำนวนห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐานต่าง ๆ ให้มากพอต่อการให้บริการ และได้มาตรฐาน เพื่อสร้างมาตรฐานระดับสากล - นโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐเป็นสิ่งสำคัญ ต้องมีแนวทางผลักดันสนับสนุนการเบิกจ่าย ต้องทำให้ตลาดในประเทศไทยผู้ประกอบการสามารถยึดครองได้ ก่อนที่จะออกไปต่างประเทศ
8	- การเบิกจ่าย คุณภาพต้องมาก่อน และราคาไม่แพง ถ้าทำได้ กระทรวงและกองทุนเบิกจ่ายก็ต้องช่วยสนับสนุน กำหนดให้แพทย์ผู้ใช้ลดความกังวลใจในการเลือกใช้ให้กับคนไข้ ถ้าทำให้เลือกได้โดยที่ไม่ต้องจ่ายเพิ่ม แพทย์ก็จะสบายใจ เช่น ทำให้ได้มาตรฐาน แล้วราคาถูกลง รัฐจะสามารถลดราคาและเพดานการเบิกจ่ายลงได้ - การขยายความเท่าเทียมด้านความเจริญและการศึกษาไปสู่ต่างจังหวัด ทำให้แพทย์เก่ง ๆ อยากไปอยู่ต่างจังหวัด เพราะมีปัจจัยอย่างอื่นรองรับด้วย เช่น มีโรงเรียนที่มีชื่อเสียงเหมือนในกรุงเทพ ฯ เพื่อไม่ให้กระทบต่อการสร้างครอบครัวของแพทย์เอง ถ้ามีปัจจัยเหล่านี้รองรับได้แล้ว health care ก็จะตามไป ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะชุมชน แบบ major urban ให้มากขึ้น ก็เป็นเมกะเทรนด์ที่สำคัญ
9	- กรมบัญชีกลางมีส่วนสำคัญมากสำหรับการเบิกจ่ายภาครัฐ ซึ่งยังคงเป็น pain point ของอุตสาหกรรม - อุปสรรคของการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์มีสาเหตุมาจากการที่ประชากรไทยโดยรวมยังมีรายได้น้อย และสิทธิการเบิกจ่ายที่จำกัด ดังนั้นสิ่งที่สำคัญมากคือ ทำอย่างไรให้ผู้ป่วยได้ใช้ของที่พัฒนาขึ้นได้ในประเทศ ที่จะเป็นจุดตั้งต้นและรากฐานของเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้ในประเทศ ในส่วนของงานวิจัยจำเป็นต้องชัดเจนด้านการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ และทิศทางของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากงานวิจัยทางการแพทย์ เป็น deep tech ที่มีการลงทุนสูง ต้องเริ่มจากพื้นฐานนำ pilot prototype ไปทดสอบจริงให้ได้มาตรฐานก่อน ดังนั้นการวิจัยต้องมีเป้าหมายรองรับชัดเจน

หลังจากการรวบรวมคะแนนแบบสอบถามที่ได้จากให้ผู้เชี่ยวชาญและ online survey ที่ปรึกษาได้สรุปข้อมูลแนวโน้มและความไม่แน่นอน โดยในส่วนของแนวโน้ม (driving trends) นั้นค่าคะแนนลำดับความสำคัญของแนวโน้มในระยะเวลาอีก 10 ปีข้างหน้า ได้แสดงด้วยกราฟที่สะท้อนถึงมิติด้านผลกระทบและมิติด้านโอกาสที่จะเกิดขึ้นตามแกน X และแกน Y ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6.1-1



รูปที่ 6.1-1 กราฟแสดงความสำคัญของแนวโน้ม (driving trends) ที่มีผลกระทบ (impact) และโอกาสที่อาจเกิดขึ้น (possibility) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอีก 10 ปีข้างหน้า ตัวอักษร A-U (1–21) เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 (ส่วนที่ 1 และ 2)

จากรูปที่ 6.1-1 ค่ากลาง (median) ของผลกระทบและโอกาสที่อาจเกิดขึ้น เท่ากับ 5 และ 6 ตามลำดับ โดยพบว่ามี 3 แนวโน้มที่มีค่าระดับผลกระทบและโอกาสที่อาจเกิดขึ้นสูงทั้งสองปัจจัย สูงกว่า 12 ที่มีศักยภาพเป็น key drivers ที่มีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมการแพทย์ ได้แก่

แนวโน้ม E - การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือรูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G

แนวโน้ม C - การเข้าสู่สังคมประชากรผู้สูงอายุ (aging society)

แนวโน้ม G – การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์

มี 1 แนวโน้มที่มีค่าระดับผลกระทบสูงที่สุดถึง 20 ในขณะที่ระดับโอกาสที่จะเกิดขึ้นมีค่าต่ำกว่าค่ากลางเล็กน้อย (5) ได้แก่

แนวโน้ม U – การสนับสนุนอย่างจริงจังของภาครัฐ ในการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้เองภายในประเทศ ให้เท่าเทียมมาตรฐานสากล

แนวโน้มที่มีความสำคัญอีก 7 อันดับถัดมาที่มีค่าคะแนนผลกระทบและโอกาสที่อาจเกิดขึ้นสูงกว่าหรือเท่ากับค่ากลาง คือ

แนวโน้ม A - การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่น ๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่าง ๆ

แนวโน้ม J - การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)

แนวโน้ม O – เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (advanced materials) เช่น วัสดุทำกระดูกเทียม ขดลวดขยายหลอดเลือด วัสดุเซนเซอร์

แนวโน้ม I - การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น

แนวโน้ม M - เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation) เพื่อเสริมศักยภาพการรับรู้ด้าน cognitive and physical experiences ของมนุษย์ เช่น exoskeleton, sensory augmentation, genetic augmentation

แนวโน้ม H - เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing

แนวโน้ม F - เทคโนโลยี virtual reality (VR) และ augmented reality (AR) สำหรับการแพทย์ เช่น การผ่าตัดระบบทางไกล

สำหรับผลการประเมินด้านมิติผลกระทบและมิติด้านความไม่แน่นอน ของสถานการณ์ไม่แน่นอน (uncertainty scenario) ที่มีต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอีก 10 ข้างหน้า แสดงสรุปไว้ในรูปที่ 6.1-2 จากผล โดยค่ากลาง (median) ของระดับผลกระทบและความไม่แน่นอน มีค่าเท่ากับ 6 ทั้งสองมิติ

เป็นที่น่าสนใจว่าไม่มีการกระจุกตัวของกลุ่มข้อมูลที่มีทั้งค่าคะแนนในมิติของผลกระทบและมิติของความไม่แน่นอนสูงไปในทิศทางเดียวกันทั้งสองมิติ โดยมี 3 สถานการณ์ความไม่แน่นอน ที่มีค่าระดับผลกระทบที่สูงมากกว่า 14 ในขณะที่มีระดับความไม่แน่นอนเท่ากับหรือสูงกว่าค่ากลางเล็กน้อย ได้แก่

ความไม่แน่นอน N - การสนับสนุนของภาครัฐ ในการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้เองภายในประเทศ ให้เท่าเทียมมาตรฐานสากล มีการสนับสนุนอย่างเต็มที่ หรือไม่เต็มที่

ความไม่แน่นอน O - การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการกำหนดสัดส่วนที่ต้องมีการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตโดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)

ความไม่แน่นอน L - การกำกับควบคุมด้านเทคโนโลยีของภาครัฐ (technology governance) อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่มีประสิทธิภาพ ในการใช้ข้อมูลสาธารณะ และการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว

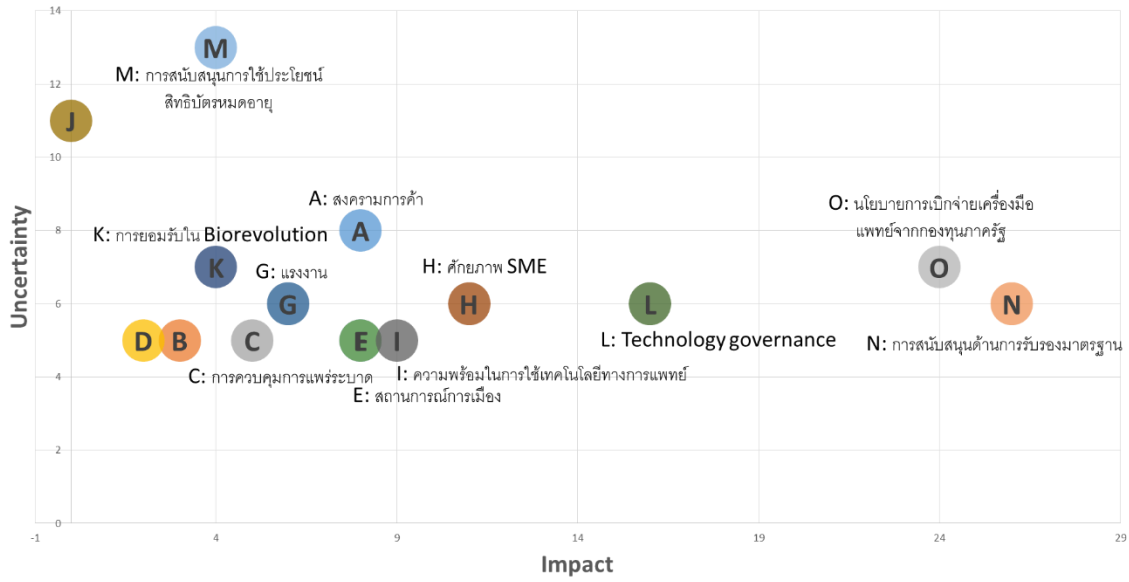
และมีความไม่แน่นอน 4 กลุ่ม ที่มีค่าผลกระทบในเกณฑ์สูงกว่าค่ากลางและระดับความไม่แน่นอนใกล้เคียงกับค่ากลาง ซึ่งอาจจะมีผลกระทบที่สำคัญ ได้แก่

ความไม่แน่นอน A – สงครามการค้า ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดสงครามการค้า

ความไม่แน่นอน E – สถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคงหรือไม่มั่นคง

ความไม่แน่นอน H – ศักยภาพของ SMEs ด่านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สูงหรือต่ำ

ความไม่แน่นอน I – ความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีทางการแพทย์ที่รองรับสูงหรือต่ำ



รูปที่ 6.1-2 กราฟแสดงความสำคัญของความไม่แน่นอนที่มีผลกระทบ (impact) และระดับความไม่แน่นอน (uncertainty) ที่อาจเกิดขึ้นต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ตัวอักษร A-O (1-15) เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 (ส่วนที่ 3 และ 4)

จากผลการสัมภาษณ์และทำแบบสอบถาม ทำให้ทางที่ปรึกษาได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติม แนวโน้มและความไม่แน่นอน ที่ได้จากการสัมภาษณ์และแบบสอบถามเพิ่มเติมเข้าไป รวมไปถึงปรับลดแนวโน้มและความไม่แน่นอนที่มีค่าผลกระทบต่ำออก เพื่อให้แบบสอบถามมีความสอดคล้องเหมาะสมกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยมากที่สุด โดยแบบสอบถามปรับปรุง สำหรับการทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1 ได้แสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-2 โดยมีการเพิ่มแนวโน้มที่สำคัญ ได้แก่

- การสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ในการจัดตั้งโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลอย่างครบวงจร เพื่อรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นเองในประเทศ
- การจัดทำนโยบายภาครัฐในการกำหนดระเบียบการเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ จากกองทุนสวัสดิการหลักต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชน และสนับสนุนการสร้างความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการภายในประเทศ
- การขับเคลื่อนนโยบายเชิงรุกของภาครัฐในการสร้างพันธมิตร หรือข้อตกลงทางการค้ากับกลุ่มประเทศเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดการส่งออกให้กับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย
- การมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ขับเคลื่อนและประสานกับ stakeholders จากทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์
- การดึงการลงทุนจากต่างประเทศในรูปแบบการสนับสนุนสิทธิประโยชน์ให้กับบริษัทต่างชาติที่ in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเครื่องมือแพทย์ในประเทศ
- การอุดหนุนทุนวิจัยระยะยาวที่มีงบประมาณที่ชัดเจน โดยไม่ได้อยู่ในรูปแบบงบประมาณที่ต้องขอการสนับสนุนแบบรายปี สำหรับการผลักดันงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ให้ออกสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม
- การมีนโยบายหรือพรบ.ด้านการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (เช่น Bayh-Dole Act) ที่สร้างความชัดเจนและเอื้อให้เกิดการผลักดันผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากทุกภาคส่วน (มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรจัดสรรทุนวิจัยภาครัฐ) ให้ไปสู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์กับภาคเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของสถานการณความไม่แน่นอน ได้มีการเพิ่มความไม่แน่นอน ดังต่อไปนี้

- การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสร้างความร่วมมือหรือข้อตกลงด้านการค้ากับประเทศกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดส่งออกสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย
- ความสำเร็จหรือไม่ ของภาครัฐในการดึงการลงทุนจากต่างประเทศ เพื่อเพิ่มเงินลงทุนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมในประเทศ หรือลงทุน in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในประเทศ

ขั้นตอนที่ 3: การทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1 เพื่อสรุปและกำหนดแนวโน้มและความไม่แน่นอนที่สำคัญ เพื่อร่างแผนภาพอนาคต

การทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1 ได้เชิญผู้ทรงคุณวุฒิและะผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 15 ท่าน ที่เป็นตัวแทนจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยครอบคลุมทั้งบุคลากรทางการแพทย์ นักวิชาการ นักวิจัย ผู้ประกอบการด้านการแพทย์ และผู้วางแผนหรือนโยบายภาครัฐ ทั้งนี้รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้เข้าร่วมการทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

โดยเป้าหมายในการทำ brainstorm workshop เพื่อให้ทางผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจาณาแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงจากการสัมภาษณ์และ online survey ในขั้นตอนที่ 2 เพื่อที่จะหาข้อสรุปตกลง (consensus) ในการหาแนวโน้มที่สำคัญ (key drivers) และสถานการณ์ความไม่แน่นอน ที่มีผลกระทบและความไม่แน่นอนสูง 2 ด้าน เพื่อร่างแผนภาพอนาคต

ก่อนที่จะดำเนินการทำแบบสอบถาม ทางที่ปรึกษาเปิดโอกาสให้ทางผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแบบสอบถามเบื้องต้น เพื่อประเมินว่ายังขาดแนวโน้มได้ที่สำคัญบ้างหรือไม่ เพื่อจะทำการเพิ่มเติมก่อนที่จะทำการประเมินให้คะแนนแบบสอบถามไปพร้อมกัน โดยทางผู้ทรงคุณวุฒิได้มีการเสนอเพิ่มเติมแนวโน้ม จำนวน 9 แนวโน้ม เพิ่มเข้าไปในแบบสอบถามด้านแนวโน้ม ที่แสดงในตารางที่ ก-2 (ส่วนที่ 1 และ 2) ดังต่อไปนี้

1. นโยบายที่รองรับ software as medical devices เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ ML ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

2. การสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของแพทย์และผู้ใช้ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ เช่น การผลักดันให้โรงเรียนแพทย์ฝึกใช้งานเครื่องมือแพทย์ในประเทศ

3. การวิเคราะห์ trends of disease burden จาก national health database จากหน่วยงานกองทุนกลางของรัฐ เช่น สปสช. กรมบัญชีกลาง และ ประกันสังคม เพื่อทราบความต้องการทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างแท้จริง

4. นโยบายจากภาครัฐที่เป็นกลไกสนับสนุนผลักดันอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศให้เกิดการมาใช้งานได้จริง เช่น การใช้ประโยชน์มาตรการสนับสนุนจาก BOI

5. การสนับสนุนการสร้างผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องมือแพทย์แต่ละสาขา โดยการไปทำงานในบริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างประเทศ หรือการดึงผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาช่วยอุตสาหกรรมฯ เพื่อนำความรู้และกระบวนการการผลิตเครื่องมือแพทย์กลับมาใช้ในประเทศไทย

6. การนำเข้าเครื่องมือแพทย์แบบ refurbished ที่ได้มาตรฐาน

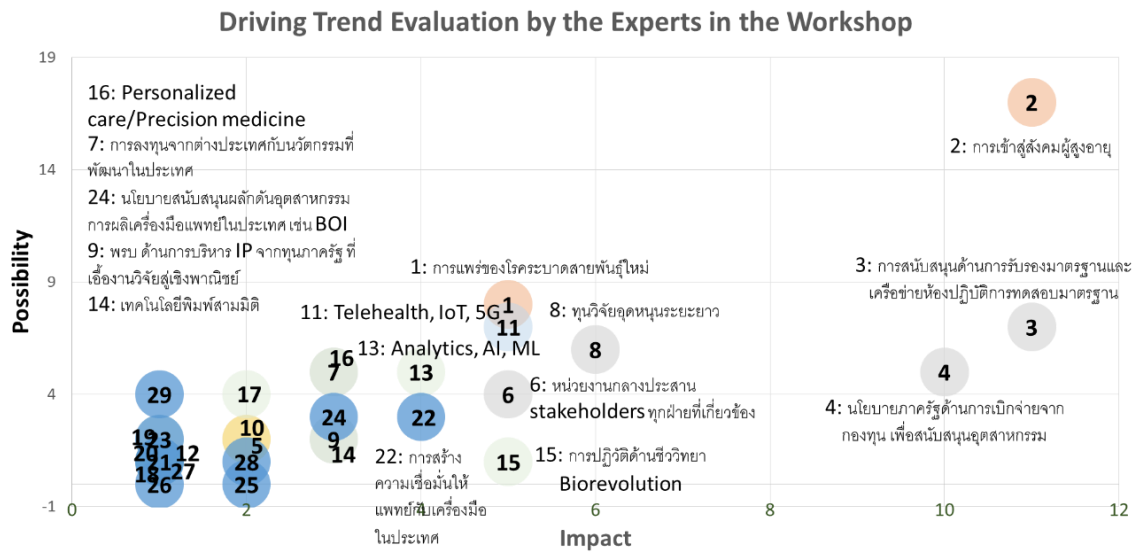
7. การสนับสนุนอุตสาหกรรมต้นน้ำ ที่ได้มาตรฐานทางการแพทย์ เพื่อผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์

8. การอบรมให้ผู้ประกอบการและนักวิจัยเข้าใจถึงมาตรฐานการรับรองเครื่องมือแพทย์ ต้นทาง กลางทาง และปลายทาง ของการออกแบบ วิจัยและพัฒนาเครื่องมือแพทย์

9. งบประมาณภาครัฐที่สนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์และนวัตกรรมที่วิจัยและพัฒนาขึ้นในประเทศ เช่น นวัตกรรมที่ได้อยู่ในบัญชีนวัตกรรม หรือการสร้างแรงจูงใจให้กับเอกชนใช้ประโยชน์จากบัญชีนวัตกรรม ในรูปแบบการหักค่าใช้จ่าย

โดยแบบสอบถามเพิ่มเติมสำหรับใช้ในการให้คะแนนใน brainstorm workshop ครั้งนี้แสดงสรุปในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-3 โดยแบบสอบถามได้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ครอบคลุมทั้งผลกระทบและโอกาสของแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น รวมถึงผลกระทบและระดับของความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นเช่นกันต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยในการให้คะแนนนั้นจะใช้วิธีให้คะแนนแบบ real time บนระบบเว็บไซต์ www.menti.com โดยผู้ทรงคุณวุฒิ สามารถให้คะแนนได้ตั้งแต่ 0 – 100 (อัตราการเพิ่มคะแนนเท่ากับ 10 คะแนน) ตามความสำคัญของแนวโน้มหรือความไม่แน่นอนเท่าใดก็ได้ โดยใช้เกณฑ์คะแนนรวมทั้งหมดต้องไม่เกิน 100 คะแนน เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลกระจายมากเกินไปจนไม่อาจสังเคราะห์แนวโน้มหรือความไม่นอนได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ได้ให้ประเมินผลกระทบและความไม่แน่นอนในสถานการณ์อีก 10 ปี เพื่อสะท้อนถึงความสำคัญของระยะเวลาที่อาจส่งผลต่อการคาดการณ์ในอนาคต

เมื่อได้ผลคะแนนในการประเมินผลกระทบและโอกาสความเป็นไปได้ของแนวโน้มแล้ว จะทำการเปิดโอกาสผู้ทรงคุณวุฒิวิเคราะห์ผลและพิจารณาเพิ่มเติมแนวโน้มใดเข้าไปสู่การประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่อไป โดยจากผลการวิเคราะห์แนวโน้ม ทางผู้ทรงคุณวุฒิตกลงเพิ่มตัวเลือก 1 ตัวเลือก คือ การสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของผู้ใช้งาน (users) ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ (ดังแสดงในตารางที่ ก-3 ส่วนที่ 3 และ 4) ในส่วนของสถานการณ์ความไม่แน่นอน ผลการประเมินให้คะแนนผลกระทบและโอกาสความเป็นไปได้ ของแนวโน้มทั้ง 29 แนวโน้ม ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้แสดงสรุปในรูปที่ 6.1-3



รูปที่ 6.1-3 กราฟแสดงความสำคัญของแนวโน้ม (driving trends) ที่มีผลกระทบ (impact) และโอกาสที่อาจเกิดขึ้น (possibility) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอีก 10 ปีข้างหน้า จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิใน brainstorm workshop โดย 1-29 เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในตารางที่ ก-3 (ส่วนที่ 1 และ 2)

โดยจากผลในรูปที่ 6.1-3 พบว่า ค่ากลาง (median) ของผลกระทบและโอกาสความเป็นไปได้ของข้อมูลมีค่าเท่ากับ 2% และ 3% ตามลำดับ โดยมี 1 แนวโน้ม ที่มีค่าผลกระทบและโอกาสที่จะเกิดขึ้นสูงเกิน 10% ทั้งสองค่า ได้แก่

แนวโน้ม 2 – การเข้าสู่ประชาการสังคมผู้สูงอายุ (aging population)

มี 2 แนวโน้มที่มีค่าผลกระทบสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 10% ในขณะที่ค่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นอยู่ในระดับสูงกว่าค่ากลาง ได้แก่

แนวโน้ม 3 - การสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ในการจัดตั้งโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลอย่างครบวงจร เพื่อรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นเองในประเทศ

แนวโน้ม 4 - การจัดทำนโยบายภาครัฐในการกำหนดระเบียบการเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ จากกองทุนสวัสดิการหลักต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชน และสนับสนุนการสร้างความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการภายในประเทศ

นอกจากนี้มีอีก 7 แนวโน้มที่ทั้งค่าระดับผลกระทบและโอกาสความเป็นไปได้ อยู่ในเกณฑ์สูงกว่าค่ากลางทั้งสองค่า ได้แก่

แนวโน้ม 8 – การอุดหนุนทุนวิจัยระยะยาวที่มีงบประมาณที่ชัดเจน โดยไม่ได้อยู่ในรูปแบบงบประมาณที่ต้องขอการสนับสนุนแบบรายปี สำหรับการผลักดันงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ให้ออกสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

แนวโน้ม 1 – การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ

แนวโน้ม 11 – การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือ รูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G

แนวโน้ม 6 - การมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ขับเคลื่อนและประสานกับ stakeholders จากทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

แนวโน้ม 13 - การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์

แนวโน้ม 16 - การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)

แนวโน้ม 7 - การดึงการลงทุนจากต่างประเทศในรูปแบบการสนับสนุนสิทธิประโยชน์ให้กับบริษัทต่างชาติที่ in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเครื่องมือแพทย์ในประเทศ

และมี 5 แนวโน้ม ที่มีค่าผลกระทบในเกณฑ์สูงกว่าค่ากลาง แต่มีโอกาสความเป็นไปได้ที่ต่ำกว่าค่ากลาง ได้แก่

แนวโน้ม 15 – การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น

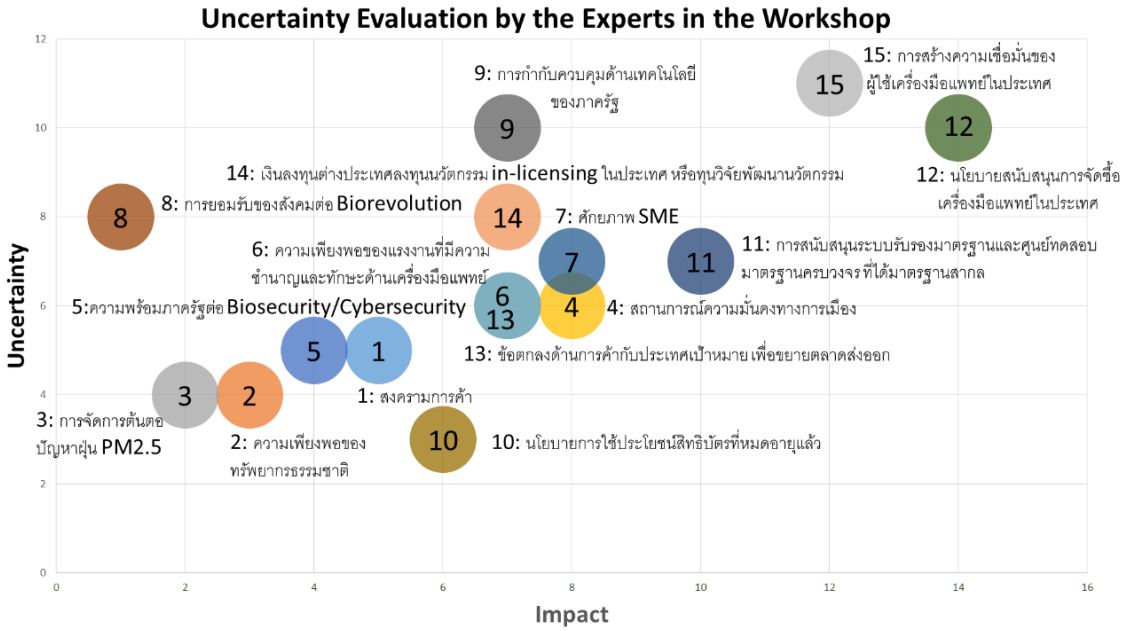
แนวโน้ม 22 - การสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของแพทย์ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ เช่น การผลักดันให้โรงเรียนแพทย์ฝึกใช้งานเครื่องมือแพทย์ในประเทศ

แนวโน้ม 24 – นโยบายจากภาครัฐที่เป็นกลไกสนับสนุนผลักดันอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ให้เกิดการมาใช้งานได้จริง เช่น การใช้ประโยชน์มาตรการสนับสนุนจาก BOI

แนวโน้ม 9 - การมีนโยบายหรือพรบ.ด้านการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (เช่น Bayh-Dole Act) ที่สร้างความชัดเจนและเอื้อให้เกิดการผลักดันผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากทุกภาคส่วน (มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรจัดสรรทุนวิจัยภาครัฐ) ให้ไปสู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์กับภาคเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวโน้ม 14 - เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing

สำหรับผลการประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอน ด้านผลกระทบและระดับความไม่แน่นอน ที่มีต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิใน brainstorm workshop ได้แสดงสรุปในรูปที่ 6.1-4 ด้านล่าง



รูปที่ 6.1-4 กราฟแสดงความสำคัญของสถานการณ์ความไม่แน่นอน (uncertainty scenario) ที่มีผลกระทบ (impact) และความไม่แน่นอน (uncertainty) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอีก 10 ปีข้างหน้า จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิใน brainstorm workshop โดย 1-15 เป็นการโค้ดหัวข้อแนวโน้มในแสดงไว้ในตารางที่ ก-3 (ส่วนที่ 3 และ 4)

โดยจากผลในรูปที่ 6.1-4 พบว่า ค่ากลาง (median) สำหรับผลกระทบและความไม่แน่นอน เท่ากับ 7% และ 6% ตามลำดับ โดยมี 2 ความไม่แน่นอน ที่มีค่าผลกระทบและความไม่แน่นอนสูงสุดอย่างชัดเจนมากกว่า 10% ทั้งสองค่า ได้แก่

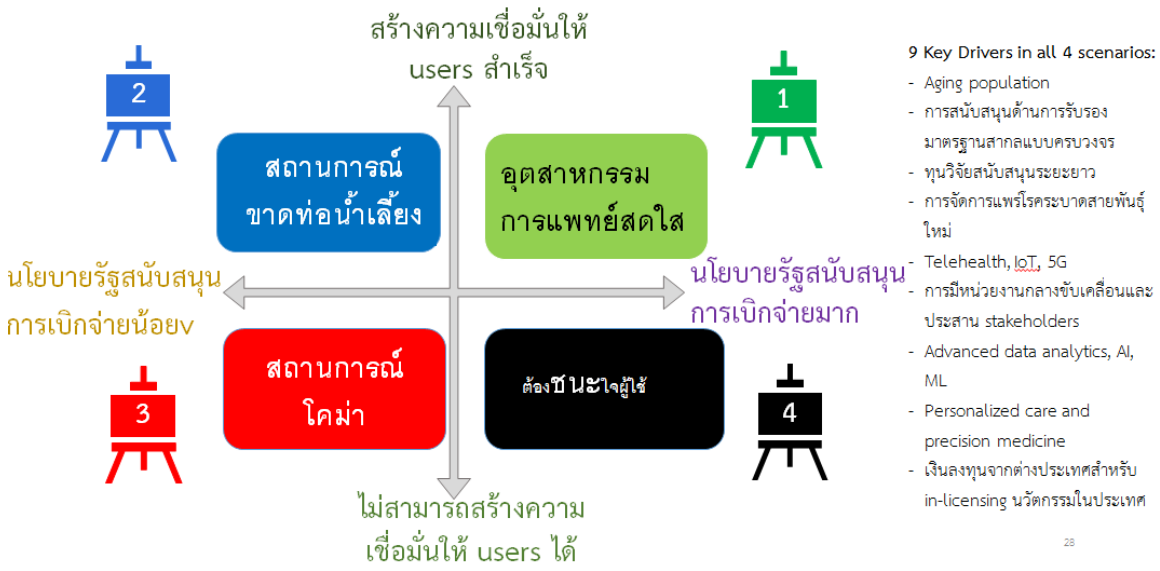
ความไม่แน่นอน 12 – การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสนับสนุนการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตโดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)

ความไม่แน่นอน 15 – ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จ ในการสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของผู้ใช้งาน (users) ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ

ซึ่งได้รับการเห็นพ้อง (consensus) ในที่ประชุมของผู้ทรงคุณวุฒิ ว่า 2 ความไม่แน่นอนนี้ เป็น ความไม่แน่นอนที่สำคัญ (critical uncertainties) ที่ควรนำมาเขียนฉากทัศน์ในสองแกนเป็นเข็มทิศฉากทัศน์ ดังแสดงในรูปที่ 6.1-5 โดย

แกน X เป็นแกนความไม่แน่นอนด้านนโยบายสนับสนุนการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์จากภาครัฐ

แกน Y เป็นความไม่แน่นอนด้านการสร้างความเชื่อมั่นของผู้ใช้งานเครื่องมือแพทย์



รูปที่ 6.1-5 เข็มทิศฉากทัศน์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศ และ 9 แนวโน้มสำคัญ (key drivers)

โดยส่งผลให้เกิด 4 ฉากทัศน์ คือ

- ฉากทัศน์ที่ 1 **อุตสาหกรรมการแพทย์สดใส** ได้แก่ นโยบายเบิกจ่ายจัดซื้อเครื่องมือแพทย์จากกองทุนภาครัฐเอื้อให้ผู้ประกอบการในประเทศแข่งขันได้ ช่วยสร้างรายได้ที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการเติบโตของอุตสาหกรรม และ ผู้ใช้เครื่องมือแพทย์ ทั้งแพทย์และผู้ป่วย มีทัศนคติความเชื่อมั่นที่ดีต่อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตในประเทศ มีผู้ประกอบการประสบความสำเร็จ และเพิ่มเป็นจำนวนมากขึ้น จนก่อให้เกิด eco system ที่ยั่งยืนกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ซึ่งหากได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศมีความเข้มแข็ง สามารถแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ ก่อให้เกิดการเติบโตอย่างยั่งยืน เป็นอุตสาหกรรสำคัญต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ
- ฉากทัศน์ที่ 2 **สถานการณ์ขาดท่อน้ำเลี้ยง** ได้แก่ ผู้ใช้งานมีทัศนคติและความเชื่อมั่นที่ดีต่อเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้ในประเทศ แต่นโยบายเบิกจ่ายจากภาครัฐ ไม่เอื้อต่อการสร้างความเข้มแข็งให้ผู้ประกอบการ เช่น การเบิกจ่ายไม่ครอบคลุมความจำเป็นอย่างแท้จริง หรือข้อกำหนดคุณลักษณะสำหรับเบิกจ่ายไม่มีการปรับปรุง ให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาและผลิตได้ในประเทศ ส่งผลให้แม้ผู้ใช้งานต้องการจะใช้บริการผลิตภัณฑ์ในประเทศ แต่ไม่สามารถเบิกจ่ายจากภาครัฐได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการไม่สามารถสร้างรายได้ ที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาต่อยอดให้แข่งขันได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องสร้างตลาดอื่นๆทดแทน เช่น ตลาดพรีเมี่ยม ในกลุ่ม

โรงพยาบาลเอกชน หรือ ตลาดต่างประเทศ เป็นต้น รวมไปถึงการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มมูลค่าและยกระดับให้กับผลิตภัณฑ์

- ฉากทัศน์ที่ 3 **สถานการณ์โคม่า** ได้แก่ นโยบายเบิกจ่ายจากกองทุนสวัสดิการภาครัฐไม่เอื้อ และผู้ใช้งานไม่มีความเชื่อมั่นในเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ ส่งผลให้ผู้ประกอบการขาดปัจจัยหนุนในทุกด้าน ไม่สามารถสร้างรายได้เพื่อสร้างความเข้มแข็งและเติบโตได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการในประเทศขาดทุนและไม่สามารถเอาตัวรอดได้ ผู้ประกอบจะจำเป็นต้องยกระดับผลิตภัณฑ์ด้วยการได้รับการรับรองมาตรฐานและการใช้งานที่ปลอดภัย เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และมุ่งเป้าหมายเจาะตลาดทดแทนอื่นๆได้แก่ กลุ่มตลาดพรีเมี่ยมและตลาดต่างประเทศ ในขณะที่ภาครัฐฯ จำเป็นจะต้องเร่งหาแนวทางลงทุนสนับสนุนผู้ประกอบการในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพและเกิดประโยชน์สูง เพื่อให้สามารถประคองสถานการณ์นำไปสู่สถานการณ์ที่ดีขึ้นได้
- ฉากทัศน์ที่ 4 **ต้องชนะใจผู้ใช้** ได้แก่ นโยบายเบิกจ่ายจากภาครัฐที่เอื้อให้สามารถเบิกสนับสนุนเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตในประเทศได้ แต่ยังขาดความเชื่อมั่นจากผู้ใช้งานเครื่องมือแพทย์ ส่งผลให้การเลือกใช้เครื่องมือแพทย์ก็อาจจะไม่ได้เลือกใช้เครื่องมือแพทย์ในประเทศอย่างเต็มที่ แม้จะมีนโยบายเบิกจ่ายที่สนับสนุนดีแล้ว ซึ่งในสถานการณ์นี้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องสร้างความเชื่อมั่นด้วยการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานระดับสากล การประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการเพิ่มมูลค่าและสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับแบรนด์ในประเทศ รวมไปถึงสร้างความร่วมมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับผู้ใช้ เช่น แพทย์ ตั้งแต่เริ่มต้นในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ในประเทศอย่างเร่งด่วน

สำหรับแนวโน้มที่สำคัญ (key drivers) ได้ถูกสังเคราะห์จากผลค่าคะแนนระดับผลกระทบและโอกาสเป็นไปได้สูงกว่าค่ากลาง ดังผลในรูปที่ 6.1-3 มีทั้งหมด 9 แนวโน้มสำคัญ (โดยแสดงประกอบข้างภาพฉากทัศน์ในรูปที่ 6.1-5) ซึ่งจะถูกนำไปประกอบการวางแผน strategy roadmap ในทุกฉากทัศน์ โดยมีแนวโน้มดังต่อไปนี้

1. การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)
2. การสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ในการจัดตั้งโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลอย่างครบวงจร เพื่อรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นเองในประเทศ

3. การอุดหนุนทุนวิจัยระยะยาวที่มีงบประมาณที่ชัดเจน โดยไม่ได้อยู่ในรูปแบบงบประมาณที่ต้องขอการสนับสนุนแบบรายปี สำหรับการผลักดันงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ให้ออกสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม
4. การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ
5. การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือ รูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G
6. การมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ขับเคลื่อนและประสานกับ stakeholders จากทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์
7. การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์
8. การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)
9. การดึงการลงทุนจากต่างประเทศในรูปแบบการสนับสนุนสิทธิประโยชน์ให้กับบริษัทต่างชาติที่ in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเครื่องมือแพทย์ในประเทศ

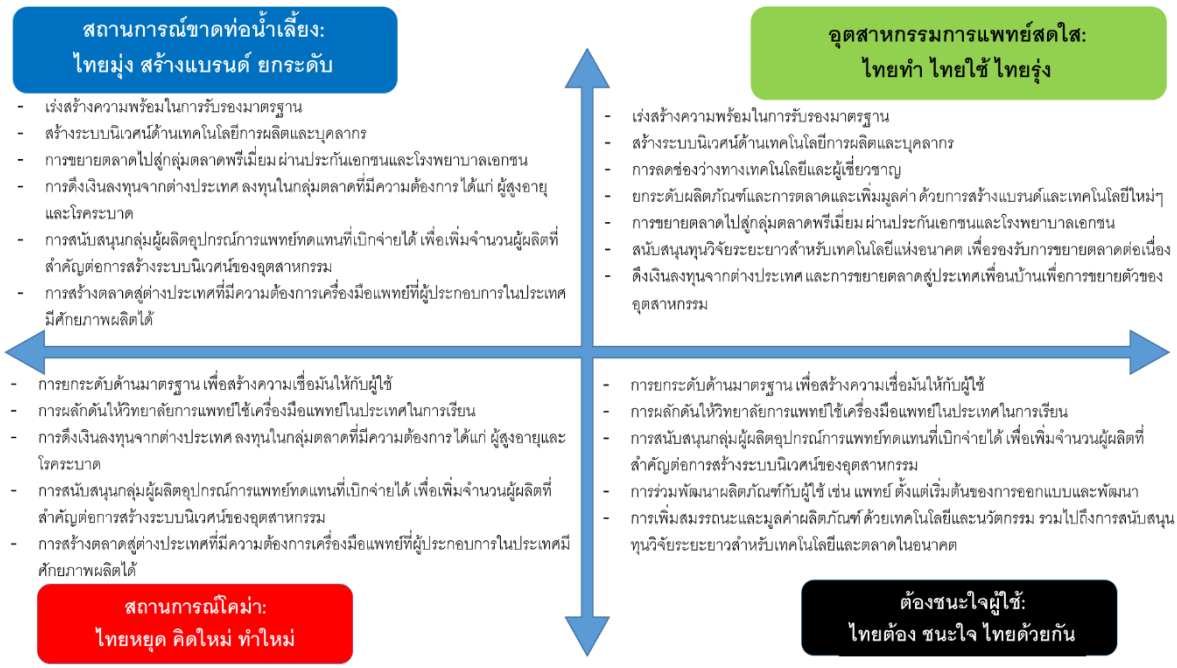
จากการทำ workshop ครั้งที่ 1 และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า นโยบายเบิกจ่ายจากกองทุนสวัสดิการภาครัฐที่ดีนั้น ไม่ได้หมายถึงการที่เครื่องมือแพทย์หรือนวัตกรรมทางการแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศจะต้องได้รับการสนับสนุนทั้งหมด เนื่องจากกองทุนมีจำกัด การสนับสนุนแบบไม่มีหลักกลยุทธ์ที่ถูกต้องจะส่งผลเสียต่อประชาชนได้ ดังนั้นสิ่งสำคัญแรก คือ ผู้ประกอบการต้องสามารถที่จะวิจัยและผลิตเครื่องมือแพทย์ที่มีความจำเป็นจริงๆต่อประชาชนในประเทศ และเครื่องมือแพทย์ดังกล่าวต้องได้รับมาตรฐานระดับสากล และสามารถผลิตในราคาที่ถูกกว่าและแข่งขันได้กับแบรนด์ต่างประเทศ เพื่อที่การเบิกจ่ายจะสามารถตั้งเกณฑ์การเบิกจ่ายในราคาที่ถูก ส่งผลให้แบรนด์ต่างประเทศไม่สามารถเข้ามาแข่งขันได้ ซึ่งในมุมมองของแพทย์ หากเครื่องมือแพทย์ได้มาตรฐานที่ยอมรับได้ และช่วยให้ผู้ป่วยไม่ต้องเสียเงินเพิ่ม ก็จะช่วยให้เลือกใช้ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ในการสร้างความมั่นใจและทัศนคติที่ดีของผู้ใช้ต่อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตในประเทศนั้น สิ่งสำคัญที่ต้องนำมาประกอบการพิจารณาในการวิจัยและผลิต มีดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ต้องได้มาตรฐานระดับสากล ให้มั่นใจได้ว่าสามารถใช้แล้วไม่เกิดผลกระทบข้างเคียง
2. การออกแบบผลิตภัณฑ์ควรคำนึงถึงการใช้งานที่สะดวกต่อผู้ใช้ ใช้งานง่าย ดูแลรักษาได้ง่ายรวมไปถึงมีการให้แพทย์ผู้ใช้ได้มีโอกาสใช้ตั้งแต่ในวิทยาลัยแพทย์
3. การรับประกันและบริการหลังการขายเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะสร้างทัศนคติที่ดีของผู้ใช้งานที่มีต่อผลิตภัณฑ์
4. ราคาจะต้องแข่งขันได้กับผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่แล้วในตลาด

6.2 ข้อเสนอกลยุทธ์ในการผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์สำหรับแต่ละฉากทัศน์

จากภาพฉากทัศน์ และแนวโน้มสำคัญ (key drivers) ที่แสดงในรูปที่ 6.1-5 ข้างต้น ที่ปรึกษาได้วิเคราะห์หากลยุทธ์ต่าง ๆ สำหรับแต่ละฉากทัศน์ โดยการนำแนวโน้มสำคัญประกอบการพิจารณาเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนกลยุทธ์ เพื่อผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ให้ดำเนินไปได้ในแต่ละฉากทัศน์ โดยกลยุทธ์หรือมาตรการในแต่ละฉากทัศน์ แสดงสรุปในรูปที่ 6.2-1 รายละเอียดแนวคิดกลยุทธ์ของแต่ละฉากทัศน์ มีดังนี้

ในฉากทัศน์ที่ 1 อุตสาหกรรมการแพทย์สดใส: *ไทยทำ ไทยใช้ ไทยรุ่ง* เป็นสถานการณ์ที่เอื้อต่อการเติบโตของอุตสาหกรรม ทั้งปัจจัยด้านการตลาดและทุนสนับสนุน ดังนั้นกลยุทธ์และมาตรการที่เหมาะสมสำหรับฉากทัศน์นี้จึงเป็นกลยุทธ์ที่เร่งสร้างระบบนิเวศน์ (ecosystem) ของอุตสาหกรรม ทั้งในด้านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ การยกระดับสมรรถนะและแบรนด์ผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีการผลิตและนวัตกรรมจากการวิจัย การสร้างบุคลากรที่รองรับการเติบโตของอุตสาหกรรม รวมถึงการลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและจำนวนผู้เชี่ยวชาญของประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ เพื่อเอื้อให้นักวิจัยและผู้ผลิตไทยสามารถสร้างแบรนด์เครื่องมือแพทย์ของตัวเองได้ สามารถทำตลาดกับโรงพยาบาลภาครัฐ และขยายตลาดสู่กลุ่มพรีเมี่ยมและต่างประเทศได้ในที่สุด นอกจากนี้ ควรมีมาตรการการดึงเงินลงทุนจากบริษัทผู้ผลิตต่างประเทศให้ลงทุนในทรัพย์สินทางปัญญาและผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ไทย โดยเฉพาะในตลาดผู้สูงอายุและโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ที่มีความต้องการสูงในประเทศ ส่งผลดีต่อการช่วยประชาสัมพันธ์และเปิดตลาดสู่ภายนอกประเทศเพื่อให้อุตสาหกรรมฯ เติบโตได้รวดเร็วและยั่งยืน และมีทุนสนับสนุนงานวิจัยที่ต่อเนื่องระยะยาวสำหรับเทคโนโลยีที่ประเทศมีศักยภาพแข่งขันได้ในอนาคต เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยกลุ่มเทคโนโลยีที่มีศักยภาพ ได้แก่ Telehealth/IoT/5G, AI/ML/Data analytic และ Personalized care/precision medicine



รูปที่ 6.2-1 กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในแต่ละฉากทัศน์ และสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น

สำหรับในฉากทัศน์ที่ 2 สถานการณ์ขาดท่อน้ำเลี้ยง: *ไทยมุ่ง สร้างแบรนด์ ยกระดับ* เป็นสถานการณ์ที่ผู้ใช้งานมีทัศนคติและความเชื่อมั่นที่ดีต่อเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้ในประเทศ แต่นโยบายเบิกจ่ายจากภาครัฐไม่เอื้อต่อการสร้างความเข้มแข็งให้ผู้ประกอบการ ดังนั้นกลยุทธ์จึงควรมุ่งผลักดันในการสร้างตลาดทางเลือกและแหล่งทุนสนับสนุนผู้ประกอบการ โดยการสนับสนุนการสร้างระบบนิเวศน์ให้กับอุตสาหกรรมฯ รวมไปถึงการเร่งสร้างระบบการรับรองมาตรฐานเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานระดับสากล เพื่อมุ่งสู่การยกระดับผลิตภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการในประเทศมีศักยภาพ รวมไปถึงสนับสนุนการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีศัยภาพสูง ได้แก่ Telehealth/IoT/5G, AI/ML/Data analytic, และ Personalized care เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้สามารถเจาะเข้าสู่ตลาดระดับพรีเมี่ยมและตลาดต่างประเทศ รวมไปถึงการลงทุนและดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศเพื่อสนับสนุนอุปกรณ์การแพทย์ที่มีความต้องการสูงในประเทศ ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุ และ โรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ นอกจากนี้ ภาครัฐควรสนับสนุนการเบิกจ่ายอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ที่ผลิตเองในประเทศทดแทนการนำเข้า เพื่อเร่งเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการในประเทศ ที่มีความสำคัญต่อความเข้มแข็งของระบบนิเวศน์ของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ฉากทัศน์ที่ 3 สถานการณ์โคม่า: *ไทยหยุด คิดใหม่ ทำใหม่* ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด กลยุทธ์ที่สามารถช่วยผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ให้ยังทรงตัวและพร้อมที่จะเดินต่อไปได้ คือ การเร่งสร้างระบบการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ได้สำเร็จและครบวงจรต่อเครื่องมือแพทย์ที่หลากหลายชนิด เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ใช้ รวมถึงการผลักดันให้นักศึกษาแพทย์ในวิทยาลัยแพทย์ได้มีโอกาสใช้และคุ้นเคยกับเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตเองในประเทศไทย เพื่อที่ต่อไปจะทำให้เครื่องมือแพทย์ไทยเองเป็นแบรนด์ที่แพทย์เหล่านี้จะนึกถึงและนำมาใช้งานจริงในการรักษาผู้ป่วย นอกจากนี้กลยุทธ์การสร้างตลาดไม่ว่าจะเป็นตลาดในประเทศเองที่ต้องให้สิทธิการนำใช้เครื่องมือแพทย์ไทยที่ช่วยลดการนำเข้าเครื่องมือแพทย์จากต่างประเทศ และการสร้างตลาดในต่างประเทศ การดึงเลิงลงทุนจากต่างประเทศลงทุนในกลุ่มตลาดที่มีความต้องการสูงในประเทศ ได้แก่ ตลาดผู้สูงอายุ และ โรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ และการสร้างตลาดในต่างประเทศที่มีความต้องการเครื่องมือแพทย์ที่สอดคล้องกับศักยภาพของผู้ประกอบการในประเทศไทย

สำหรับในฉากทัศน์ที่ 4 ต้องชนะใจผู้ใช้: *ไทยต้อง ชนะใจ ไทยด้วยกัน* ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ยังไม่สามารถชนะใจผู้ใช้ภายในประเทศเองได้ กลยุทธ์สำคัญที่ต้องเร่งนำมาใช้ คือ การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ให้ผู้ใช้มั่นใจในประสิทธิภาพและยอมรับในการนำมาใช้งานได้ในที่สุด รวมไปถึงการผลักดันให้นักศึกษาแพทย์ในวิทยาลัยแพทย์ได้มีโอกาสใช้และคุ้นเคยกับเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตเองในประเทศไทย และการสนับสนุนการร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์ระหว่างผู้ประกอบการและแพทย์ผู้ใช้ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ตอบความต้องการที่แท้จริง รวมไปถึงการเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีนวัตกรรมโดยเฉพาะในด้าน AI/ML, Telehealth/5G, Personalized care เพื่อให้ตอบโจทย์ผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น และการสร้างตลาดในประเทศเองที่ต้องให้สิทธิการนำใช้เครื่องมือแพทย์ไทยที่ช่วยลดการนำเข้าเครื่องมือแพทย์จากต่างประเทศ

จากการพิจารณากลยุทธ์ในข้างต้น เมื่อนำกลยุทธ์ในแต่ละฉากทัศน์ พิจารณาประกอบกับแนวโน้มสำคัญ (key drivers) จะพบว่า กลยุทธ์ที่สำคัญจะสามารถจัดได้เป็นสองประเภทใหญ่ ได้แก่ (1) กลยุทธ์หรือ

แนวโน้มสำคัญที่เป็นโครงสร้างหรือกลไกในการขับเคลื่อน และ (2) กลยุทธ์หรือแนวโน้มสำคัญที่เป็นกลุ่มตลาดหรือเทคโนโลยีเป้าหมาย ดังแสดงสรุปในรูปที่ 6.2-2 โดยกลยุทธ์ที่เป็นโครงสร้างหรือกลไกจะเป็นมาตรการสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยมีกลุ่มตลาดและเทคโนโลยีเป้าหมายเป็นปัจจัยเกื้อหนุน ดังนั้นเมื่อพิจาณากลยุทธ์หรือแนวโน้มสำคัญในกลุ่มที่เป็นโครงสร้างหรือกลไกในการขับเคลื่อนจะพบว่ากลไกขับเคลื่อนและแนวโน้มสำคัญเหล่านี้จะสอดคล้องกับ 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (A) การยกระดับการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ (B) การสร้างตลาดและการลงทุน และ (C) การเตรียมพร้อมเทคโนโลยีและบุคลากรเพื่อระบบนิเวศน์ของอุตสาหกรรม

โครงสร้างและกลไกขับเคลื่อน	กลุ่มตลาดหรือเทคโนโลยีเป้าหมาย
การสร้างหน่วยงานและกลไกสนับสนุนการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ → มาตรฐาน	Aging Society
ทุนวิจัยสนับสนุนระยะยาว เพื่อพัฒนานวัตกรรมและสร้างบุคลากรสำหรับอุตสาหกรรม → เทคโนโลยีและบุคลากร	โรคแพร่ระบาดสายพันธุ์ใหม่
การสร้างความเข้มแข็งด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และสร้างตลาด → ตลาดและการลงทุน	Telehealth, IoT, 5G
เงินลงทุนจากต่างประเทศ → ตลาดและการลงทุน	Advanced data analytics, AI, ML
การผลักดันด้านนโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐ → ตลาดและการลงทุน	Personalized care/precision medicine
หน่วยงานกลางที่ประสานขับเคลื่อน มาตรฐานและผลิตภัณฑ์ → มาตรฐาน	

รูปที่ 6.2-2 โครงสร้างและการขับเคลื่อนกลยุทธ์ต่อกลุ่มตลาดเป้าหมาย

ดังนั้นร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ จึงมีโครงสร้างหลักสำคัญ 3 ด้าน ซึ่งถือเป็นวัตถุประสงค์หลักของแผนกลยุทธ์ และเป็นเสาหลักที่ที่ปรึกษาได้ใช้ในการวางยุทธศาสตร์และมาตรการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวและนำไปสู่การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้ในที่สุด ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักทั้ง 3 ด้านประกอบด้วย

A. การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล – Harmonized national standards
B. การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน – Creation of market and investment for sustainable growth
C. การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล – Creation of ecosystem for medical device industry: technology and human resources

ในส่วนของวัตถุประสงค์ด้านการสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล ได้แบ่งย่อยออกเป็น 3 ยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้งส่วนของ

A1) การสร้างบุคลากร

A2) การสร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน และ

A3) การปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์เพื่อปลดล็อกประตูบานหลักสำคัญ (gateway) ที่นำไปสู่การสร้างหน่วยงานและโครงสร้างในการดูแลและส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์

สำหรับวัตถุประสงค์ด้านการสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืนนั้น ได้ถูกแบ่งย่อยลงมาในระดับยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญต่าง ๆ 3 ด้าน อันประกอบไปด้วย

B1) นโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐ

B2) การยกระดับคุณภาพและการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ และ

B3) การดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศเพื่อสนับสนุนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศและการขยายตลาดสู่ต่างประเทศ

ในส่วนของวัตถุประสงค์สุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบนิเวศของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้เน้นไปด้านการลดช่องว่างของเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคลเป็นสำคัญ เพื่อให้สามารถช่วยให้ประเทศไทยแข่งขันกับต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นยุทธศาสตร์หลัก 3 ด้าน คือ

C1) การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์

C2) การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยี และ

C3) การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาว

จากวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์ในข้างต้น ทางที่ปรึกษาได้จัดทำร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยมีมาตรการเสนอภายใต้แต่ละยุทธศาสตร์ และได้นำเสนอร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ในการประชุมกลุ่มย่อย (brainstorm workshop) ครั้งที่ 2 ซึ่งได้เชิญผู้ทรงคุณวุฒิและะผู้เชี่ยวชาญที่เป็นตัวแทนจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยครอบคลุมทั้งบุคลากรทางการแพทย์ นักวิชาการ นักวิจัย ผู้ประกอบการด้านการแพทย์ และผู้วางแผนหรือนโยบายภาครัฐ โดยในการประชุมกลุ่มย่อย ทางคณะทำงานได้เสนอภาพจำลองอนาคตของฉากทัศน์ต่างๆ และนำเสนอร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ เพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพจำลองอนาคตและร่างแผนงานฯ โดยทางผู้ทรงคุณวุฒิฯ ได้มีการเสนอยุทธศาสตร์และมาตรการเพิ่มเติมเข้าไปในร่างแผนงานฯ และทำการให้คะแนนความเร่งด่วนในการนำมาตรการไปใช้ในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรรมเครื่องมือแพทย์

หลังจากการประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 2 ทางคณะผู้วิจัย ได้ดำเนินการปรับปรุงร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ ที่จัดลำดับมาตรการตามคะแนนความเร่งด่วน และทำการนำเสนอเผยแพร่ผลการศึกษาและร่างแผนงานเชิงกลุยทธ ในการสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังความคิดเห็น ให้กับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้สนใจ จากภาครัฐ การศึกษา วิจัย และเอกชน จำนวนผู้เข้าร่วมมากกว่า 70 คน เพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดทำแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ รวมถึงนโยบาย ยุทธศาสตร์และมาตรการดำเนินการของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ และได้รวบรวมข้อคิดเห็น เสนอแนะ สำหรับปรับปรุงร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ทางที่ปรึกษาทำการประมวลและวิเคราะห์ ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งจากการประชุมกลุ่มย่อยครั้งที่ 2 และ การสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาฯ และปรับปรุงร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ โดยเพิ่มเติมมาตรการที่สำคัญและเกี่ยวข้องในเสาวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการเพิ่มเติมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในมาตรการเดิมที่สอดคล้องกับข้อเสนอแนะ โดยภาพรวมของแผนงานเชิงกลยุทธ์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้แสดงสรุปไว้ในรูปที่ 6.2-3 ทั้งนี้**มาตรการที่ A1.6, A1.7, B1.8, B2.6, B3.3, C1.8, C2.6 และ C3.7 ได้ถูกเพิ่มเติม**ระหว่างการเผยแพร่สัมมนาผลการศึกษา ฯ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ผู้เข้าร่วมการสัมมนา ฯ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ยังมี**ข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้เข้าร่วมการสัมมนา** ดังนี้

1. ให้มีการเปิดเผยข้อมูลเครื่องมือแพทย์ที่จัดซื้อโดย สปสช. ในแต่ละปี เพื่อจะได้ทราบถึงความต้องการภายในประเทศ และนำไปสู่การพัฒนาเพื่อทดแทนการนำเข้าได้ในที่สุด
2. การใช้ประโยชน์จากบัญชีนวัตกรรมให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ไม่ใช่เป็นเพียงเครื่องมือการกดราคาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ผลิตขึ้นได้เองในประเทศ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเทียบเท่าสากลแล้วอย่างถูกต้องครบถ้วนเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ
3. การปลดล็อกความชำนาญทางวิชาชีพของวิศวกรทางด้านเครื่องมือแพทย์ที่จำกัดอยู่เพียงแค่วิศวกรไฟฟ้า ให้เปลี่ยนมาครอบคลุมถึงวิศวกรด้านชีวการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับด้านเครื่องมือแพทย์โดยตรง ซึ่งมหาวิทยาลัยชั้นนำต่าง ๆ ในประเทศไทยได้มีภาควิชาวิศวชีวการแพทย์อย่างเป็นรูปธรรมมาแล้วกว่า 10 ปี
4. การรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ในประเทศไทยเองควรมีห้องปฏิบัติการพื้นฐานที่วิเคราะห์ biocompatibility ของเครื่องมือแพทย์ที่ได้มาตรฐานสากล และให้บริการวิเคราะห์ตามข้อกำหนดมาตรฐานสากลให้เพียงพอ ปัจจุบันอุปสรรคสำคัญของผู้ประกอบการและนักวิจัย คือ การส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้าน biocompatibility ในต่างประเทศ เช่น ประเทศสิงคโปร์ หรือประเทศจีน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมาก และเป็นข้อจำกัดในการขอทุนวิจัย

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์									
ยุทธศาสตร์	A1 การสร้างความพร้อมของบุคลากร	A2 การสร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน	A3 การปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้าง ที่เป็น Gateway ในการดูแลและ ส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	B1 นโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐและกลไกการสนับสนุนการลงทุนจากหน่วยงานภาครัฐสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	B2 การยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้ เพื่อสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็งและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	B3 การดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศ เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศ และการขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ	C1 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์	C2 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล	C3 การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาวสำหรับพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีทางการแพทย์ สำหรับแนวโน้มเทคโนโลยีและความต้องการแห่งอนาคต
มาตรการ	A1.1 การสร้างและพัฒนาบุคลากรเพื่อสนับสนุน Medical Product Consortium of Thailand (MPCT) เช่น ส่งบุคลากรไป training ด้าน internal review ในต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์, ศึกษากระบวนการของ	A2.1 การจัดตั้งหน่วยงานกลางอิสระ ที่มีตัวตนชัดเจน เพื่อ ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล ห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งหมดในประเทศที่มีอยู่ในปัจจุบัน และประสานงาน	A3.1 การสร้างตำแหน่งบุคลากรจาก กพร. และผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐาน เพื่อการกำกับดูแล regulations ที่เกี่ยวข้องต่างๆ	B1.1 การเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์จากกองทุนสุขภาพต่าง ๆ และระบบประกันสุขภาพ ที่มีแนวทางในการสนับสนุนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาและผลิตในประเทศที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนในประเทศ	B2.1 การสนับสนุนให้วิทยาลัยการแพทย์ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ที่พัฒนาในประเทศและได้รับมาตรฐาน สำหรับการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ เพื่อสามารถให้คำแนะนำข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์	B3.1 การดึงเงินลงทุนต่างประเทศเพื่อลงทุนในกลุ่มตลาดผู้สูงอายุ และกลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ที่มีฐานการตลาดในประเทศที่สูง และมีศักยภาพการขยายตลาดต่อยอดไปในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้านได้ในอนาคต	C1.1 การผลักดันให้มีผู้มีอำนาจในระดับคณะบริหารประเทศ รวมไปถึง top-tier leadership ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อผลักดันนโยบายแห่งชาติด้านเครื่องมือแพทย์อย่างจริงจัง คล้ายกับตัวอย่างของอุตสาหกรรมพลังงานที่มีกระทรวงพลังงานและ บริษัทยักษ์ใหญ่	C2.1 การวาง technology mapping ของเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ที่มีความสำคัญต่อประเทศ ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors	C3.1 ทุนวิจัยสนับสนุนบริษัท start-up สำหรับพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์ เพื่อโอกาสของตลาดแห่งอนาคต โดยมุ่งสนับสนุนกลุ่มที่มีผลกระทบต่อประเทศสูง ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่

	US FDA และ CE เป็นต้น	เชื่อมโยงเครือข่ายห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ด้วยกัน เพื่อ service ข้อมูลดังกล่าวให้กับนักวิจัย และผู้ประกอบการ รวมถึงจัดทำ national database ด้านมาตรฐานการทดสอบ ให้ครอบคลุมเครื่องมือแพทย์ทั้งหมดที่ประเทศต้องการพัฒนา และ จัดทำแผนการลงทุนด้านการทดสอบเครื่องมือแพทย์ของประเทศ		ผู้รับบริการทางการแพทย์	การแพทย์ให้ถูกใจผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง		ด้านพลังงาน เช่น ปตท. ที่มีภาพลักษณ์ตลาดและการลงทุนในระดับ global อย่างชัดเจน	- กลุ่ม personalized treatment/precision medicine รวมไปถึงการจัดทำระบบข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ insight การแพทย์เพื่อใช้พัฒนาและวิจัยเทคโนโลยีการแพทย์ให้สอดคล้องกับความต้องการ	- กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors - กลุ่ม personalized treatment/precision medicine
	A1.2 สร้างบุคลากรสำหรับทำหน้าที่ consult ด้านเครื่องมือแพทย์ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ประจำอยู่ตาม node ภูมิภาคต่าง ๆ หรือ ใน	A2.2 การสร้างศูนย์ One-stop-service สำหรับสนับสนุนการขอรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ที่สามารถช่วยประสานการดำเนินงานขอ	A3.2 การสร้างและสนับสนุน pre submission program ให้เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง ทั้งในเชิงบุคลากรและหน่วยงานรับผิดชอบ	B1.2 การสร้างฐานข้อมูลการเบิกจ่ายภาครัฐของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อเก็บและทำนายผลความต้องการทางการแพทย์ของประชากร	B2.2 กลไกการตลาดและประชาสัมพันธ์ที่ช่วยสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นที่ดีให้กับผู้ใช้ ได้แก่ แพทย์และผู้ป่วย ในการใช้งานเครื่องมือ	B3.2 การขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอาเซียนและประเทศกำลังพัฒนาที่มีความต้องการเครื่องมือแพทย์จำนวนมาก เพื่อ	C1.2 การมีหน่วยงานกลางเชื่อมโยงอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆในประเทศ ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ที่สามารถมีบทบาทสำคัญต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ	C2.2 การสนับสนุนความร่วมมือกับบริษัทต่างประเทศ เพื่อดึงเทคโนโลยีที่สำคัญจากการวิเคราะห์ technology mapping และ patent landscape ต่อการลดช่องว่างด้าน	C3.2 นโยบายการสนับสนุนการวิจัย หรือการพัฒนาที่นำไปสู่การผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ชัดเจน โดยอาจแยกเป็นกรอบ - เครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นและเร่งด่วน

	รูปแบบ tele-consultation A	มาตรฐานในทุกภาคส่วนต่างๆ ซึ่งอาจจะใช้แนวทางการดึงหน่วยงานต่างประเทศที่มีความพร้อม เข้ามาช่วยสร้างระบบอย่างเร่งด่วน		ในประเทศ โดยการวิเคราะห์ trends of disease burden จากหน่วยงานกองทุนกลางของรัฐ เช่น สปสช. กรมบัญชีกลาง และประกันสังคม เพื่อทราบความต้องการทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างแท้จริง	แพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ	ขยายตลาด และยกระดับกระบวนการผลิตและมาตรฐานของผู้ประกอบการในประเทศ	แพทย์ เพื่อเอื้อให้ผู้ประกอบการโรงพยาบาล และนักวิจัย สามารถร่วมพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์สู่เชิงพาณิชย์ ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ	เทคโนโลยี เพื่อให้สามารถต่อยอดไปสู่การสร้างเทคโนโลยีของตนเองได้	- เครื่องมือแพทย์ที่ใช้ทดแทนของเดิมที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ ช่วยลดการนำเข้า - เครื่องมือแพทย์ที่รองรับเทคโนโลยีในอนาคต
	A1.3 การร่วมทดสอบ interlaboratory comparison ระหว่างบุคลากรของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ให้บริการการทดสอบแบบเดียวกัน เพื่อสร้างความแม่นยำของผู้ทดสอบ	A2.3 การเร่งสร้าง certifying laboratories ให้ทั่วประเทศ ที่ครอบคลุม รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายไม่สูง รวมไปถึงการมีหน่วยงานกลางในการประสาน ให้คำปรึกษา และดำเนินการทำ clinical trial ที่ชัดเจนและรวดเร็ว	A3.3 การเร่งสร้างฐานข้อมูลมาตรฐานในระดับ Horizontal standards ให้ครอบคลุม ก่อนนำไปสู่การจัดทำมาตรฐาน vertical standards สำหรับแต่ละเครื่องมือ	B1.3 การสนับสนุนการวิจัยและการลงทุน สำหรับการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ใน sectors ที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors	B2.3 การผลักดันและสนับสนุนให้ผู้ประกอบ การในประเทศ พัฒนาแบรนด์ของผลิตภัณฑ์ ที่ยกระดับด้านมาตรฐาน และ ความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยมีหน่วยงานกลางช่วยสนับสนุน กระบวนการ พัฒนาแบรนด์ และมาตรฐาน	B3.3 การสนับสนุนให้มีการส่งเสริการทำตลาดไปต่างประเทศ เช่น การสนับสนุนการออกบูธใน international expo ที่สำคัญด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของโลก (เช่น การออกหนังสือรับรองที่รวดเร็ว สนับสนุนค่าใช้จ่ายการออกบูธ เป็นต้น) และส่งเสริมการจับคู่เชิงกลยุทธ์	C1.3 สร้างฐานข้อมูลนักวิจัย แพทย์ และห้องปฏิบัติการกลาง ที่สำหรับการรับรองการผลิตเครื่องมือแพทย์ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เพื่อให้นักวิจัย ผู้ประกอบการ และแพทย์สามารถสร้างทีมวิจัยร่วมกันได้	C2.3 การสนับสนุนการจ้างผู้เชี่ยวชาญในเทคโนโลยียุทธศาสตร์ เพื่อมาถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีให้แก่บุคลากรด้านเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	C3.3 การสนับสนุนเทคโนโลยีหุ่นยนต์และ AI สำหรับพัฒนาเครื่องมือแพทย์ด้าน personalized care และ precision medicine

				-กลุ่ม personalized treatment/precision medicine		กับ sale offices & distributors ของต่างประเทศ เพื่อก่อให้เกิดการสร้างตลาดในต่างประเทศที่มีขนาดใหญ่ ตรงกลุ่มเป้าหมาย อย่างรวดเร็ว			
	A1.4 ให้นักวิจัยและผู้ประกอบการด้านเครื่องมือแพทย์เข้าอบรมหลักสูตรเบื้องต้นของ MPCT (expert training) เพื่อให้เห็นภาพการผลิตเครื่องมือแพทย์อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นน้ำ ถึงปลายน้ำ	A2.4 สร้างมาตรฐานการรับรองเครื่องมือแพทย์ชนิดเดียวกันด้วยระบบเดียวกันที่ชัดเจน เพื่อสนับสนุนการพิจารณาที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ		B1.4 การสร้างระบบฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ที่นำเอา ความต้องการจากภาคสาธารณสุขมาทำการ matching กับการวิจัยและพัฒนาของภาควิจัยและอุตสาหกรรม	B2.4 การเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ในประเทศด้วยเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการยกระดับ ได้แก่ IoT, 5G, AI และ data analytics		C1.4 การมีโครงสร้างกลไก และ medical hub ที่ช่วยเอื้อให้ผู้ประกอบการในประเทศ มีต้นทุนที่ลดลง (เช่น มาตรการภาษี) เพื่อที่ผู้ประกอบการสามารถมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้แข่งขันได้กับนานาชาติ	C2.4 การสนับสนุนบุคลากรในประเทศเข้าอบรมหรือทำงานในบริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างประเทศ เพื่อสร้างผู้เชี่ยวชาญและเพิ่มพูนความรู้ในกลุ่มเทคโนโลยีที่สำคัญ จาก technology mapping analysis เพื่อสร้างความพร้อมด้านบุคลากร	C3.4 ทุนวิจัยสนับสนุนทุนวิจัยและทุนการศึกษาสำหรับหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับเครื่องมือแพทย์ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีผลกระทบสูง ได้แก่: - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors - กลุ่ม personalized treatment/precision medicine

	A1.5 การตลาดและการสร้างภาพลักษณ์ ให้บริษัทเครื่องมือแพทย์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมี เพื่อส่งเสริมให้ดึงดูดบุคลากรที่มี talent และศักยภาพสูง สนใจเรียนและทำงาน	A2.5 การสนับสนุนการเตรียมแฟ้มเอกสารสำหรับเครื่องมือแพทย์แบบ Common Submission Dossier Template (CSDT) ที่ถูกต้องและครบถ้วน ก่อนที่จะยื่นขอรับรองกับทาง อย. เพื่อช่วยเร่งกระบวนการ pre submission		B1.5 มาตรการสนับสนุน การนำสิทธิบัตรและนวัตกรรมในประเทศไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น Bayh-Dole act, Freedom to Operate เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ	B2.5 การยกระดับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ให้แบรนด์และคุณภาพพัฒนาเข้าสู่ระดับพรีเมี่ยม เพื่อเจาะตลาดกลุ่มโรงพยาบาลเอกชนและนานาชาติ รวมไปถึงการเข้าถึงการเบิกจากกลุ่มประกันสุขภาพเอกชน		C1.5 การสร้างโครงสร้างและระบบที่ดึงดูด international talents รวมไปถึงการสร้างความร่วมมือกับระดับนานาชาติ ที่สามารถสร้างผลกระทบได้อย่างแท้จริง ก่อให้เกิด global eco system แบบ close loop ในประเทศ	C2.5 การเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนและเทคโนโลยีด้านการออกแบบและผลิต chip สำหรับส่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ผ่านระบบไร้สาย ที่ได้มาตรฐานการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลผู้ป่วย ระดับนานาชาติ ซึ่งจะมีความสำคัญสูงในผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในอนาคตที่ต้องพึ่งการเชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สาย	C3.5 การพัฒนาเทคโนโลยีเก็บข้อมูลและวิจัยด้าน data analytics เพื่อการคาดการณ์แนวโน้มของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมวางแผนล่วงหน้า
	A1.6 สร้างหลักสูตร medical regulation affairs ในมหาวิทยาลัย หรือผสานร่วมกับหลักสูตรวิศวกรรชีวการแพทย์ในปัจจุบัน เพื่อสร้างบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐานและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	A2.6 การจัดทำขั้นตอนการทดสอบกลาง เพื่อให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ และคลินิค ที่ให้บริการทดสอบแบบเดียวกัน ใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบ		B1.6 มาตรการสนับสนุนต่างๆ เช่น ทางภาษี หรือ BOI ที่สนับสนุนผู้ประกอบการในการสร้างผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทน ที่ได้มาตรฐาน เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้ และมีราคาถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยกองทุนเบิกจ่ายภาครัฐ จะต้องปรับ	B2.6 ส่งเสริมพัฒนาการวางแผนวิจัยให้สอดคล้องกับความต้องการและง่ายต่อการใช้งาน (usability & human factor engineering) รวมไปถึงการพัฒนาหลักสูตรที่ภาคการศึกษา เกี่ยวกับมาตรฐานให้ตระหนักเรื่องการออกแบบนวัตกรรมทาง		C1.6 การสร้างนโยบายและระเบียบเพื่อรองรับ software as medical devices เพื่อเตรียมพร้อมต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT, 5G, AI และ ML ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้อย่างปลอดภัยต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย	C2.6 พัฒนาบุคลากรภาคการศึกษา อุดมศึกษา/อาชีวศึกษา ที่มีความเข้าใจตระหนักการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ ให้ออกแบบตามมาตรฐานการแพทย์ เช่น ความปลอดภัยทางไฟฟ้า รวมไปถึงมีทักษะในการพัฒนานวัตกรรมที่ต่อยอดในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้เลย รวมไปถึงการก่อตั้งเป็น start-up	C3.6 การใช้ประโยชน์การวิจัยและพัฒนาจากทุนสนับสนุนของ พรบ. เพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศ ที่ BOI ได้รับมอบอำนาจจัดการ โดยเน้นการสนับสนุนการวิจัยพัฒนาที่มีความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ที่มี externality สูงและเกิดผลกระทบในวง

				เพดานการเบิกที่เอื้อให้ผลิตภัณฑ์การแพทย์ดังกล่าวแข่งขันได้	อุปกรณ์การแพทย์ ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง				กว้าง ที่ควรมุ่งเน้นสนับสนุนผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ในประเทศที่ตอบโจทย์สังคมอย่างแท้จริง
	A1.7 การสร้างตำแหน่งราชการให้กับวิศวกรชีวการแพทย์ และเจ้าหน้าที่ให้การรับรองมาตรฐาน ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโรงพยาบาลภาครัฐ โดยมีการสนับสนุนการรับรองคุณวุฒิความรู้ รวมทั้งรณรงค์สนับสนุนให้บริษัทเอกชนทั้งด้านการผลิต วิจัย นำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ควรมีวิศวกรชีวการแพทย์หรือเจ้าหน้าที่ด้านการรับรองมาตรฐานอยู่	A2.7 หาเครือข่าย partner laboratory กับต่างประเทศ เพื่อยืนยันผลการทดสอบและให้ได้มาซึ่งมาตรฐานสากล		B1.7 การเสริมจุดแข็งของโครงสร้างการวิจัยและนวัตกรรมที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน เช่น บัญชีนวัตกรรม ให้มีประโยชน์อย่างแท้จริง เช่น การเบิกจ่ายจากกองทุนภาครัฐ หรือ การลดหย่อนภาษี หรือการสนับสนุนการลงทุนตั้งต้น เป็นต้น			C1.7 ทุนสนับสนุนแบบ strong-up ที่สนับสนุนบริษัทหรือผู้ผลิตในประเทศที่มี core competencies ทางการผลิต ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทน ที่มีตลาดความต้องการอยู่แล้วในปัจจุบัน เพื่อเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการและผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ		C3.7 ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาวัตถุดิบในการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ประเทศมีศักยภาพการแข่งขันสูง เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมต้นน้ำ เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างยั่งยืน

	ในแผนการทำงานของบริษัท								
		A2.8 งบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐที่ไม่บังคับหน่วยงานที่รับงบประมาณในการตั้ง KPI เพื่อแสวงหากำไร หรือคืนทุนโดยเร็วจากการให้บริการห้องปฏิบัติการกลางทดสอบเครื่องมือแพทย์ รวมถึงการทำ interlab comparison กับ partner laboratory ต่างประเทศ		B1.8 นโยบายสนับสนุนการเบิกจ่ายจากภาครัฐ สำหรับการเช่าซื้อหรือหมุนเวียนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องใช้ต่อเนื่องหลังจากรักษาหายแล้ว หรือมีการเสียชีวิต เช่น รถเข็นธรรมดา รถเข็นไฟฟ้า โดยจัดระดับสัดส่วนการเบิกจ่ายตามความจำเป็นในการใช้งาน			C1.8 กลไกการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของบริษัทขนาดเล็ก และ การวางแผน exit plan เช่น merging & acquisition, การเข้าตลาด MAI และช่วยสนับสนุนแนวทางการดำเนินการเพื่อไปให้ถึง exit plan		
		A2.9 การสนับสนุนอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำ และปลาย							

		น้ำ ให้ได้รับมาตรฐานทางการแพทย์ เพื่อการสร้างความพร้อมของวัตถุดิบตั้งต้นที่สำคัญต่อการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์							
		A2.10 การสนับสนุนผู้ประกอบการดังเช่นรูปแบบบทกฎหมายเฉพาะกาลในช่วงเปลี่ยนผ่านการปรับปรุงระบบการยื่นขอมาตรฐานเครื่องมือแพทย์และการจัดทำ CSDT							

รูปที่ 6.2-3 ร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

6.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

จากร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ที่แสดงไว้ในรูปที่ 6.2-3 มาตรการต่าง ๆ ในแต่ละวัตถุประสงค์ของแผนงานสามารถถ่ายทอดออกสู่นโยบายในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การใช้งานในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยข้อเสนอแนะเชิงนโยบายตามยุทธศาสตร์และวัตถุประสงค์ พร้อมความเร่งด่วนในการนำใช้ (***s****hort*:ระยะสั้น ***i****mmediate*:ระยะกลาง ***l****ong*:ระยะยาว) ดังนี้

A. การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล (Harmonized national standards)

A1 การสร้างความพร้อมของบุคลากร

มาตรการ A1.1: การสร้างและพัฒนาบุคลากร เพื่อสนับสนุน Medical Product Consortium of Thailand (MPCT) ***(s)***

- เป็นการเตรียมความพร้อมด้านบุคลากรเพื่อสนับสนุนโครงสร้าง MPCT ที่ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อช่วยเสริมกองควบคุมเครื่องมือแพทย์ของ อย. โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายหน้าที่จะเน้นไปส่วนของนักวิจัยและผู้ผลิต และฝ่ายหลังที่จะเน้นไปที่ทีม regulator ของ อย. ในส่วนของฝ่ายหน้าจะมีหน้าที่หลักสำคัญ คือ การให้ความรู้กับผู้ประกอบการและนักวิจัยที่ประสงค์จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ โดยให้เริ่มกระบวนการทั้งหมดได้อย่างถูกต้องตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องต่อข้อกำหนดที่ระบุไว้ในเอกสารการยื่นจดแจ้งผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่พร้อมใช้งานแล้วกับ อย. ได้ก่อนที่จะสามารถนำไปใช้จริงในเชิงพาณิชย์ เพื่อไม่ให้ผู้ผลิตเสียเวลาและทรัพยากรในการปรับแก้ขั้นตอนหรือกระบวนการที่ไม่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ในภายหลัง ในส่วนของฝ่ายหลัง คือ การเตรียมพร้อมบุคลากรในส่วนของ regulator ให้มีความรู้ที่เพียงพอต่อการพิจารณาเครื่องมือแพทย์ที่ขอยื่นจดแจ้งกับ อย. ซึ่งเป็นสิ่งที่ประเทศไทยขาดแคลนและต้องการอย่างเร่งด่วน โดยในช่วงเริ่มต้นอาจเป็นในรูปแบบของการส่งบุคลากรไปอบรมหัวข้อต่าง ๆ เช่น internal review ในต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ รวมถึงศึกษากระบวนการของ USFDA หรือ CE ของยุโรป เป็นต้น

มาตรการ A1.2: สร้างบุคลากรสำหรับทำหน้าที่ consult ด้านเครื่องมือแพทย์ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ประจำอยู่ตาม node ภูมิภาคต่าง ๆ หรือ ในรูปแบบ tele-consultation ***(s)***

- สร้างทีมฝ่ายหน้าที่สอดคล้องกับ มาตรการ A1.1 สำหรับการกระจายการให้คำปรึกษาได้ทั่วถึงทั้งประเทศ เพื่อรองรับการให้ข้อมูลและความรู้กับนักวิจัยและผู้ประกอบการ

มาตรการ A1.3: การร่วมทดสอบ interlaboratory comparison ระหว่างบุคลากรของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ให้บริการการทดสอบแบบเดียวกัน เพื่อสร้างความแม่นยำของผู้ทดสอบ ***(i)***

- ห้องปฏิบัติการที่จะให้การรับรองมาตรฐาน จำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ (competency) ในการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล ดังนั้นในการพัฒนาศักยภาพของทีมนักวิจัยไทย (capability) ในส่วนของงานบริการวิเคราะห์ให้สามารถปฏิบัติงานได้

ตามมาตรฐานสากล จำเป็นต้องมีการ validate ทักษะ ความแม่นยำ และความชำนาญ โดยวิธีที่จะสามารถทำได้ คือ การสร้างเครือข่ายการทดสอบบริการระดับประเทศ แล้วจัดให้มีการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการเพื่อสร้าง competency ของผู้ปฏิบัติ เพื่อรองรับการให้บริการทดสอบเครื่องมือแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ทั้งนี้จากการจัด workshop และ public seminar การทดสอบขั้นเริ่มต้นที่จำเป็นของเครื่องมือแพทย์หลายชนิด และเป็นไปตามมาตรฐาน ISO คือ การทดสอบด้าน biocompatibility ที่ครอบคลุมการวิเคราะห์ 3 ด้านพื้นฐาน ได้แก่ 1. Cytocompatiblity 2. Irritation และ 3. Sensitization ดังนั้นหากมีเครือข่ายห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ทั้ง 3 ด้านที่ได้มาตรฐานภายในประเทศอย่างเพียงพอและทั่วถึง จะเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนการวิจัยและผลิตเครื่องมือแพทย์ภายในประเทศ ซึ่งเป็นโมเดลที่ประเทศจีนใช้ในการสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์จีนให้สามารถส่งออกสู้กับเครื่องมือแพทย์จากประเทศอื่น ๆ ในโลกได้

มาตรการ A1.4: ให้นักวิจัยและผู้ประกอบการด้านเครื่องมือแพทย์เข้าอบรมหลักสูตรเบื้องต้นของ MPCT (expert training) เพื่อให้เห็นภาพการผลิตเครื่องมือแพทย์อย่างชัดเจน ตั้งแต่ต้นน้ำ ถึงปลายน้ำ ***(i)***

- สอดคล้องกับมาตรการ A1.2 ที่นักวิจัยและผู้ประกอบการด้านเครื่องมือแพทย์เอง ต้องตระหนักและมีความเข้าใจถึงกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการควบคุมการผลิตเครื่องมือแพทย์ เริ่มตั้งแต่การออกแบบ การขึ้นรูป จนถึงการทดสอบ เพื่อให้ผลงานสุดท้ายพร้อมที่จะใช้จริงได้มากที่สุด หากขั้นตอนใด ขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการไม่ได้ comply กับกฎเกณฑ์ที่มีอยู่ จะทำให้ต้อง revise และ repeat ขั้นตอนนั้นใหม่ ซึ่งเป็นการสูญเสียทรัพยากรและเวลาที่มีจำกัด

มาตรการ A1.5: การตลาดและการสร้างภาพลักษณ์ ให้บริษัทเครื่องมือแพทย์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้ดึงดูดบุคลากรที่มี talent และศักยภาพสูงสนใจเรียนและทำงาน ***(i)***

- เพื่อเสริมความมั่นใจให้กับผู้ใช้ในภายหลัง และเป็นการ recruit คนเก่ง และคนที่มีศักยภาพในการเข้ามาร่วมทำงานในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

มาตรการ A1.6: สร้างหลักสูตร medical regulation affairs ในมหาวิทยาลัย หรือผสานร่วมกับหลักสูตรวิศวกรรชีวการแพทย์ในปัจจุบัน เพื่อสร้างบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐานและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ***(l)***

- เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะด้านเครื่องมือแพทย์ เนื่องจากสาขาวิชาชีพวิศวชีวการแพทย์ (biomedical engineering, bioengineering) ได้ปูพื้นฐานหลักสำคัญทางด้านเครื่องมือแพทย์ให้กับนิสิต/นักศึกษา เช่น เครื่องมือแพทย์ที่ใช้กำลังไฟฟ้า เครื่องมือแพทย์ด้านการวิเคราะห์ภาพ เครื่องมือแพทย์ที่ขึ้นรูปจากวัสดุเทียม รวมถึงเครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาจากเนื้อเยื่อธรรมชาติ เป็นทุนเดิมก่อนแล้ว ดังนั้นการเพิ่มเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับด้าน medical regulation

affairs ให้กับนิสิต/นักศึกษา จะทำให้นิสิต/นักศึกษา ได้มีความรู้ที่ครบถ้วนถึงกฎระเบียบ และมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือแพทย์ ซึ่งจะเป็นส่วนเสริมสำคัญต่อวิชาชีพในภายหน้า เมื่อนิสิตก้าวมาเป็นผู้ประกอบการ นักวิจัย หรือนักนโยบายที่ดูแลเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

มาตรการ A1.7: การสร้างตำแหน่งราชการให้กับวิศวกรชีวการแพทย์ และเจ้าหน้าที่ให้การรับรองมาตรฐาน ให้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โรงพยาบาลภาครัฐ โดยมีการสนับสนุนการรับรองคุณวุฒิความรู้ รวมทั้งรณรงค์สนับสนุนให้บริษัทเอกชนทั้งด้านการผลิต วิจัย นำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ควรมีวิศวกรชีวการแพทย์หรือเจ้าหน้าที่ด้านการรับรองมาตรฐานอยู่ในแผนการทำงานของบริษัท ***(i)***

- เพื่อเสริมกำลังบุคลากรสำคัญด้านการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ให้กระจายครอบคลุมทั้งส่วนของการกำกับดูแล ส่วนของผู้ประกอบการ และส่วนของนักวิจัย เพื่อให้เครื่องมือแพทย์ที่ผลิตขึ้นมาได้ถูกนำไปใช้งานได้จริง และเกิดประโยชน์สูงสุด

A2 การสร้างความพร้อมของโครงสร้าง

มาตรการ A2.1: การจัดตั้งหน่วยงานกลางอิสระทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งหมดในประเทศ และจัดทำ national database ด้านมาตรฐานการทดสอบ ให้ครอบคลุมเครื่องมือแพทย์ทั้งหมดที่ประเทศต้องการพัฒนา ***(s)***

- หน่วยงานกลางอิสระที่มีตัวตนชัดเจน ไม่มี conflict of interest จะเป็นหน่วยงานสำคัญที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งหมดในประเทศที่มีอยู่ในปัจจุบัน และประสานงานเชื่อมโยงเครือข่ายห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ด้วยกัน เพื่อ service ข้อมูลดังกล่าวให้กับนักวิจัย และผู้ประกอบการ ดังนั้นหากมีความต้องการทดสอบวิเคราะห์ใด ๆ ก็สามารถติดต่อหน่วยงานกลางนี้เพื่อหาข้อมูลห้องปฏิบัติการที่รับทดสอบ และวิธีทดสอบได้ ในปัจจุบันไม่มีแหล่งข้อมูลดังกล่าวอยู่รวมกัน ซึ่งถือเป็นอุปสรรคสำคัญต่อนักวิจัยและผู้ประกอบการในการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ นอกจากนี้หน่วยงานกลางยังทำหน้าที่จัดทำ national database ด้านมาตรฐานการทดสอบ ให้ครอบคลุมเครื่องมือแพทย์ทั้งหมดที่ประเทศต้องการพัฒนา ทำให้รู้ว่าเรามีอะไร อยู่ที่ไหน และยังขาดอะไรอีกบ้าง ซึ่งถือเป็น strategic mapping ด้านห้องปฏิบัติการทดสอบและมาตรฐานการทดสอบ

มาตรการ A2.2: การสร้างศูนย์ One-stop-service สำหรับสนับสนุนการขอรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ที่สามารถช่วยประสานการดำเนินงานเพื่อขอมาตรฐานในทุกภาคส่วนต่างๆ ซึ่งอาจจะใช้แนวทางการดึงหน่วยงานต่างประเทศที่มีความพร้อม เข้ามาช่วยสร้างระบบอย่างเร่งด่วน ***(s)***

- เป็นการช่วยนักวิจัยและผู้ประกอบการ สามารถขอรับรองมาตรฐานได้อย่างครบวงจรจากศูนย์แห่งเดียวที่ให้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน

มาตรการ A2.3: การเร่งสร้าง certifying laboratories ให้ทั่วประเทศ ที่ครอบคลุม รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายไม่สูง ***(i)***

- ช่วยยกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบให้ได้มาตรฐาน ISO เทียบเท่าสากล และผลักดันให้ห้องปฏิบัติการทดสอบวิเคราะห์ ยกระดับความสามารถและศักยภาพของตนเองให้ได้มาตรฐานสากล

มาตรการ A2.4: สร้างมาตรฐานการรับรองเครื่องมือแพทย์ชนิดเดียวกัน ด้วยระบบเดียวกันที่ชัดเจน เพื่อสนับสนุนการพิจารณาที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ***(i)***

- เป็นการ synchronize วิธีทดสอบให้ห้องปฏิบัติการปฏิบัติตามขั้นตอนแบบเดียวกัน เพื่อยืนยันผลการทดสอบได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ระบบการทดสอบเดียวกันยังช่วย regulator ในมาตรการ A1.1 ให้พิจารณาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

มาตรการ A2.5: การสนับสนุนการเตรียมแฟ้มเอกสารสำหรับเครื่องมือแพทย์แบบ Common Submission Dossier Template (CSDT) ที่ถูกต้องและครบถ้วน ก่อนที่จะยื่นขอรับรองกับทาง อย. เพื่อช่วยเร่งกระบวนการ pre submission ***(i)***

- เป็นการช่วยนักวิจัยและผู้ประกอบการ เตรียมเอกสาร CSDT ทั้งหมดที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง และพร้อมยื่นขอรับรองกับ อย.

มาตรการ A2.6: การจัดทำขั้นตอนการทดสอบกลาง เพื่อให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ และคลินิค ที่ให้บริการทดสอบแบบเดียวกัน ใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบ ***(i)***

- เป็นการเสริมมาตรการข้อ 2.4 ที่ครอบคลุมทั้งการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ จนถึงระดับพรีคลินิค เพื่อให้นักวิจัยและผู้ประกอบการทีความเข้าใจตรงกัน และสามารถใช้มาตรฐานการทดสอบกลางแบบเดียวกันได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการยืนยันความปลอดภัยด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์

มาตรการ A2.7: หาเครือข่าย partner laboratory กับต่างประเทศ เพื่อยืนยันผลการทดสอบและให้ได้มาซึ่งมาตรฐานสากล ***(i)***

- ในส่วนของวิธีการทดสอบที่ยังไม่มีห้องปฏิบัติการใดได้มาตรฐาน ISO17025 จำเป็นต้องมีการยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการทดสอบก่อน ซึ่งสามารถทำได้โดยการทำ interlaboratory comparison กับห้องปฏิบัติการทดสอบในต่างประเทศที่ได้การรับรองมาตรฐานแล้ว เพื่อเป็นการ

validate ผลการทดสอบ ดังนั้นหน่วยงานกลางในมาตรการ A2.1 จะมีส่วนช่วยสำคัญในการช่วยหา partner laboratory ในต่างประเทศ

มาตรการ A2.8: งบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐที่ไม่บังคับหน่วยงานที่รับงบประมาณในการตั้ง KPI เพื่อแสวงหากำไร หรือคืนทุนโดยเร็วจากการให้บริการห้องปฏิบัติการกลางทดสอบเครื่องมือแพทย์ รวมถึงการทำ interlab comparison กับ partner laboratory ต่างประเทศ ***(i)***

- เพื่อสนับสนุนการจัดตั้งโครงสร้างพื้นฐานด้านห้องปฏิบัติการทดสอบในประเทศ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง หากหน่วยงานที่ดูแลคิดค่าบริการที่สูงจนเกินไปเพื่อจะคืนทุนหรือทำกำไร จะกลายเป็นกำแพงต่อนักวิจัยและผู้ประกอบการในการขอรับรองมาตรฐาน และไม่ได้เป็นการสนับสนุนอย่างแท้จริง

มาตรการ A2.9: การสนับสนุนอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ให้ได้รับมาตรฐานทางการแพทย์ เพื่อการสร้างความพร้อมของวัตถุดิบตั้งต้นที่สำคัญต่อการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์ ***(l)***

- เพื่อให้การพัฒนาเครื่องมือแพทย์เป็นไปได้อย่างครบวงจร ตั้งแต่การเลือกใช้วัสดุตั้งต้น การใช้เทคโนโลยีในขั้นตอนการผลิต และการรับรองมาตรฐาน

มาตรการ A2.10: การสนับสนุนผู้ประกอบการ ดังเช่นรูปแบบบทกฎหมายเฉพาะกาล ในช่วงเปลี่ยนผ่านการปรับปรุงระบบการยื่นขอมาตรฐานเครื่องมือแพทย์และการจัดทำ CSDT ***(l)***

- เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปได้อย่างราบรื่น และมีประสิทธิภาพ

A3 การปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้าง ที่เป็น Gateway ในการดูแลและส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์

มาตรการ A3.1: การสร้างตำแหน่งบุคลากรจาก กพร. และผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐาน เพื่อการกำกับดูแล regulations ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ***(s)***

- เนื่องจาก กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ อย. มีจำนวนบุคลากรที่จำกัด ประกอบกับ regulations ต่างๆ ที่มีจำนวนมาก และเป็นงานที่ต้องเรียนรู้ใหม่ จำเป็นต้องอาศัยบุคลากรที่มีตำแหน่งงานประจำเป็นผู้ปฏิบัติ เพราะในปัจจุบันทาง regulator ต้องใช้วิธีแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยการจ้างงานตำแหน่งชั่วคราว ทำให้องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไม่สามารถถูกสร้างให้ติดอยู่ประจำที่ อย. ได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องเพิ่มตำแหน่งบุคลากรมาช่วยงานในส่วนนี้ และควรเป็นบุคลากรที่มีความรู้ทางด้านเครื่องมือแพทย์ด้วย เช่น สายวิชาชีพวิศวชีวการแพทย์

มาตรการ A3.2: การสร้างและสนับสนุน pre submission program ให้เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง ทั้งในเชิงบุคลากรและหน่วยงานรับผิดชอบ ***(s)***

- เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ และเสริมมาตรการข้อ A1.1 A1.4 และ A2.2

มาตรการ A3.3: การเร่งสร้างฐานข้อมูลมาตรฐานในระดับ Horizontal standards ให้ครอบคลุม ก่อนนำไปสู่การจัดทำมาตรฐาน vertical standards สำหรับแต่ละเครื่องมือ ***(s)***

- เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับมาตรการข้อ A2.1 A2.2 และ A2.4 ซึ่งระดับ horizontal standard คือ การทดสอบขั้นพื้นฐานที่เครื่องมือแพทย์แต่ละชนิดต้องผ่านการทดสอบ ส่วนระดับ vertical standards จะเป็นการทดสอบที่แยกย่อยจำเพาะเจาะจงในแต่ละชนิด

B. การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน (Creation of Market and Investment for Sustainable Growth)

B1 นโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐและกลไกการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

มาตรการ B1.1: การเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์จากกองทุนและระบบประกันสุขภาพภาครัฐ ที่มีแนวทางการสนับสนุนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาและผลิตในประเทศที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดต่อประชาชน ***(s)***

- ตลาดในประเทศที่สำคัญที่มีขนาดใหญ่สุดสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ คือ การเบิกจ่ายจากกองทุนและระบบประกันสุขภาพภาครัฐ ดังนั้นมาตรการการเบิกจ่ายที่สนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศ จะมีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ อย่างไรก็ตามนโยบายการเบิกจ่ายจากกองทุนภาครัฐ จักต้องคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนในประเทศ ดังนั้นการเบิกจ่ายควรพิจารณาสนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่เบิกจ่ายสูงสุดในปัจจุบัน ที่เป็นกลุ่มโรคภัยที่ประชาชนในประเทศประสบปัญหาสูงสุด เช่น โรคหัวใจ Orthopedic ข้อเข่า ข้อสะโพก สายสวน จักษุ และทันตกรรม เป็นต้น และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศต้องได้รับมาตรฐานเป็นที่ยอมรับเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และสามารถผลิตได้ในราคาที่แข่งขันได้กับผลิตภัณฑ์นำเข้า เพื่อช่วยลดภาระต้นทุนทางการแพทย์ของภาครัฐ และต้นทุนที่ประหยัดไปได้ของกองทุนฯจะสามารถนำไปใช้เพิ่มเติมรายการเบิกจ่ายได้เพิ่มมากขึ้น

มาตรการ B1.2: การสร้างฐานข้อมูลการเบิกจ่ายภาครัฐของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อวิเคราะห์และทำนายความต้องการทางการแพทย์ของประชากรในประเทศ ***(s)***

- การพัฒนาระบบการเก็บฐานข้อมูลการเบิกจ่าย จากหน่วยงานกองทุนกลางภาครัฐ เช่น สปสช. กรมบัญชีกลาง และ ประกันสังคม เพื่อวิเคราะห์ trends of disease burden ให้ทราบความต้องการทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศอย่างแท้จริง จะเป็นประโยชน์ต่อการออกนโยบายเบิกจ่ายที่จะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชนในประเทศ และช่วยให้ผู้ประกอบการในประเทศมีข้อมูลและ insight ที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่จะเป็นที่ต้องการในประเทศและเบิกจ่ายได้
- นอกจากนี้ ในปัจจุบันการขอดูบัญชีเบิกจ่ายภาครัฐ เช่น สปสช มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก ต้องมีการทำเรื่องขอแบบมีลายลักษณ์อักษรเป็นเอกสารราชการเข้าไป ซึ่งในความเป็นจริง ข้อมูลเหล่านี้ควรเปิดเป็นข้อมูลสาธารณะที่ให้ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำ data analytics สำหรับการคาดการณ์ความต้องการของตลาดได้อย่างรวดเร็ว

มาตรการ B1.3: การสนับสนุนการวิจัยและลงทุน สำหรับการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในกลุ่มตลาดและเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูง ***(i)***

- การลงทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ในกลุ่มตลาดและเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงตามแนวโน้มสำคัญ (key drivers) ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เทคโนโลยี AI/ML/Data Analytics, Teleheatlh/IoT/5G, และ เทคโนโลยี Personalized care/Precision medicine นอกจากนี้ จากเหตุการณ์ โรคระบาด Covid-19 พบว่าผู้ประกอบการในประเทศมีศักยภาพในการผลิตเครื่องมือทางการแพทย์พื้นฐานเพื่อรองรับโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เช่น ventilators, vital sign monitor AI/ML, smart robots ดังนั้นจึงควรเร่งสนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่จำเป็นเหล่านี้ เพื่อนำไปสู่การสร้าง product champions ที่จะเป็นแนวหน้าในการเติบโตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ต่อไป

มาตรการ B1.4: การสร้างระบบฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ที่นำเอาความต้องการจากภาคสาธารณสุข มาทำการ matching กับการวิจัยและพัฒนาของภาควิจัยและอุตสาหกรรม ***(i)***

- จากมาตรการ B1.2 และ B1.3 ที่มีการประยุกต์ใช้ฐานข้อมูลเพื่อคาดการณ์ความต้องการและการสนับสนุนการวิจัยกับเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง การสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนาจึงควรนำเอาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาจับคู่กับการวิจัยที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์และคาดคะเน เพื่อให้การวิจัยเกิดผลลัพธ์และผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างแท้จริง

มาตรการ B1.5: มาตรการสนับสนุน การนำสิทธิบัตรและนวัตกรรมในประเทศไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น Bayh-Dole act, Freedom to Operate เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ***(i)***

- ในปัจจุบัน การใช้ประโยชน์สิทธิบัตรและนวัตกรรมในประเทศที่เกิดขึ้นจากหน่วยงานวิจัยภาครัฐหรือสนับสนุนโดยทุนวิจัยภาครัฐ ยังไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากความไม่ชัดเจนในการแบ่งสิทธิประโยชน์จากสิทธิบัตร ที่จำเป็นต้องรอการเห็นชอบจากหลายภาคส่วนของรัฐ ส่งผลให้ภาคเอกชนมีความลำบากใจในการพัฒนานวัตกรรมร่วมกับภาครัฐ เนื่องจากปัญหาการแบ่งสัดส่วนผลประโยชน์จากสิทธิบัตรในอนาคต ในประเทศที่มีการใช้ประโยชน์สิทธิบัตรระหว่างภาครัฐและเอกชนอย่างเป็นรูปธรรม เช่น ประเทศสหรัฐอเมริการ ที่มีการใช้ Bayh-Dole act ที่มีการให้สิทธิแก่หน่วยงานมหาวิทยาลัยหรือสถาบันวิจัยโดยตรงในการจัดการผลประโยชน์กับสิทธิบัตร เพื่อมุ่งให้มีการนำองค์ความรู้จากสิทธิบัตรไปใช้ให้เกิดประโยชน์และผลกระทบอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การผลักดันแนวทางการใช้ประโยชน์สิทธิบัตรระหว่างภาครัฐและเอกชนให้เกิดผลประโยชน์ที่ชัดเจนสำหรับทุกฝ่ายจะช่วยผลักดันให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน ในการสร้างนวัตกรรมและนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

มาตรการ B1.6: มาตรการสนับสนุนต่างๆ เช่น ทางภาษี หรือ BOI ที่สนับสนุนผู้ประกอบการในการสร้างผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทน ที่ได้มาตรฐาน เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้ และมีราคาถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยกองทุนเบิกจ่ายภาครัฐ จะต้องปรับเพดานการเบิกที่เอื้อให้ผลิตภัณฑ์การแพทย์ดังกล่าวแข่งขันได้ ***(i)***

- จากแนวทางเบิกจ่ายที่ควรสนับสนุนในมาตรการ B1.1 จะพบว่านอกจากผลิตภัณฑ์ในประเทศทดแทนการนำเข้า ต้องได้รับมาตรฐานแล้ว ราคาของผลิตภัณฑ์ทดแทนจะต้องสามารถแข่งขันได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นมาตรการภาครัฐที่จะช่วยสนับสนุนหรือลดต้นทุนให้ผู้ประกอบการในประเทศ ที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ทดแทนการนำเข้าที่ได้มาตรฐาน จะช่วยผลักดันให้ราคาของผลิตภัณฑ์ทดแทนดังกล่าวสามารถแข่งขันได้ ช่วยให้ต้นทุนการเบิกจ่ายจากกองทุนภาครัฐลดลง ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชนในประเทศ

มาตรการ B1.7: การเสริมจุดแข็งของโครงสร้างการวิจัยและนวัตกรรมที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน เช่น บัญชีนวัตกรรม ให้มีประโยชน์อย่างแท้จริง เช่น การเบิกจ่ายจากกองทุนภาครัฐ หรือ การลดหย่อนภาษี หรือ การสนับสนุนการลงทุนตั้งต้น เป็นต้น ***(l)***

- โครงการบัญชีนวัตกรรมที่ผ่านมา ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอย่างแท้จริง เนื่องจากการที่ผู้ประกอบการสามารถผลักดันให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นบัญชีนวัตกรรมได้แล้ว ไม่ได้ช่วยผลักดันให้โรงพยาบาลในประเทศหันมาสนับสนุนผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแต่อย่างใด ในทางกลับกัน จากประสบการณ์ตรงของผู้ประกอบการ พบว่าการผลักดันให้ผลิตภัณฑ์ตนเองขึ้นบัญชีนวัตกรรมจำเป็นต้องตั้งราคาที่ต่ำ เพื่อให้สามารถขึ้นบัญชีฯได้ แต่นอกจากโรงพยาบาลจะไม่สนับสนุนซื้อผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในบัญชีนวัตกรรมดังกล่าวแล้ว ทางโรงพยาบาลยังใช้ราคาที่แสดงในบัญชีนวัตกรรมเป็นราคาจัดซื้อจัดจ้าง และทำดำเนินกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างด้วยรูปแบบเดิม ซึ่งทำให้

ผู้ประกอบการไม่ได้ประโยชน์จากบัญชีนวัตกรรมแต่อย่างใด แม้จะต้องผ่านกระบวนการเอกสารและต้นทุนแฝงอื่นๆเป็นจำนวนมาก ดังนั้น ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรปรับปรุงระบบบัญชีนวัตกรรมและประสานกับกองทุนเบิกจ่าย เพื่อผลักดันให้โครงการบัญชีนวัตกรรมเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

มาตรการ B1.8: นโยบายสนับสนุนการเบิกจ่ายจากภาครัฐ สำหรับการเช่าซื้อหรือหมุนเวียนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องใช้ต่อเนื่องหลังจากรักษาหายแล้ว หรือ มีการเสียชีวิต เช่น รถเข็นธรรมดา รถเข็นไฟฟ้า โดยจัดระดับสัดส่วนการเบิกจ่ายตามความจำเป็นในการใช้งาน ***(l)***

- เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับกองทุนเบิกจ่ายฯภาครัฐ และเพื่อช่วยเพิ่มช่องทางการสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการในประเทศ แนวทางการเบิกจ่ายแบบเช่าซื้อสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์หมุนเวียน เช่น รถเข็น อุปกรณ์กายภาพ เป็นต้น อาจจะเป็นแนวทางเลือกที่เพิ่มความคล่องตัวให้กับการเบิกจ่ายได้ ก่อให้เกิดทุนหมุนเวียนในอุตสาหกรรม ช่วยเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการ และการขยายตัวของอุตสาหกรรม

B2 การยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้ เพื่อสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็งและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

มาตรการ B2.1: การสนับสนุนให้วิทยาลัยการแพทย์ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ที่พัฒนาในประเทศและได้รับมาตรฐาน สำหรับการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ เพื่อสามารถให้คำแนะนำข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ให้ถูกใจผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง ***(s)***

- ความเชื่อมั่นของผู้ใช้ โดยเฉพาะแพทย์ มีความสำคัญมากต่อการเลือกใช้เครื่องมือแพทย์ ซึ่งแพทย์ส่วนใหญ่เลือกใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ตนเองถนัดและมั่นใจ ดังนั้นการสนับสนุนให้วิทยาลัยการแพทย์ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ที่ผลิตในประเทศและได้รับมาตรฐาน สำหรับการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติ จะช่วยสร้างความคุ้นชินและมั่นใจของผู้ใช้กับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง ก่อให้เกิดการร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง

มาตรการ B2.2: กลไกการตลาดและประชาสัมพันธ์ ที่ช่วยสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นที่ดีให้กับผู้ใช้ ได้แก่ แพทย์และผู้ป่วย ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ ***(s)***

- การผลักดันด้านการตลาดเพื่อสร้างความเชื่อมันที่ดีให้กับผู้ใช้ ได้แก่ แพทย์และผู้ป่วย ถือเป็นมาตรการสำคัญที่ควรเร่งดำเนินการ เพื่อสนับสนุนผลิตภัณฑ์ในประเทศ แนวทางหนึ่งที่ทาง

ผู้ประกอบการเสนอ ได้แก่ การสนับสนุนให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาและผลิตในประเทศที่มี TRL ระดับ 7 – 9 และได้รับการรับรองมาตรฐานและ clinical trial test เรียบร้อยแล้วนั้น ให้ได้รับการสนับสนุนการทำ road show ผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างความเข้าใจกับแพทย์ทั่วประเทศให้รู้จักและทราบถึงคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งการให้แพทย์สามารถทดสอบใช้ pilot products ได้ฟรีทั่วประเทศ หรือการเสนอให้โรงพยาบาลสามารถนำเครื่องมือและอุปกรณ์ไปทดลองใช้ หรือร่วมให้บริการกับโรงพยาบาลในช่วงแรก เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและเครือข่ายโรงพยาบาลทั่วประเทศ รวมไปถึงการประสานงานร่วมมือกับโรงพยาบาลภาครัฐทั่วประเทศในการจัดทำ stock showroom หรือ distribution sources ที่ช่วยสร้างเครือข่ายของผลิตภัณฑ์ในประเทศและให้โรงพยาบาลทั่วประเทศสามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้ง่าย

- แนวทางการจัดทำโครงการรูปแบบ crowdfunding charity ที่เปิดรับบริจาคเพื่อสนับสนุนการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศฟรีกับโรงพยาบาลทั่วประเทศ

มาตรการ B2.3: การผลักดัน และสนับสนุนให้ผู้ประกอบ การในประเทศ พัฒนาแบรนด์ของผลิตภัณฑ์ที่ยกระดับด้านมาตรฐาน และ ความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยมีหน่วยงานกลางช่วยสนับสนุนกระบวนการ พัฒนาแบรนด์ และมาตรฐาน ***(s)***

- ความท้าทายสำหรับผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ ได้แก่ การที่ต้องผลักดันปัจจัยหลายๆด้านให้สำเร็จ ทั้งการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี การจัดการด้านกระบวนการผลิตและลอจิสติก การรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่มีเงื่อนไขซับซ้อนและเกณฑ์ความยากสูง และการตลาดสร้างแบรนด์ให้เข้าถึงผู้ใช้ ซึ่งการที่จะสามารถจัดการทุกปัจจัยได้สำเร็จเป็นเรื่องที่ท้าทายสำหรับผู้ประกอบการรายเล็กมาก ดังนั้น การมีหน่วยงานกลางที่ช่วยสนับสนุนให้คำแนะนำและประสานงานปัจจัยต่างๆเหล่านี้ให้กับผู้ประกอบการในประเทศ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้ประกอบการสามารถเห็นภาพรวมและเตรียมพร้อมได้ตั้งแต่แรกเริ่ม และช่วยผลักดันให้เกิดผลิตภัณฑ์นวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการได้อย่างรวดเร็วและเป็นจำนวนสูงขึ้น

มาตรการ B2.4: การเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ในประเทศ ด้วยเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการยกระดับ ได้แก่ IoT, 5G, AI และ data analytics ***(i)***

- การเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ด้วยเทคโนโลยีทางดิจิตอล ได้แก่ IoT, 5G, AI, ML และ Data analytics ถือเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการจะต้องพิจาณาดำเนินการ เนื่องจากในปัจจุบันในทุกๆอุตสาหกรรม ได้มีการขับเคลื่อนยกระดับผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการ digital transformation ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการจัดการ ลดต้นทุน รวมไปถึงยกระดับสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ให้มีบริการที่ตอบโจทย์ผู้ใช้มากยิ่งขึ้น และสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานสำหรับใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ผู้ใช้มากขึ้นอย่างรวดเร็ว

มาตรการ B2.5: การยกระดับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ให้แบรนด์และคุณภาพพัฒนาเข้าสู่ระดับพรีเมี่ยม เพื่อเจาะตลาดกลุ่มโรงพยาบาลเอกชนและนานาชาติ รวมไปถึงการเข้าถึงการเบิกจากกลุ่มประกันสุขภาพเอกชน ***(i)***

- การขยายตัวของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ จำเป็นที่จะต้องขยายตลาดจากเบิกจ่ายภาครัฐ ไปสู่ตลาดระดับพรีเมี่ยมในกลุ่มโรงพยาบาลเอกชนและตลาดต่างประเทศ ดังนั้นผู้ประกอบการควรจะต้องมีการเตรียมพร้อมในการยกระดับการรับรองมาตรฐานระดับสากล และยกระดับสมรรถนะของผลิตภัณฑ์และแบรนด์ ขนานไปกับการสร้างพันธมิตรกับโรงพยาบาลเอกชนและกลุ่มประกันสุขภาพเอกชน การร่วมมือกับบริษัท sale & distribution ของต่างประเทศ เพื่อการเตรียมพร้อมขยายตลาดไปสู่ตลาดพรีเมี่ยมและต่างประเทศต่อไป

มาตรการ B2.6: ส่งเสริมพัฒนาการวางแผนวิจัยให้สอดคล้องกับความต้องการและง่ายต่อการใช้งาน (usability & human factor engineering) รวมไปถึงการพัฒนาหลักสูตรที่ภาคการศึกษา เกี่ยวกับมาตรฐานให้ตระหนักเรื่องการออกแบบนวัตกรรมทางอุปกรณ์การแพทย์ ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง ***(i)***

- การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์การแพทย์ ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยคำนึงถึงผู้ใช้เป็นสำคัญ (human-centered product design) โดยการประยุกต์หลักการคิดเชิงออกแบบ (design thinking) ที่ควรจะประกอบไปในหลักสูตรอบรมที่พัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องทั้งวิศวกรชีวการแพทย์ นักออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ หรือ ผู้ประกอบการ ให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง

B3 การดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศ เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศ และการขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ

มาตรการ B3.1: การดึงเงินลงทุนต่างประเทศ เพื่อลงทุนในกลุ่มตลาดผู้สูงอายุ และกลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ที่มีฐานการตลาดในประเทศที่สูง และมีศักยภาพการขยายตลาดต่อยอดไปในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้าน ได้ในอนาคต ***(s)***

- กลุ่มตลาดผู้สูงอายุ และโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ถือเป็นกลุ่มที่ขนาดตลาดในประเทศมีขนาดที่ใหญ่ มีศักยภาพในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งสามารถเป็นกลุ่มตลาดที่ดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศมาได้ทั้งในรูปแบบการลงทุนโดยตรงหรือการร่วมมือเชิงยุทธศาสตร์ (strategic partnership) เพื่อดึงเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์เข้ามาผลิตนวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์สำหรับตลาดผู้สูงอายุและโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ได้รวดเร็ว เพื่อยกระดับความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศที่เกี่ยวข้อง และในอนาคตกลุ่มประเทศเพื่อนบ้านก็จะมีความต้องการผลิตภัณฑ์ในกลุ่มตลาดดังกล่าว ที่ผู้ประกอบการในประเทศสามารถขยายตลาดต่อไปได้ในอนาคต

มาตรการ B3.2: การขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอาเซียนและประเทศกำลังพัฒนา ที่มีความต้องการเครื่องมือแพทย์จำนวนมาก เพื่อขยายตลาด และยกระดับกระบวนการผลิตและมาตรฐานของผู้ประกอบการในประเทศ ***(i)***

- การสนับสนุนการขยายตลาดไปสู่ประเทศที่มีความต้องการเครื่องมือแพทย์จำนวนมาก แต่ศักยภาพในการผลิตที่ยังไม่สูง โดยประเทศกลุ่มเหล่านี้ราคาของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์อาจจะไม่สูง แต่การที่สามารถเพิ่มปริมาณการผลิต จะช่วยให้ผู้ประกอบการในประเทศลดต้นทุนโดยรวม รวมไปถึงการช่วยยกระดับกระบวนการผลิตและมาตรฐาน จากการได้ทำการใช้งานในปริมาณที่สูง โดยภาครัฐกระทรวงพาณิชยและกระทรวงการต่างประเทศ ควรมีการเจรจาทางการค้ากับกลุ่มประเทศที่มีศักยภาพการตลาดเหล่านี้ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการในประเทศสามารถขยายตลาดไปได้สะดวกและรวดเร็ว

มาตรการ B3.3: การสนับสนุนให้มีการส่งเสริการทำตลาดไปต่างประเทศ เช่น การสนับสนุนการออกบูธใน international expo ที่สำคัญด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของโลก (เช่น การออกหนังสือรับรองที่รวดเร็ว สนับสนุนค่าใช้จ่ายการออกบูธ เป็นต้น) และส่งเสริมการจับคู่เชิงกลยุทธ์กับ sale offices & distributors ของต่างประเทศ เพื่อก่อให้เกิดการสร้างตลาดในต่างประเทศที่มีขนาดใหญ่ ตรงกลุ่มเป้าหมาย อย่างรวดเร็ว ***(i)***

- การขยายตลาดสู่ต่างประเทศ จำเป็นจะต้องมียุทธวิธีทางการตลาดและประชาสัมพันธ์ โดยแนวทางประชาสัมพันธ์หนึ่งที่รวดเร็ว คือการสนับสนุนให้ผู้ประกอบการที่มีผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมที่ศักยภาพ ออกบูธประชาสัมพันธ์ในงานแสดงสินค้านานาชาติที่มีผู้เข้าร่วมเป็น sale & distributors จากนานาประเทศ เป็นโอกาสอันดีในการเจรจาคู่ค้า ขยายตลาดสู่ต่างประเทศที่ตรงกลุ่มเป้าหมายสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในประเทศ

C. การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล (Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource)

C1 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์

มาตรการ C1.1: การผลักดันให้มีผู้มีอำนาจในระดับคณะบริหารประเทศ รวมไปถึง top-tier leadership ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อผลักดันนโยบายแห่งชาติด้านเครื่องมือแพทย์อย่างจริงจัง คล้ายกับตัวอย่างของ อุตสาหกรรมพลังงาน ที่มีกระทรวงพลังงาน และบริษัทยักษ์ใหญ่ด้านพลังงาน เช่น ปตท. ที่มีภาพลักษณ์ตลาดและการลงทุนในระดับ global อย่างชัดเจน ***(s)***

- ในปัจจุบัน แม้อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์จะเป็นหนึ่งใน new s-curve ของประเทศ แต่หากพิจารณาผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ในประเทศ จะไม่พบผู้ประกอบการรายใหญ่ที่มีมูลค่าตลาด (market capacity) สูงในลำดับต้นๆของประเทศ รวมไปถึงยังไม่มีผู้มีอำนาจในการบริหารภาครัฐรับผิดชอบผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์โดยตรง แตกต่างจากอุตสาหกรรมด้านพลังงาน ที่จะมีกระทรวงพลังงานรับผิดชอบผลักดันเป็นหลัก และมีบริษัทรายใหญ่ที่มีมูลค่าตลาดสูงติดสิบอันดับแรกหลายราย จึงเห็นได้ว่าการผลักดันขับเคลื่อนนโยบายด้านพลังงานหรือการขยายตัวของอุตสาหกรรมด้านพลังงานจะได้รับการตอบสนองจากทุกภาคส่วนอย่างรวดเร็ว ซึ่งการสร้างระบบนิเวศให้ผู้ประกอบการรายย่อยในประเทศสามารถเติบโตได้ การให้มีผู้บริหารในคณะรัฐมนตรีรับผิดชอบการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการแพทย์โดยตรง และการผลักดันให้เกิดผู้ประกอบการรายใหญ่ที่แข่งขันได้ในระดับนานาชาติ เป็น product champions ให้กับ sectors จะช่วยผลักดันการขยายตัวของอุตสาหกรรมการแพทย์โดยรวม ช่วยสร้างและขยายตลาดให้แก่ผู้ประกอบการรายย่อย ก่อให้เกิดการเพิ่มปริมาณผู้ประกอบการ นักวิจัย บุคลากร และโครงสร้างการรับรองมาตรฐานและการผลิต ให้เกิด eco system ที่สมดุลและเติบโตอย่างยั่งยืนได้

มาตรการ C1.2: การมีหน่วยงานกลางเชื่อมโยง อุตสาหกรรมการผลิตต่างๆในประเทศ ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ที่สามารถมีบทบาทสำคัญต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อเอื้อให้ผู้ประกอบการ โรงพยาบาล และนักวิจัย สามารถร่วมพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์สู่เชิงพาณิชย์ ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ***(s)***

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ต้องมีการบูรณาการในหลายศาสตร์ของการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น ถุงมือยางการแพทย์ก็จะไปเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยาง หรือ รถเข็นการแพทย์ก็จะเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า เป็นต้น และจำเป็นต้องได้รับการรับรองมาตรฐานทางการแพทย์ ดังนั้นการเชื่อมโยงกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำจึงเป็นความท้าทาย จึงควรมีหน่วยงานกลางที่ช่วยเชื่อมโยงอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆที่เกี่ยวข้องในประเทศ ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ เพื่อช่วยประสานให้ผู้ประกอบการเห็นภาพรวมตั้งแต่ด้านการผลิตและการรับรองมาตรฐานและการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์การแพทย์

มาตรการ C1.3: สร้างฐานข้อมูลนักวิจัย แพทย์ และห้องปฏิบัติการกลาง ที่สำหรับการรับรองการผลิตเครื่องมือแพทย์ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ เพื่อให้นักวิจัย ผู้ประกอบการ และแพทย์สามารถสร้างทีมวิจัยร่วมกันได้ ***(s)***

- จากฉากทัศน์ที่สรุปได้ จะพบว่าความเชื่อมั่นของผู้ใช้ ถือเป็นปัจจัยสำคัญต่ออุตสาหกรรม และการได้รับการรับรองมาตรฐาน ถือเป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่ทุกผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในประเทศต้องดำเนินการได้สำเร็จ ดังนั้น การที่ผู้ประกอบการและนักวิจัย สามารถที่จะร่วมมือกับแพทย์ผู้ใช้เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการกลางที่รับรองมาตรฐาน ในตั้งแต่การเริ่มต้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จะช่วยเร่ง

ให้กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากห้องวิจัยสู่เชิงพาณิชย์เป็นไปได้รวดเร็วและสำเร็จมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การสร้างฐานข้อมูลเพื่อประสานเชื่อมโยงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกส่วน จะเป็นกลไกสำคัญที่เป็นประโยชน์สูงต่อผู้ประกอบการ นักวิจัย และผู้ใช้งานมาก

มาตรการ C1.4: การมีโครงสร้าง กลไก และ medical hub ที่ช่วยเอื้อให้ผู้ประกอบการในประเทศ มีต้นทุนที่ลดลง (เช่น มาตรการภาษี) เพื่อที่ผู้ประกอบการสามารถมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้แข่งขันได้กับนานาชาติ ***(s)***

- การมีโครงสร้างสนับสนุน เช่น หน่วยงานรับรองมาตรฐาน ลดขั้นตอนการดำเนินการเอกสารหรือขออนุมัติ หรือ มาตรการด้านภาษี ที่ช่วยลดต้นทุนแฝงต่างๆของผู้ประกอบการ จะช่วยประหยัดต้นทุนและสามารถให้ผู้ประกอบการสามารถนำรายได้ไปมุ่งเน้นในการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ให้แข่งขันกับนานาชาติได้ ทั้งในเชิงคุณภาพและราคา

มาตรการ C1.5: การสร้างโครงสร้างและระบบที่ดึงดูด international talents รวมไปถึงการสร้างความร่วมมือกับระดับนานาชาติ ที่สามารถสร้างผลกระทบได้อย่างแท้จริง ก่อให้เกิด global eco system แบบ close loop ในประเทศ ***(i)***

- การลดช่องว่างทางเทคโนโลยีระหว่างผู้ประกอบการในประเทศ และต่างประเทศ ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ภาครัฐควรผลักดันช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถนำเทคโนโลยีที่มีศักยภาพและเกิดผลกระทบสูงต่อประเทศ มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ โดยการดึงดูดผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ รวมไปถึงสร้างความร่วมมือระดับนานาชาติในรูปแบบ strategic partner and business alliance ที่สนับสนุนให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตในประเทศ โดยมีแรงจูงใจคือการเปิดตลาดในประเทศสำหรับบริษัทพาร์ทเนอ จะช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการในประเทศ และเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการและบุคลากรในระบบนิเวศของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

มาตรการ C1.6: การสร้างนโยบายและระเบียบเพื่อรองรับ software as medical devices เพื่อเตรียมพร้อมต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT, 5G, AI และ ML ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้อย่างปลอดภัยต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย ***(i)***

- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT, 5G, AI, ML จะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ และการเก็บข้อมูลการใช้งานของผู้ป่วยจะมีเพิ่มเป็นทวีคูณ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญในการเตรียมพร้อมเชิงระเบียบและนโยบายรักษาความเป็นส่วนตัวของข้อมูล และการรักษาความปลอดภัยในการใช้ประโยชน์ของข้อมูล ที่ควรทันกับเทคโนโลยีเหล่านี้ที่มีการพัฒนาแบบก้าวกระโดดอย่างต่อเนื่อง โดยที่นโยบายการกำกับไม่ควรเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้กับ

ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ แต่ควรเป็นระเบียบที่รองรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ที่สามารถรับรองความปลอดภัยต่อความเป็นส่วนตัวของข้อมูลผู้ใช้ได้อย่างแท้จริง

มาตรการ C1.7: ทุนสนับสนุนแบบ strong-up ที่สนับสนุนบริษัทหรือผู้ผลิตในประเทศที่มี core competencies ทางการผลิต ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทน ที่มีตลาดความต้องการอยู่แล้วในปัจจุบัน เพื่อเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการและผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ***(i)***

- มาตรการสนับสนุนผู้ประกอบการในปัจจุบันที่มีศักยภาพสูงในการผลิตผลิตภัณฑ์ทดแทนการนำเข้าที่มีความต้องการสูงของผู้ป่วยในประเทศอยู่แล้วในปัจจุบัน เพื่อผลักดันให้ผู้ประกอบการเหล่านี้สามารถยกระดับผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมให้สามารถแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ

มาตรการ C1.8: กลไกการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของบริษัทขนาดเล็ก และ การวางแผน exit plan เช่น merging & acquisition, การเข้าตลาด MAI และช่วยสนับสนุนแนวทางการดำเนินการเพื่อไปให้ถึง exit plan ***(i)***

- กลไกการสนับสนุนผู้ประกอบการขนาดเล็กและ บริษัท start up ในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม และการให้คำแนะนำแนวทางการดำเนินการไปสู่ exit strategy ที่เหมาะสมของแต่ละบริษัท ไม่ว่าจะเป็นการซื้อโดยบริษัทรายใหญ่ที่เกี่ยวข้อง หรือการเข้าสู่ตลาด MAI รวมไปถึงการการก่อตั้ง holding entity เพื่อลงทุนพอร์ตโฟลิโอและบริหารความเสี่ยง ของเทคโนโลยีและนวัตกรรมการแพทย์ต่างๆของบริษัท start up เพื่อการผลักดันไปสู่ Brand Champion ที่สามารถแข่งขันในตลาดต่างประเทศได้อย่างแท้จริง

C2 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล

มาตรการ C2.1: การวาง technology mapping ของเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ที่มีศักยภาพและมีความสำคัญต่อประเทศ ***(s)***

- การวางยุทธศาสตร์เพื่อยกระดับความสามารถทางเทคโนโลยีที่มีศักยภาพและผลกระทบสูงสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เทคโนโลยี AI/ML/Data, Telehealth/IoT/5G/Sensors และ Personalized Treatment/Precision Medicine โดยการศึกษา technology mapping และ patent landscape สำหรับกลุ่มเทคโนโลยีข้างต้น โดยทำการวิเคราะห์คู่กับข้อมูลและ insights เกี่ยวกับความต้องการทางการแพทย์ของผู้ป่วยในประเทศ เพื่อระบุเทคโนโลยียุทธศาสตร์ที่มีความสำคัญที่ต้องเร่งยกระดับให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีของสากล

- นอกจากนี้ จากเหตุการณ์ Covid-19 พบว่า ประกอบการในประเทศมีศักยภาพในการผลิตเครื่องมือทางการแพทย์พื้นฐานเพื่อรองรับโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เช่น ventilators, vital sign monitor AI/ML และมีความจำเป็นอย่างสูง จึงควรมีแนวทางการเร่งสนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการรับรองมาตรฐาน เพื่อนำไปสู่ product champions ต่อไป

มาตรการ C2.2: การสนับสนุนความร่วมมือกับบริษัทต่างประเทศ เพื่อดึงเทคโนโลยีที่สำคัญจากการวิเคราะห์ technology mapping และ patent landscape ต่อการลดช่องว่างด้านเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถต่อยอดไปสู่การสร้างเทคโนโลยีของตนเองได้ ***(s)***

- จากการวิเคราะห์ technology mapping ในมาตรการ C2.1 ข้างต้น ควรมีมาตรการสนับสนุนความร่วมมือกับบริษัทต่างประเทศ หรือหน่วยงานวิจัยต่างประเทศ ที่มีศักยภาพสูงทางเทคโนโลยียุทธศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อประเทศ เพื่อลดช่องว่าด้านเทคโนโลยี ทำให้ผู้ประกอบการสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงและทันกับพัฒนาการในระดับนานาชาติได้ และสามารถต่อยอดไปสู่การสร้างเทคโนโลยีของตนเองได้ในอนาคต

มาตรการ C2.3: การสนับสนุนการจ้างผู้เชี่ยวชาญในเทคโนโลยียุทธศาสตร์ เพื่อมาถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีให้แก่บุคลากรด้านเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ***(s)***

- ต่อยอดจากมาตรการ C2.1 และ 2.2 การสนับสนุนนำผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยียุทธศาสตร์ เพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการ นักวิจัย บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่สำคัญสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในประเทศ และความร่วมมือพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีต่อไปในอนาคต

มาตรการ C2.4: การสนับสนุนบุคลากรในประเทศเข้าอบรมหรือทำงานในบริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างประเทศ เพื่อสร้างผู้เชี่ยวชาญและเพิ่มพูนความรู้ในกลุ่มเทคโนโลยีที่สำคัญ จาก technology mapping analysis เพื่อสร้างความพร้อมด้านบุคลากร ***(i)***

- การสนับสนุนบุคลากรในประเทศให้ไปเข้าอบรมหรือเก็บเกี่ยวประสบการณ์ในการทำงานในบริษัทต่างประเทศหรือหน่วยงานวิจัยต่างประเทศที่เชี่ยวชาญในเทคโนโลยียุทธศาตร์ที่สำคัญข้างต้น ถือเป็นแนวทางการดำเนินการในระยะกลางที่ควรผลักดัน เพื่อการต่อยอดการพัฒนาเทคโนโลยี

มาตรการ C2.5: การเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนและเทคโนโลยีด้านการออกแบบและผลิต chip สำหรับส่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ผ่านระบบไร้สาย ที่ได้มาตรฐานการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลผู้ป่วย ระดับนานาชาติ ซึ่งจะมีความสำคัญสูงในผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในอนาคตที่ต้องพึ่งการเชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สาย ***(i)***

- เทคโนโลยีตรวจวัดและส่งผ่านข้อมูลด้วยระบบไร้สาย จะมีความสำคัญในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันกลุ่มสหภาพยุโรปได้เริ่มกำหนดมาตรฐานการใช้สัญญานไร้สาย เช่น บลูทูส สำหรับการส่งข้อมูลแพทย์ หมายถึงระเบียบที่ห้ามไม่ให้ใช้สัญญานบลูทูสที่ไม่ได้มาตรฐานการแพทย์ ในเครื่องมือแพทย์ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นจะต้องใช้ medical-graded bluetooth เช่น เพิ่ม security + near lossless ซึ่งเป็นการสร้างความปลอดภัยในการส่งข้อมูล แต่ผลลัพธ์ขนานได้แก่การที่ทางกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วสามารถสร้างกำแพงมาตรฐานด้านเครื่องมือแพทย์ ที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีของทางประเทศเหล่านี้ และหมายถึงความจำเป็นในการใช้ software ของประเทศเหล่านั้นเช่นกัน ดังนั้น ประเทศไทย จำเป็นต้องมีการพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีเพื่อตามมาตรฐานเหล่านี้ให้ทัน หากต้องการพัฒนาเครื่องมือแพทย์แห่งอนาคตด้วยตนเอง

มาตรการ C2.6: พัฒนาบุคลากร ภาคการศึกษา อุดมศึกษา/อาชีวศึกษา ที่มีความเข้าใจตระหนักการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ ให้ออกแบบตามมาตรฐานการแพทย์ เช่น ความปลอดภัยทางไฟฟ้า รวมไปถึงมีทักษะในการพัฒนานวัตกรรมที่ต่อยอดในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้เลย รวมไปถึงการก่อตั้งเป็น start-up ***(i)***

- การเร่งพัฒนาบุคลากรที่สอดคล้องกับความต้องการในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ที่จำเป็นต้องบูรณาการในหลายศาสตร์ ทั้งด้านวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลและวัสดุชีวภาพ การขอรับรองมาตรฐานทางการแพทย์ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมฯ นำไปสู่ระบบนิเวศที่เข้มแข็งและยั่งยืน

C3 การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาวสำหรับพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีทางการแพทย์ สำหรับแนวโน้มเทคโนโลยีและความต้องการแห่งอนาคต

มาตรการ C3.1: ทุนวิจัยสนับสนุนบริษัท start-up สำหรับพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์ เพื่อโอกาสของตลาดแห่งอนาคต โดยมุ่งสนับสนุนกลุ่มที่มีผลกระทบต่อประเทศสูง ***(s)***

- การสนับสนุนบริษัท start up เพื่อการพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์ ด้วยเทคโนโลยีที่มีศักยภาพและผลกระทบสูง ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เทคโนโลยี AI/ML/Data, Telehealth/IoT/5G/Sensors และ Personalized Treatment/Precision Medicine สำหรับเตรียมพร้อมต่อยอดไปสู่ตลาดแห่งอนาคตทั้งในประเทศและต่างประเทศ

มาตรการ C3.2: นโยบายการสนับสนุนการวิจัย หรือการพัฒนาที่นำไปสู่การผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ชัดเจน โดยอาจแยกเป็นกรอบ เครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นเร่งด่วน เครื่องมือแพทย์ทดแทนการนำเข้า และเครื่องมือแพทย์ที่รองรับเทคโนโลยีในอนาคต ***(s)***

- การจัดทำนโยบายการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ โดยแยกประเภทเครื่องมือ ได้เป็น (i) เครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นเร่งด่วน (ii) เครื่องมือแพทย์ที่ใช้ทดแทนของเดิมที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ เพื่อช่วยลดการนำเข้า และ (iii) เครื่องมือแพทย์ที่รองรับเทคโนโลยีในอนาคต โดยแบ่งสัดส่วนการสนับสนุน เพื่อให้ครอบคลุมเครื่องมือแพทย์ในทุกประเภท โดยสำหรับเครื่องมือแพทย์ในกลุ่ม (i) และ (ii) ควรพิจารณาจากข้อมูลการเบิกจ่ายจากกองทุนภาครัฐที่ผ่านมา โดยมุ่งสนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่เบิกจ่ายในลำดับต้นๆ ได้แก่ สายสวน หัวใจ orthopedic (ข้อเข้า ข้อสะโพก) จักษุ (เลนส์แก้วตาเทียม) และ ทันตกรรม (ฟันปลอม รากฟัน) เป็นต้น

มาตรการ C3.3: การสนับสนุนเทคโนโลยีหุ่นยนต์และ AI สำหรับพัฒนาเครื่องมือแพทย์ด้าน personalized care และ precision medicine ***(i)***

- การสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ สำหรับการยกระดับเครื่องมือแพทย์ โดยเฉพาะในรูปแบบการรักษาที่จะเฉพาะเจาะจงไปกับพื้นฐานด้านสรีระ พันธุกรรม และการใช้ชีวิตของผู้ป่วย ในรูปแบบ personalized care และ precision medicince ที่จะมีบทบาทสำคัญมากต่อการแพทย์แห่งอนาคต

มาตรการ C3.4: ทุนวิจัยสนับสนุนทุนวิจัยและทุนการศึกษาสำหรับหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับเครื่องมือแพทย์ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีผลกระทบสูง ***(i)***

- การสนับสนุนทุนวิจัยและทุนการศึกษาสำหรับสร้างนักวิจัยด้านการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ในระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อเร่งสร้างนักวิจัยศักยภาพสูง โดยเฉพาะในกลุ่มเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุ โรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เทคโนโลยี AI/ML/data analytics, telehealth/IoT/5G/sensors, และ personalized treatment/precision medicine

มาตรการ C3.5: การพัฒนาเทคโนโลยีเก็บข้อมูลและวิจัยด้าน data analytics เพื่อการคาดการณ์แนวโน้มของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมวางแผนล่วงหน้า ***(i)***

- จากเหตุกาณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 ที่ส่งผลให้นานาประเทศประสบปัญหาไม่สามารถรับมือกับการแพร่ระบาดได้ทัน จึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ด้าน data analytics เพื่อคาดการณ์แนวโน้มของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ที่อาจอุบัติขึ้นในอนาคต โดยระบุสัญญาณหรือดัชนีข้อมูลที่จะช่วยบ่งชี้ tipping point หรือจุดพลิกผันของการแพร่ระบาด เพื่อการเตรียมพร้อมต่อการรับมือการแพร่ระบาดล่วงหน้า โดยมีกระบวนการและมาตรการรับมือที่ชัดเจน สื่อสารได้ทั่วถึง เพื่อก่อให้เกิดการตระหนักและร่วมมือของประชาชนในประเทศอย่างรวดเร็ว

มาตรการ C3.6: การใช้ประโยชน์การวิจัยและพัฒนาจากทุนสนับสนุนของ พรบ. เพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศ ที่ BOI ได้รับมอบอำนาจจัดการ โดยเน้นการสนับสนุนการวิจัยพัฒนาที่มีความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ที่มี externality สูงและเกิดผลกระทบในวงกว้าง ที่ควรมุ่งเน้นสนับสนุนผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ในประเทศที่ตอบโจทย์สังคมอย่างแท้จริง ***(i)***

- ปัจจุบัน BOI ได้รับมอบอำนาจบริหารจัดการ พรบ. เพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศ ที่เน้นสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาที่มีการร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม โดยผลลัพธ์ของการวิจัยต้องมีผลกระทบสูงต่อ externality เชิงสังคมในวงกว้าง จึงควรมีแนวทางการใช้ประโยชน์ใน พรบ. ดังกล่าวเพื่อสนับสนุนหน่วยงานวิจัยและผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ในประเทศที่มีศักยภาพในการพัฒนานวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการของสังคมอย่างแท้จริง

มาตรการ C3.7: ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาวัตถุดิบในการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ประเทศมีศักยภาพการแข่งขันสูง เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมต้นน้ำ เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างยั่งยืน ***(l)***

- ควรมีการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมต้นน้ำ ในกลุ่มวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่อเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในอนาคต เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างยั่งยืน รวมไปถึงการเสริม resilience ให้กับผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ในประเทศ หากประสบปัญหาการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ ที่อาจจะมาจากหลากหลายสาเหตุ เช่น การกีดกันทางการค้า สถานการณ์โรคแพร่ระบาดสายพันธุ์ใหม่ เป็นต้น

6.4 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเฉพาะแต่ละแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

การนำผลการทำประชาพิจารณ์ร่างข้อเสนอแนะเชิงนโยบายมาปรับปรุง จะได้ประเด็นยุทธศาสตร์และกลยุทธ์เฉพาะแต่ละแผนภาพ ในช่วงเวลา 10 ปี และหน่วยงานผู้รับผิดชอบดังตารางข้างล่างนี้

- **แผนภาพที่ 1 อุตสาหกรรมการแพทย์สดใส: ไทยทำ ไทยใช้ ไทยรุ่ง (นโยบายรัฐสนับสนุนการเบิกจ่ายมาก และ สร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้สำเร็จ)**

ตารางที่ 6.4-1 ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 1

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.1 สร้างความพร้อมบุคลากรสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X									X				X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.2 สร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X									X				X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.3 ปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้างที่เป็น Gatewayในการดูแลและส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	X									X				X	X	X	MPCT, อย
1.4 กลไกการสนับสนุนการลงทุนจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น การสร้างฐานข้อมูลการเบิกจ่ายภาครัฐเพื่อทำนายผลความต้องการทางการแพทย์ในประเทศ การสนับสนุนการลงทุนสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่มีศักยภาพสูง	X			X				X		X				X	X	X	สปสช.
1.5 ยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็ง และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ เพื่อขยายตลาดสู่กลุ่มพรีเมี่ยม โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูง เช่น AI, Data, 5G, IoT เพื่อเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าของผลิตภัณฑ์		X						X		X				X	X	X	
1.6 การดึงเงินลงทุนหรือความร่วมมือกับต่างประเทศ เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศ และการส่งเสริมการทำตลาดในต่างประเทศ จับคู่เชิงกลยุทธกับตัวแทนจำหน่ายต่างประเทศ ในกลุ่มประเทศอาเซียนและเป้าหมาย		X			X					X					X		BOI, DIP (กรมทรัพย์สินทางปัญญา), บัญชีนวัตกรรม สวทช., TCELS

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.7 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ที่ครอบคลุมตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ เพื่อเอื้อให้ผู้ประกอบการและนักวิจัยสามารถพัฒนานวัตกรรมสู่เชิงพาณิชย์ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ	X									X				X	X	X	สมาคมผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์, BOI
1.8 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล โดยเฉพาะเทคโนโลยีและตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ผู้สูงอายุ โรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ AI/Data, IoT/Telehealth/5G, Personalized treatment		X												X	X	X	BOI
1.9 การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาวสำหรับพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีทางการแพทย์สำหรับแนวโน้มความต้องการแห่งอนาคต เพื่อรองรับการขยายตลาดอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน		X												X		X	

- **แผนภาพที่ 2 สถานการณ์ขาดท่อน้ำเลี้ยง: ไทยมุ่ง สร้างแบรนด์ ยกระดับ (นโยบายรัฐสนับสนุนการเบิกจ่ายน้อย และ สร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้สำเร็จ)**

ตารางที่ 6.4-2 ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 2

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.1 สร้างความพร้อมบุคลากรสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X													X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.2 สร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X													X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.3 ปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้างที่เป็น Gatewayในการดูแลและส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	X													X	X	X	MPCT, อย
1.4 ผลักดันนโยบายเบิกจ่ายภาครัฐและกลไกการสนับสนุนการลงทุนจากหน่วยงานภาครัฐสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยเฉพาะในกลุ่มเครื่องมือแพทย์ทดแทนการนำเข้า และเครื่องมือแพทย์ที่มีแนวโน้มความต้องการของประชาชนในประเทศสูง	X			X						X				X	X	X	แพทยสภา และราชวิทยาลัยแพทย์
1.5 ยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็งและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ เพื่อขยายตลาดสู่กลุ่มพรีเมี่ยม โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูง เช่น AI, Data, 5G, IoT เพื่อเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าของผลิตภัณฑ์	X													X	X	X	
1.6 การดึงเงินลงทุนหรือความร่วมมือกับต่างประเทศ เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศ เพื่อลงทุนในกลุ่มตลาดผู้สูงอายุและโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ที่มีฐานการตลาดในประเทศสูง และการส่งเสริมการทำตลาดในต่างประเทศ จับคู่เชิงกลยุทธกับตัวแทนจำหน่ายต่างประเทศ ในกลุ่มประเทศอาเซียนและเป้าหมาย		X			X					X					X		BOI, DIP, บัญชีนวัตกรรม สวทช., TCELS

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.7 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยการผลักดันให้มีหน่วยงานบริหารระดับประเทศและ top-tier leadership จากทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อผลักดันนโยบายแห่งชาติด้านเครื่องมือแพทย์ที่จริงจัง	X									X				X	X	X	**สมาคมผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์**
1.8 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล โดยเฉพาะเทคโนโลยีและตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ผู้สูงอายุ โรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ AI/Data, IoT/Telehealth/5G, Personalized treatement	X													X	X	X	
1.9 การสนับสนุนทุนวิจัยที่นำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือแพทย์ที่ชัดเจน ตามประเภท (i) เครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นและเร่งด่วน (ii) เครื่องมือแพทย์ทดแทนของเดิมที่นำเข้าจากต่างประเทศ และ (iii) เครื่องมือแพทย์ที่รองรับเทคโนโลยีอนาคต		X						X						X		X	**สปสช. กรมศุลกากร (พิกัดผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์นำเข้า)**

-

-

- **แผนภาพที่ 3 สถานการณ์โคม่า: ไทยหยุด คิดใหม่ ทำใหม่ (นโยบายรัฐสนับสนุนการเบิกจ่ายน้อย และ สร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้ไม่สำเร็จ)**

ตารางที่ 6.4-3 ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 3

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.1 สร้างความพร้อมบุคลากรสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X									X				X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.2 สร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X									X				X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.3 ปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้างที่เป็น Gatewayในการดูแลและส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	X									X				X	X	X	MPCT, อย
1.4 ผลักดันนโยบายเบิกจ่ายภาครัฐและกลไกการสนับสนุนการลงทุนจากหน่วยงานภาครัฐสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยเฉพาะในกลุ่มเครื่องมือแพทย์ทดแทนการนำเข้า และเครื่องมือแพทย์ที่มีแนวโน้มความต้องการของประชาชนในประเทศสูง	X			X										X	X	X	แพทยสภา และราชวิทยาลัยแพทย์
1.5 ยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้และการร่วมมือกับวิทยาลัยการแพทย์ให้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ที่พัฒนาในประเทศ สำหรับการเรียนการสอน และการร่วมวิจัยพัฒนาเครื่องมือแพทย์	X									X				X	X	X	
1.6 การดึงเงินลงทุนหรือความร่วมมือกับต่างประเทศ เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศ เพื่อลงทุนในกลุ่มตลาดผู้สูงอายุและโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ที่มีฐานการตลาดในประเทศสูง และการส่งเสริมการทำตลาดในต่างประเทศ จับคู่เชิงกลยุทธกับตัวแทนจำหน่ายต่างประเทศ ในกลุ่มประเทศอาเซียนและเป้าหมาย	X				X					X					X		BOI, DIP, บัญชีนวัตกรรม สวทช.,

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.7 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยการผลักดันให้มีหน่วยงานบริหารระดับประเทศและ top-tier leadership จากทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อผลักดันนโยบายแห่งชาติด้านเครื่องมือแพทย์ที่จริงจัง	X													X	X	X	**สมาคมผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์**
1.8 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล	X													X	X	X	
1.9 การสนับสนุนทุนวิจัยที่นำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือแพทย์ที่ชัดเจน ตามประเภท (i) เครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นและเร่งด่วน (ii) เครื่องมือแพทย์ทดแทนของเดิมที่นำเข้าจากต่างประเทศ และ (iii) เครื่องมือแพทย์ที่รองรับเทคโนโลยีอนาคต		X												X		X	**สปสช., สกสว.** (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม), **แพทยสภา**

- **แผนภาพที่ 4 ต้องชนะใจผู้ใช้: ไทยต้อง ชนะใจ ไทยด้วยกัน (นโยบายรัฐสนับสนุนการเบิกจ่ายมาก และ สร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้ไม่สำเร็จ)**

ตารางที่ 6.4-4 ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับแผนภาพที่ 4

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.1 สร้างความพร้อมบุคลากรสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X									X				X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.2 สร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการยกระดับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล	X									X				X	X	X	MPCT, GLP Thailand Network โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
1.3 ปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้างที่เป็น Gatewayในการดูแลและส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	X									X				X	X	X	MPCT, อย
1.4 กลไกการสนับสนุนการลงทุนจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น การสร้างฐานข้อมูลการเบิกจ่ายภาครัฐเพื่อทำนายผลความต้องการทางการแพทย์ในประเทศ การสนับสนุนการลงทุนสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่มีศักยภาพสูง		X		X										X	X	X	สปสช.
1.5 ยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้และการร่วมมือกับวิทยาลัยการแพทย์ให้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ที่พัฒนาในประเทศ สำหรับการเรียนการสอน และการร่วมวิจัยพัฒนาเครื่องมือแพทย์	X									X				X	X	X	แพทยสภา และราชวิทยาลัยแพทย์
1.6 การดึงเงินลงทุนหรือความร่วมมือกับต่างประเทศ เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศ เพื่อลงทุนในกลุ่มตลาดผู้สูงอายุและโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ที่มีฐานการตลาดในประเทศสูง และการส่งเสริมการทำตลาดในต่างประเทศ จับคู่เชิงกลยุทธกับตัวแทนจำหน่ายต่างประเทศ ในกลุ่มประเทศอาเซียนและเป้าหมาย	X				X					X					X		BOI, DIP

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน													
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.	อื่นๆ
1.7 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ที่ครอบคลุมตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ เพื่อเอื้อให้ผู้ประกอบการและนักวิจัยสามารถพัฒนานวัตกรรมสู่เชิงพาณิชย์ได้รวดเร็วและเป็นที่น่าเชื่อถือต่อผู้ใช้ในประเทศ	X													X	X	X	**สมาคมผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์**
1.8 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล	X													X	X	X	
1.9 การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาวสำหรับพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีทางการแพทย์ สำหรับแนวโน้มความต้องการแห่งอนาคต เพื่อรองรับการขยายตลาดอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ในกลุ่มเทคโนโลยีและตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ผู้สูงอายุ โรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ AI/Data, IoT/Telehealth/5G, Personalized treatment		X												X		X	

บทที่ 7

การจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

7.1 แผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

ในการจัดทำแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนหลัก ในการสร้างฉากทัศน์ โดยอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ เช่น การทำ literature review การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การทำสัมมนากลุ่มย่อย เป็นต้น เพื่อให้ได้เป็นแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย ซึ่งจะได้นำไปใช้ในการวางร่างของกลยุทธ์ในลำดับต่อไป

โดยรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการสร้างแผนภาพ จะกล่าวถึงโดยในรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ (Literature reviews)

ในขั้นแรก ได้มีการทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อทำการหาแนวโน้มด้านต่าง ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในประเทศไทย ในกรอบเวลาของการทำฉากทัศน์คืออีก 10 ปีข้างหน้า โดยได้ทำการจัดประเภทของแนวโน้มต่าง ๆ ให้อยู่ในหมวดของ สังคม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และนโยบาย (STEEP) นอกจากนี้ยังได้รวบรวมความไม่แน่นอนต่าง ๆ ซึ่งแนวโน้มและความไม่แน่นอนเบื้องต้นนี้จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนต่อไป

จากการรวบรวมข้อมูลข้างต้นซึ่งได้นำเสนอในบทที่ 4 หัวข้อ 4.3 ทำให้ได้มาซึ่งแนวโน้มด้านอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ในจำนวน 12 หัวข้อ ดังนี้

1. อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในงานด้านสุขภาพ
2. Personalized-medicine
3. เทคโนโลยี 5G
4. Integration with BigData Data Analytics and AI
5. Virtual reality and augmented reality
6. Sensing and Sensors
7. Block-chain technology

8. หุ่นยนต์และระบบออโตเมชั่นถูกนำไปใช้มากขึ้นทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์บริการ

9. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พลังงานน้อยลง

10. อินเตอร์เน็ตช่วยลดการเดินทาง

11. การนำมาซึ่งแร่หายาก

12. นโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย

ในด้านของความไม่แน่นอนนั้น ทางที่ปรึกษาได้หารือซึ่งนำมาสู่ความไม่แน่นอนเบื้องต้น จำนวน 4 ข้อ ได้แก่

1. โอกาสการย้ายฐานการผลิตจากประเทศไทย
2. มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน
3. ความพร้อมด้านแรงงานและทักษะ
4. ความเสถียรทางการเมืองไทย

ขั้นตอนที่ 2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

จากแนวโน้มและความไม่แน่นอนเบื้องต้นที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลนั้น ได้ถูกจัดให้อยู่ในรูปของแบบสอบถาม ซึ่งจะใช้ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 ท่าน โดยในการสัมภาษณ์นั้นผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านสามารถเสนอแนวโน้มและความไม่แน่นอนเพิ่มเติมตามที่เห็นสมควรได้ โดยในส่วนของแนวโน้มนั้น ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะทำการให้คะแนนในส่วนของผลกระทบ (Impact) และความเป็นไปได้ (Possibility) ของแต่ละแนวโน้ม โดยจะทำการให้คะแนนจากคะแนนทั้งหมด 10 คะแนน ในส่วนของความไม่แน่นอน จะทำการให้คะแนนของผลกระทบ (Impact) และระดับของความไม่แน่นอน (Degree of uncertainty) โดยการให้คะแนนจากคะแนนเต็ม 10 คะแนนเช่นเดียวกัน นอกจากการตอบแบบสอบถามนี้ ยังมีการสัมภาษณ์ถึงความเห็นในแง่มุมต่าง ๆ ที่มีต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ซึ่งจะนำมาใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการทำ workshop ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3: การทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1 เพื่อสรุปและกำหนดแนวโน้มและความไม่แน่นอนที่สำคัญ เพื่อร่างแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมฯ

การทำ brainstorm workshop ได้ทำการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 ท่าน เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านเป็นตัวแทนทั้งจากภาครัฐบาล ภาคเอกชนและภาคการศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของไทย

ในขั้นตอนแรกของการประชุม เป็นการการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการในด้านของแนวโน้มอื่น ๆ ที่มีความสำคัญ แต่ยังไม่ได้ถูกรวบรวมไว้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับปรุงแนวโน้มให้มีความครอบคลุมที่มากขึ้น และได้ถูกรวบรวมให้อยู่ในหมวดหมู่ตามหลักการ STEEP โดยได้ผลจากการสอบถามความคิดเห็นเป็นดังนี้

ตารางที่ 7.1-1 วิเคราะห์แนวโน้มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและระบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการ STEEP

ด้านสังคม	ด้านเทคโนโลยี	ด้านเศรษฐกิจ	ด้านสิ่งแวดล้อม	ด้านนโยบายและกฎระเบียบ
1. อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในงานด้านสุขภาพ 2. Personalized-medicine 15. Smart farm กับการเกษตรในไทย 21. การขาดแคลนแรงงานด้าน smart electronic 25. Social media flooding	3. เทคโนโลยี 5G/ 6G 4. Integration with Big-data, Data Analytics and AI 5. Virtual reality and augmented reality 6. Sensing and Sensors 7. Block-chain technology 13. รถยนต์ไฟฟ้า(EV) ในประเทศไทย/ Self driving car 18. Machine learning/ Human brain interface 19. 3D Printing technology/ Rapid prototype 20. Cryptography and security 22. Wearable and Flexible Electronics 23. Smart home appliance	8. หุ่นยนต์และระบบออโตเมชั่นถูกนำไปใช้มากขึ้นทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์บริการ 14. Cyber-physical System (CPS) เชื่อม IOT กับอุตสาหกรรม 24. Delivery service	9. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พลังงานน้อยลง 10. อินเตอร์เน็ตช่วยลดการเดินทาง 16. Electronic waste management 17. Renewal energy and storage	11. การนำมาซึ่งแร่หายาก 12. นโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย

ผลจากผู้เชี่ยวชาญที่รวมการระดมสมองได้ผลสรุปแนวโน้มของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ซึ่งเรียงลำดับ ดังตาราง โดยทำการโหวตผ่านระบบออนไลน์ www.menti.com โดยในการโหวตผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีคะแนนรวม 100 คะแนน และสามารถใช้คะแนนดังกล่าวในการแจกแจงให้คะแนนตามระดับของผลกระทบและระดับความไม่แน่นอนในแต่ละแนวโน้ม โดยคะแนนที่มากหมายถึงผลกระทบที่สูงหรือระดับความไม่แน่นอนที่สูง จากการรวบรวมคะแนนได้คะแนนรวมดังนี้

ตารางที่ 7.1-2 คะแนนของแนวโน้มของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ เรียงตามผลกระทบ (Impact) และโอกาสในการเกิด (Possibility)

ลำดับ	ความไม่แน่นอน	คะแนน	
		ผลกระทบ	ระดับความไม่แน่นอน
1	อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในงานด้านสุขภาพ	185	130
2	Personalized-medicine	15	5
3	เทคโนโลยี 5G/ 6G	230	390
4	Integration with Big-data, Data Analytics and AI	160	140
5	Virtual reality and augmented reality	25	20
6	Sensing and Sensors	132	75
7	Block-chain technology	18	30
8	หุ่นยนต์และระบบออโตเมชั่นถูกนำไปใช้มากขึ้นทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์บริการ	150	140
9	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พลังงานน้อยลง	35	49
10	อินเตอร์เน็ตช่วยลดการเดินทาง	33	45
11	การนำมาซึ่งแร่หายาก	43	20

ลำดับ	ความไม่แน่นอน	คะแนน	
		ผลกระทบ	ระดับความไม่แน่นอน
12	นโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย	57	15
13	รถยนต์ไฟฟ้า(EV) ในประเทศไทย/ Self driving car	125	186
14	Cyber-physical System (CPS) เชื่อม IOT กับอุตสาหกรรม	130	80
15	Smart farm กับการเกษตรในไทย	115	145
16	Electronic waste management	85	60
17	Renewal energy and storage	57	35
18	Machine learning/ Human brain interface	10	20
19	3D Printing technology/ Rapid prototype	75	55
20	Cryptography and security	35	20
21	การขาดแคลนแรงงานด้าน smart electronic	30	50
22	Wearable and Flexible Electronics	10	20
23	Smart home appliance	30	30
24	Delivery service	60	30
25	Social media flooding	5	10



รูปที่ 7.1-1 ความสัมพันธ์ของระดับของโอกาสในการเกิดและผลกระทบของแนวโน้มเพื่อหา Driver

จากรูปในข้างต้น จะสามารถเห็นได้ถึงแนวโน้มที่มีความสำคัญ (key drivers) จำนวน 8 แนวโน้ม อันได้แก่

1. เทคโนโลยี 5G/ 6G
2. อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในงานด้านสุขภาพ
3. Integration with Big-data, Data Analytics and AI
4. หุ่นยนต์และระบบออโตเมชั่นถูกนำไปใช้มากขึ้นทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์บริการ
5. รถยนต์ไฟฟ้า(EV) ในประเทศไทย/ Self-driving car
6. Smart farm กับการเกษตรในไทย
7. Sensing and Sensors
8. Cyber-physical System (CPS) เชื่อม IOT กับอุตสาหกรรม

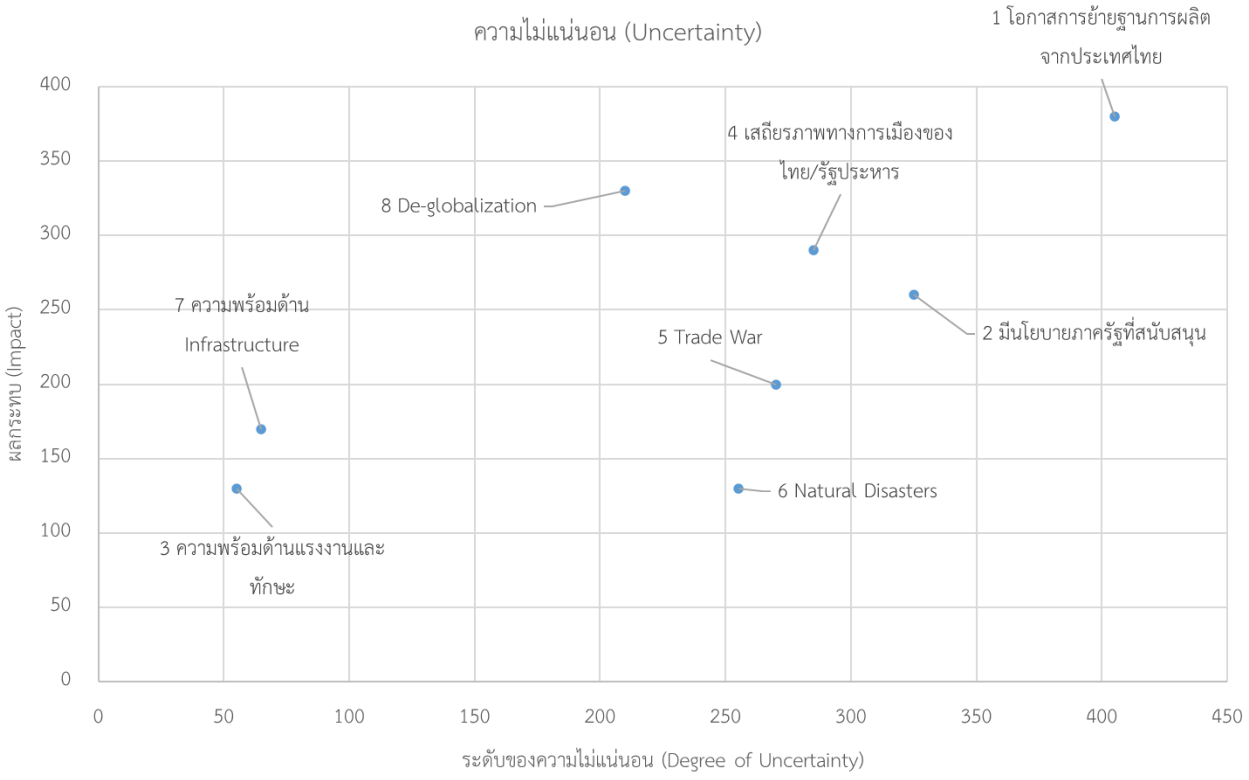
ซึ่งแนวโน้มที่สำคัญทั้ง 8 แนวโน้มนี้ ที่ประชุมเห็นพ้องกันว่าจะเป็นตัวขับดันสำคัญในการสร้างแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของไทย

ในส่วนของการคัดเลือกความไม่แน่นอน ใช้วิธีดำเนินการเช่นเดียวกับการหาแนวโน้มที่สำคัญ โดยเริ่มจากการให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการเสนอความไม่แน่นอนเพิ่มเติมที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญไว้ก่อน จากนั้นจึงทำการโหวตลงคะแนนเพื่อหาความไม่แน่นอนที่สำคัญ โดยผู้เข้าร่วมประชุมแต่ละท่านมีคะแนนรวม 100 คะแนนที่จะใช้ในการแจกแจงลงคะแนนให้แต่ละหัวข้อ โดยทำการลงคะแนนเสียงในส่วนของระดับของผลกระทบ และ ระดับความไม่แน่นอนของความไม่แน่นอนแต่ละตัว

การคัดเลือกความไม่แน่นอนที่สำคัญจากการระดมสมองของผู้เชี่ยวชาญเมื่อรวมคะแนนพบว่าความไม่แน่นอนแต่ละตัวสามารถสรุปคะแนนได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7.1-3 คะแนนรวมความไม่แน่นอนในด้านระดับของความไม่แน่นอน (Degree of Uncertainty) และผลกระทบ (Impact)

ลำดับ	ความไม่แน่นอน	คะแนน	
		ผลกระทบ	ระดับความไม่แน่นอน
1	โอกาสการย้ายฐานการผลิตจากประเทศไทย	380	405
2	มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน	260	325
3	ความพร้อมด้านแรงงานและทักษะ	130	55
4	เสถียรภาพทางการเมืองของไทย/รัฐประหาร	290	285
5	Trade War	200	270
6	Natural Disasters	130	255
7	ความพร้อมด้าน Infrastructure	170	65
8	De-globalization	330	210



รูปที่ 7.1-2 ความสัมพันธ์ของระดับของความไม่แน่นอน (Degree of Uncertainty) และผลกระทบ (Impact) ของความไม่แน่นอน 8 ปัจจัย

จากผลในข้างต้น พบว่าความไม่แน่นอนที่ได้รับคะแนนมากที่สุดคือ *โอกาสการย้ายฐานการผลิตจากประเทศไทย* อย่างไรก็ตามความไม่แน่นอนอันดับสองนั้นเกิดความก้ำกึ่งกันระหว่าง *มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน* กับ *เสถียรภาพทางการเมืองของไทย/รัฐประหาร* ในที่ประชุมจึงมีความเห็นให้รวมทั้งสองส่วนเข้าด้วยกันเนื่องจากเกี่ยวข้องกับรัฐบาล เป็น *เสถียรภาพและการสนับสนุนของภาครัฐ*

ตารางที่ 7.1-4 ความไม่แน่นอนที่สำคัญจากการลงคะแนน คะแนนรวมความไม่แน่นอนในด้านระดับของความไม่แน่นอน (Degree of Uncertainty) และผลกระทบ (Impact)

ลำดับ	ความไม่แน่นอน	คะแนน	
		ผลกระทบ	ระดับความไม่แน่นอน
1	โอกาสการย้ายฐานการผลิตจากประเทศไทย	380	405

ลำดับ	ความไม่แน่นอน	คะแนน	
		ผลกระทบ	ระดับความไม่แน่นอน
2	เสถียรภาพและการสนับสนุนของภาครัฐ	550	610

จากความไม่แน่นอนสำคัญทั้งสองตัวในข้างต้น สามารถนำมาสร้างเป็นเข็มทิศฉากทัศน์แห่งอนาคต จากความไม่แน่นอนที่สำคัญได้ฉากทัศน์ 4 ฉากทัศน์ ดังนี้



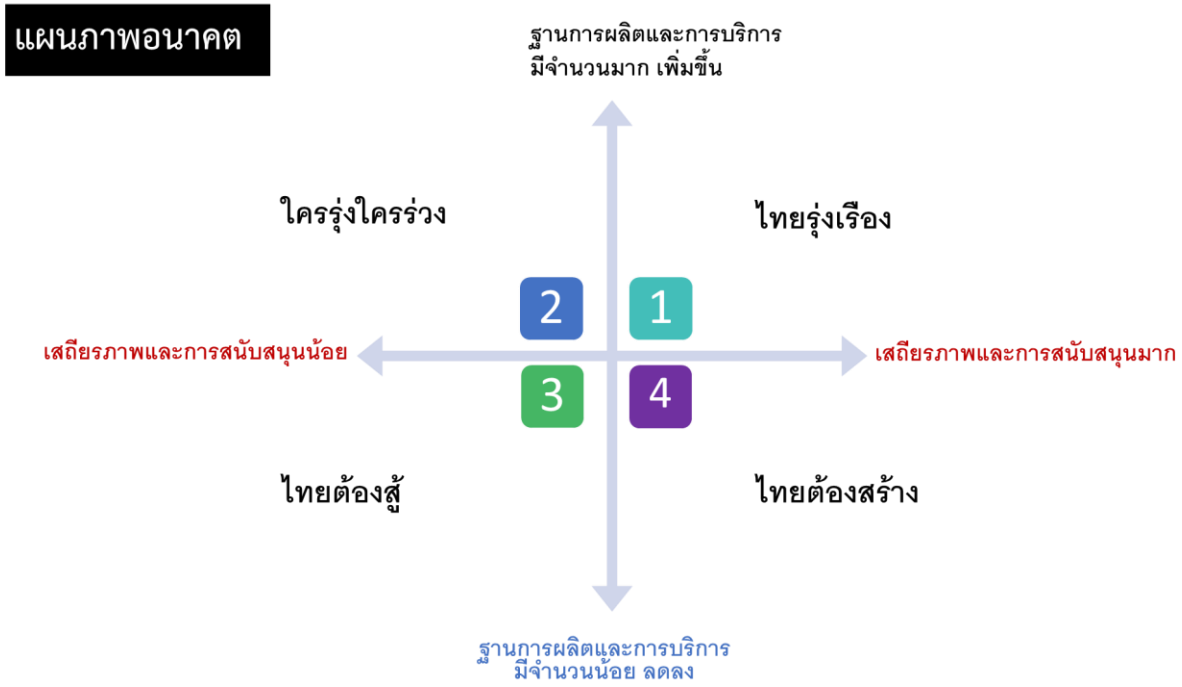
รูปที่ 7.1-3 ฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย

จากนั้นจึงทำการสร้างเรื่องเล่า (Narrative) สำหรับแต่ละฉากทัศน์ โดยในที่นี้จะมุ่งเน้นในภาพทัศน์จำนวน 2 ภาพ คือภาพที่ 1 ซึ่งเป็นกรณีที่ดีที่สุด และ ภาพที่ 3 ซึ่งเป็นกรณีที่แย่ที่สุด โดยจากการประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญจากภาครัฐ และภาคเอกชน ได้ลงความเห็นในการตั้งชื่อภาพและให้ความเห็นต่อลักษณะในแต่ละภาพดังนี้

ฉากทัศน์แห่งอนาคต	ชื่อภาพที่ถูกเสนอ
1:เสถียรภาพและการสนับสนุนของภาครัฐสูงและมีการเพิ่มการผลิตในไทย	1. โลกสวย 2. รวมพลังสร้างชาติ 3. โชคดี 4. Growth_together 5. Thailand's_dream 6. ปรับตัว อยู่รอด 7. ไทยรุ่งเรือง 8. เมืองทอง 9. Surprise 10. ไทยก้าวไกล 11. Thailand_Silicon_valley 12. แสงไทย 13. ไทยเป็น_1 14. ไทยพัฒนา 15. เหลือเชื่อ ที่นี่ประเทศไทย 16. แปลก_แต่_จริง 17. Thai_power 18. ทยานฟ้า 19. Thailand_Resilience 20. ต้องรอด 21. Challenge 22. ไทยต้องรอด 23. Ship_หาย 24. สู้โว้ยยยย 25. ไทยต้องช่วยไทย 26. ไทยต้องสู้
3. เสถียรภาพและการสนับสนุนของภาครัฐต่ำ	1. Tough_life 2. ไทยต้องรอด

และย้ายการผลิตออกจากประเทศไทย	3. Hibernate 4. ต้องรอด 5. ไทยรุ่งริ่ง 6. Challenge 7. ไทยแพ้ 8. Again_and_Again 9. พอเพียง 10. พักก่อน 11. ไทยถดถอย 12. reestablishment 13. ตั้งหลัก 14. ต้องรอด 15. Reset 16. ไทยต้องสู้ 17. ไทยต้องช่วยไทย 18. Bitter_dream

ทั้งนี้ที่ปรึกษาได้ทำการลงความเห็นและทำการตั้งชื่อฉากทัศน์ทั้ง 4 ภาพ ดังนี้



รูปที่ 7.1-4 ชื่อของฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย

โดยลักษณะเฉพาะในแต่ละฉากทัศน์ สามารถสรุปได้โดยย่อ ดังนี้

- **ภาพที่ 1 ไทยรุ่งเรือง** (มีการเพิ่มฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่สูง)

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นส่วนสำคัญในการผลิต (OEM) ของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในตลาดโลก ภาคธุรกิจในประเทศมีการเติบโตรวดเร็วทั้งบริษัทสัญชาติไทยและนานาชาติ บริษัทสัญชาติไทยมีศักยภาพในการแข่งขันเพราะมีสนับสนุนและมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพ เป็นที่ดึงดูดของการลงทุนมีสภาพแวดล้อมเหมาะแก่สร้างและพัฒนาธุรกิจทุกระดับและมีความมั่นคงในทรัพยากรมนุษย์สนับสนุนเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ มีการขยายตัวทั้งการส่งออกและการเติบโตตลาดในประเทศและในภูมิภาค ทั้งมีการผลิตการพัฒนาธุรกิจ การบริการครอบคลุมอุตสาหกรรมและคลัสเตอร์ที่มีศักยภาพของประเทศ อาทิ ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร การบริการ ด้านการท่องเที่ยว ด้านการค้า ด้านอาหาร ด้านสุขภาพและการแพทย์ รวมถึงตลาดผู้สูงอายุ และ ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อัจฉริยะ ภาคอุตสาหกรรมเอกชนและรัฐบาลมีการนำเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจริยะเข้าไปใช้ประโยชน์ได้อย่างทั่วถึง

- **ภาพที่ 2 ใครรุ่งใครร่วง** (มีการเพิ่มฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่น้อย)

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการเจริญเติบโตเพราะอาศัยพื้นฐานเดิมในการผลิต (OEM) ของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในตลาดโลก ภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมมีการการเติบโตของตลาดในประเทศและในภูมิภาคจากกลไกตลาดโลก ถึงแม้มีการเติบโตของตลาดอย่างไรก็ตามบริษัทสัญชาติไทยมีศักยภาพในการแข่งขันน้อยเพราะไม่ได้รับสนับสนุนอย่างเพียงพอและยังคงมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพจำนวนจำกัด ทั้งมีการผลิตการพัฒนาธุรกิจในวงจำกัด เพราะไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง ภาคเอกชนจำเป็นต้องจับมือร่วมกันสร้างความแข็งแกร่งในการสร้างตลาดเฉพาะในประเทศ

- **ภาพที่ 3 ไทยต้องสู้** (มีการลดฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่น้อย)

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการหดตัวเพราะศักยภาพในการแข่งขันเทียบกับประเทศอื่นลดลงมีการย้ายฐานการผลิต และ รวมถึงไม่มีการผลิตที่ใช้เทคโลยีระดับสูงเพราะมีสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่ไม่ดึงดูด มีต้นทุนการทำธุรกิจที่ไม่เหมาะ ขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ เสถียรภาพและการสนับสนุนมีจำกัดทำให้อุตสาหกรรมและธุรกิจในประเทศชงักตัวลง ภาคเอกชนจำเป็นต้องจับมือร่วมกันสร้างความแข็งแกร่งกับตลาดเฉพาะในประเทศ

- **ภาพที่ 4 ไทยต้องสร้าง** (มีการลดฐานการผลิต-เสถียรภาพและการสนับสนุนที่สูง)

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะมีการหดตัวและมีการลดหรือย้ายฐานการผลิต อย่างไรก็ตามด้วยการมีเสถียรภาพและการสนับสนุนจากภาครัฐที่ดีทำให้มีการส่งเสริมและขยายตลาดของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและการบริการในประเทศ มีการพัฒนาทักษะและสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่ต่อเนื่องและมีศักยภาพที่สูง รัฐบาลส่งเสริมและสร้างกลไกรัฐในการจัดซื้อจัดจ้างให้เกิดความต้องการการใช้ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในประเทศ ส่งเสริมเอกชนในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานและเปิดขยายตลาดสู่ประเทศภูมิภาคที่มีความต้องการเฉพาะสอดคล้องกับประเทศไทย มีการเติบโตตลาดในประเทศและในภูมิภาค ทั้งมีการผลิตการพัฒนาธุรกิจ การบริการครอบคลุมอุตสาหกรรมและคลัสเตอร์ที่มีศักยภาพของประเทศ อาทิ ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร การบริการ ด้านการท่องเที่ยว ด้านการค้า ด้านอาหาร ด้านสุขภาพและการแพทย์ รวมถึงตลาดผู้สูงอายุและผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อัจฉริยะ รัฐบาลมีการนำเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะเข้าไปใช้ประโยชน์ได้อย่างทั่วถึง

7.2 กลยุทธ์ในการผลักดันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะสำหรับแต่ละฉากทัศน์

จากภาพฉากทัศน์อนาคตในข้างต้น สามารถนำมาใช้ในการร่างนโยบายในการผลักดันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ โดยสามารถแบ่งตามสถานการณ์ทั้ง 4 สถานการณ์ได้ ดังนี้



รูปที่ 7.2-1 กลยุทธ์ในการผลักดันในแต่ละฉากทัศน์แห่งอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย

สถานการณ์ที่ 1 ในกรณีที่บริบทของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของประเทศไทยอยู่เงื่อนไข **"มีฐานการผลิตการบริการในไทยมากขึ้น รัฐบาลมีเสียรภาพตลอดจนมีการสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐมาก"** ซึ่งภาพอนาคตที่คาดว่าจะมีความเป็นไปได้ในการขับเคลื่อนให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะสร้างประโยชน์สูงสุดให้กับสังคมไทย ชื่อภาพว่า **"ไทยรุ่งเรือง"** กลยุทธ์ คือ

- การสร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์
- รุก-รับ มาตราฐาน smart devices
- Enhance Business Strong-up
- Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics

สถานการณ์ที่ 2 ในกรณีที่บริบทของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของประเทศไทยอยู่ในเงื่อนไข **"มีการเพิ่มฐานการผลิตการบริการในไทย รัฐมีเสถียรภาพที่น้อยและมีการสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐน้อย"** สามารถกำหนดชื่อภาพว่า **"ใครรุ่งใครร่วง"** กลยุทธ์ คือ

- การสร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์
- รุก-รับ มาตราฐาน smart devices
- สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน

สถานการณ์ที่ 3 ในกรณีที่บริบทของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของประเทศไทยอยู่ในเงื่อนไข **"มีการลดฐานการผลิตการบริการในไทย รัฐมีเสถียรภาพที่น้อยและมีการสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐน้อย"** สามารถกำหนดชื่อภาพว่า **"ไทยต้องสู้"** กลยุทธ์ คือ

- การสร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์
- สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน
- ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค

สถานการณ์ที่ 4 ในกรณีที่บริบทของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของประเทศไทยอยู่ในเงื่อนไข **"มีการลดฐานการผลิตการบริการในไทย รัฐมีเสถียรภาพและมีการสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐมาก"** สามารถกำหนดชื่อภาพว่า **"ไทยต้องสู้"** กลยุทธ์ คือ

- การสร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์
- ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค
- Enhance Business Strong-up
- Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics

7.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

กลยุทธ์ในแต่ละแผนภาพนั้น สามารถนำมาจัดกลุ่มและแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมเป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและผู้ที่เกี่ยวข้องหลักได้ดังนี้

A. <u>สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์</u>

1. มีการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะรองรับอุตสาหกรรมอีเล็กทรอนิคอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ

2. มีการสร้างกำลังคนตามที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยมีการสอบถามความต้องการในด้านทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น
3. เน้นการสร้าง Developer ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้าน Hardware และ Software
4. ส่งเสริมทักษะในการประยุกต์ใช้ ทักษะใหม่ด้าน Digital เช่น AI, Big-data, Data analytic, Blockchain เป็นต้น
5. จัดตั้งสร้าง Talent pool , HR Space ของชาติ เชื่อมโยง Developers และ บุคลากรมีฝีมือด้านต่าง ๆ เข้าร่วมงานกัน
6. ส่งเสริมการทำงานในลักษณะผสมผสานของผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา เช่น เกษตร การแพทย์ IT Software เข้าร่วมงาน

Major stakeholder

1. สถาบันการศึกษา
2. หน่วยงานส่วนกลางของรัฐ เช่น กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ
3. หน่วยงานเอกชน ที่ให้บริการที่เกี่ยวข้อง เช่น data center, maker space, consortium
4. หน่วยงานการศึกษาสมัยใหม่ เช่น e-learning

B. <u>รุก-รับ มาตราฐาน smart devices</u>

1. มีมาตรการคุ้มครองและส่งเสริมธุรกิจของไทย ผ่านการสร้างมาตรฐานกลางของประเทศ ให้มีความมั่นคงในเรื่องของ De-globalization
2. มีมาตรการเชิงรับในเรื่องการช่วยเหลือธุรกิจไทย ให้สามารถผ่านมาตรฐานได้ มีหน่วยงานรับรองและให้คำปรึกษาในการขอรับรองมาตรฐาน ก่อนที่จะพัฒนาสินค้าขึ้นมา
3. ส่งเสริมมาตรฐานสินค้า Smart electronics ของไทย ประเด็นสำคัญเช่น ด้านการเชื่อมต่อ ความเป็นส่วนตัว และ ความปลอดภัย
    - สนับสนุนความมั่นคง และ เพิ่มความมั่นใจกับผู้บริโภค เช่นการมีฐานข้อมูล server อยู่ในไทย
    - การคุ้มครองและบริหารข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้บริการ เช่นถูกบริหารงานโดย consortium ไม่เป็นของบริษัทใดบริษัทหนึ่ง data management and traceability
    - การออก Certificate ของผลิตภัณฑ์และบริการ
    -

Major stakeholder

1. หน่วยงานรัฐ ประเภท ออก/กำกับมาตรฐาน เช่น สมอ. อย.
2. หน่วยงานรัฐ ประเภทรับรองมาตรฐาน เช่น EEI
3. หน่วยงานเอกชน ที่สนับสนุนมาตรฐาน เช่น บริษัทที่ปรึกษา

C. Enhance Business Strong-up

1. มีมาตรการส่งเสริมและคุ้มครองธุรกิจไทย ให้ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว และได้ศักยภาพในการแข่งขัน ให้เกิดความมั่นคงทางเทคโนโลยีภายในประเทศในยุค de-globalization
2. มีการบูรณาการมาตราการจากกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวงพาณิชย์เข้าด้วยกัน
3. มีการสร้างกลไกในการยกระดับ (strong up) กิจการให้เข้มแข็งและขยายตัวได้
4. มีการสร้างความต่อเนื่องในด้านแรงงาน เกิดการรับช่วงต่อของเทคโนโลยีในแรงงานรุ่นสู่รุ่น
5. มีการขยายการทำธุรกิจให้ครอบคลุมทั้ง value-chain ทั้งในด้านสุขภาพ ผู้สูงอายุ การแพทย์ การเกษตร อาหารและการท่องเที่ยว

Major stakeholder

1. ธนาคาร รัฐ/เอกชน
2. หน่วยงานประเมิน/รับรอง IP
3. หน่วยงานให้ทุนวิจัย
4. หน่วยงานรวบรวม/เผยแพร่ product owner
5. หน่วยงานประเภทสมาคมที่สนับสนุนและปกป้องธุรกิจประเภทเดียวกัน
6. หน่วยงานรัฐที่มีอำนาจออกข้อกำหนด/ประกาศ/กฎหมาย ที่บังคับใช้

D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics

1. มีการสร้าง platform พื้นฐานของประเทศ ในการสร้างฐานลูกค้าในตลาดเฉพาะด้าน (niche market) ของประเทศ
2. มีการสร้าง platform ต่อเชื่อมระหว่างผลิตภัณฑ์และบริการเข้าด้วยกัน ทั้งด้าน physical และ logical อาทิเช่น การกำหนด protocol ในการติดต่อสื่อสารระหว่างสินค้าต่าง ๆ การการส่งข้อมูลผู้ใช้เข้ามาส่วนกลาง

3. การส่งเสริมการสร้าง IOT platform ของอุตสาหกรรมในประเทศ

Major stakeholder

1. หน่วยงานรัฐ ที่ให้บริการ platform
2. หน่วยงานรัฐ ที่ใช้บริการ platform
3. หน่วยงานรัฐที่มีสิทธิ์ในการให้ผลประโยชน์ เช่น กรมสรรพากร, BOI

E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค

1. สนับสนุนและสร้าง localization product ของลูกค้าในประเทศและในภูมิภาค เช่น ระบบรู้จำภาษา
2. สร้าง niche value chain ให้ครบถ้วนในตลาดเฉพาะของไทย เช่น ในด้านสุขภาพ, การแพทย์, ผู้สูงอายุ, อาหารเพื่อสุขภาพ, “smartfood”, การเกษตร “smartfarm” ซึ่งตลาดเหล่านี้ไม่ขึ้นอยู่กับการขึ้นลงของภาคการผลิต โดยทำตลาดแต่ละแห่งในแนวตั้งและ อาจ cross กันหลายตลาดได้
3. ใช้กลไกของ localization ในการป้องกันการแข่งขันและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับผู้ประกอบการในประเทศ เช่น การใช้การ audit เป็นภาษาไทย
4. มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้การทำ localization กับเพื่อนบ้าน (Regionalization) เช่น พม่า อินโดนีเซีย CLMV เป็นต้น
5. มีการส่งบุคลากรไปให้ความช่วยเหลือเพื่อนบ้านในด้านต่าง ๆ สร้างเครือข่ายให้ผู้ประกอบการไทยเข้าไปทำตลาดในประเทศเพื่อนบ้านได้

Major stakeholder

1. บริษัทที่เป็น supplier ผลิตภัณฑ์ในระดับ regional
2. บริษัทที่ให้บริการในระดับ regional เช่น AIS
3. บริษัทที่ใช้ทรัพยากรในระดับ regional
4. หน่วยงานภาครัฐที่เป็นเจ้าภาพ โครงการมุ่งเป้า

F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน

1. มีการสนับสนุนภาคธุรกิจที่ต้องการทำ R&D เพื่อออกแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีความเสี่ยงและใช้เงินทุนสูง

2. สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน และสนับสนุนการค้าขายผ่านชายแดน
3. มีการส่งเสริมกลุ่มวิจัยที่มีความสามารถ ให้สามารถสร้างสินค้าของตัวเองได้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรับจ้างผลิตในไทย สามารถปรับตัวให้ผลิตสินค้าของตัวเองได้
4. มีการรวมกลุ่มภาคเอกชนสมาคมในประเทศ มีการแชร์เทคโนโลยีฐานร่วมกัน ร่วมกันพัฒนาและแบ่งปันข้อมูลกัน เพื่อพัฒนาตลาดร่วมกัน
5. สร้างความแข็งแกร่งของคลัสเตอร์โดยมีภาคเอกชน องค์กรวิชาชีพ สมาคม เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก สนับสนุนและเพิ่มบทบาทให้แข็งแกร่งมากขึ้น
6. ส่งเสริมให้เอกชนสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เช่น มาตรการช่วยเหลือทางภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา เป็นต้น

Major stakeholder

1. หน่วยงานให้ทุนวิจัย
2. สถาบันการศึกษา
3. หน่วยงานวิจัย เช่น NECTEC
4. สมาคมของผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้อง
5. หน่วยงานรัฐที่ออกข้อกำหนด/ประกาศ/กฎหมายสนับสนุนธุรกิจได้

ตารางที่ 7.3-1 ร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

วัตถุประสงค์	A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์	B.รุก-รับ มาตรฐาน smart devices	C. Enhance Business Strong-up	D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค	F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน
ยุทธศาสตร์	A1.มีการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะรองรับอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพ	B1.มีมาตรการคุ้มครองและส่งเสริมธุรกิจของไทย ผ่านการสร้างมาตรฐานกลางของประเทศ ให้มีความมั่นคงในเรื่องของ de-globalization	C1.มีมาตรการส่งเสริมและคุ้มครองธุรกิจไทย ให้ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว และได้เปรียบในการแข่งขันจากต่างชาติ ให้เกิดความมั่นคงทางเทคโนโลยี	D1.มีการสร้าง platform พื้นฐานของประเทศ ในการสร้างฐานลูกค้าในตลาดเฉพาะด้าน (niche market) ของประเทศ	E1.สนับสนุนและสร้าง localization product ของลูกค้าในประเทศและในภูมิภาค	F1.มีการสนับสนุนภาคธุรกิจที่ต้องการทำ R&D เพื่อออกแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีความเสี่ยงและใช้เงินทุนสูง
	A2.มีการสร้างกำลังคนตามที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยมีการสอบถามความต้องการใน	B2.มีมาตรการในเรื่องการช่วยเหลือธุรกิจไทย ให้สามารถผ่านมาตรฐานได้	C2.มีการบูรณาการมาตรการจากกระทรวงอุตสาหกรรมและ	D2.มีการสร้าง platform ต่อเชื่อมระหว่างผลิตภัณฑ์และบริการเข้าด้วยกัน ทั้ง	E2.สร้าง niche value chain ให้ครบถ้วนในตลาด	F2.สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน และสนับสนุนการค้าขายผ่านชายแดน

วัตถุประสงค์	A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์	B.รุก-รับ มาตรฐาน smart devices	C. Enhance Business Strong-up	D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค	F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน
	ด้านทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น		กระทรวงพาณิชย์เข้าด้วยกัน	ด้าน physical และ logical	เฉพาะ (niche) ของไทย	
	A3.เน้นการสร้าง developer ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้าน Hardware และ Software	B3.มีการออกตรามาตรฐานสินค้า smart electronics ของไทย ด้านการเชื่อมต่อความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัย ที่ให้ความมั่นใจกับผู้บริโภค	C3.มีการสร้างกลไกในการยกระดับ (strong up) กิจการให้เข้มแข็งและขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว เช่น SME	D3.การส่งเสริมการสร้าง IOT platform ของอุตสาหกรรมในประเทศ	E3.ใช้กลไกของ localization ในการป้องกันการแข่งขันและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับผู้ประกอบการในประเทศ	F3.มีการส่งเสริมกลุ่มวิจัยที่มีความสามารถ ให้สามารถสร้างสินค้าของตัวเองได้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรับจ้างผลิตในไทยสามารถปรับตัวให้ผลิตสินค้าของตัวเองได้
	A4. สร้างคนที่มีทักษะในการประยุกต์ใช้ ทักษะใหม่ด้าน digital เช่น AI, Big-data, Data		C4. มีการสร้างความต่อเนื่องในด้านแรงงาน เกิดการรับช่วงต่อของ		E4. มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้การทำ localization	F4. มีการรวมกลุ่มภาคเอกชนสมาคมในประเทศ มีการแชร์เทคโนโลยีฐานร่วมกัน

วัตถุประสงค์	A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์	B.รุก-รับ มาตรฐาน smart devices	C. Enhance Business Strong-up	D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics	E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค	F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน
	analytic, Blockchain เป็นต้น		เทคโนโลยีในแรงงานรุ่นสู่รุ่น		กับเพื่อนบ้าน (Regionalization) เช่น พม่า อินโดนีเซีย CLMV เป็นต้น	ร่วมกันพัฒนาและแบ่งปันข้อมูลกัน เพื่อพัฒนาตลาดร่วมกัน
	A5. มีการสร้าง Talent pool , HR Space ของชาติ เชื่อมโยงแรงงานมีฝีมือด้านต่าง ๆ เข้าร่วมงานกัน		C5. มีการขยายตลาดให้ครอบคลุมทั้ง value-chain ทั้งในด้านสุขภาพ ผู้สูงอายุ การแพทย์ การเกษตร อาหาร และการท่องเที่ยว		E5. มีการส่งบุคลากรไปให้ความช่วยเหลือเพื่อนบ้านในด้านต่าง ๆ สร้างเครือข่ายให้ผู้ประกอบการไทยเข้าไปทำตลาดในประเทศเพื่อนบ้านได้	F5. สร้างความแข็งแกร่งของคลัสเตอร์โดยมีภาคเอกชน องค์กรวิชาชีพ สมาคม เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก สนับสนุนและเพิ่มบทบาทให้แข็งแกร่งมากขึ้น

วัตถุประสงค์	**A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์**	**B.รุก-รับ มาตรฐาน smart devices**	**C. Enhance Business Strong-up**	**D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics**	**E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค**	**F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน**
	A6. ส่งเสริมการทำงานในลักษณะผสมผสานของผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา เช่น เกษตร การแพทย์ IT software เข้าร่วมงาน					F6. ส่งเสริมให้เอกชนสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เช่น มาตรการช่วยเหลือทางภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา เป็นต้น

7.4 ประชาพิจารณ์ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ในการกำหนดข้อเสนอแนะเชิงนโยบายรวมในรูปประเด็นยุทธศาสตร์และกลยุทธ์สำหรับ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับทุกแผนภาพ ได้มีการรับฟังประชาพิจารณ์จากกลุ่มของภาครัฐ นักวิชาการและเอกชนในด้านระดับความเห็นด้วยในประเด็นยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ภายใต้ยุทธศาสตร์ ได้ผลดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 7.4-1 ระดับความเห็นด้วยในประเด็นยุทธศาสตร์โดยรวมสำหรับทุกแผนภาพ (สเกล 5 ระดับ)

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย
ประเด็นยุทธศาสตร์โดยรวม	4.130

ทั้งนี้ได้มีการรับฟังประชาพิจารณ์ในส่วนของกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 7.4-2 ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
1.1 มีการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะรองรับอุตสาหกรรมอีเล็กทรอนิคอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ	4.478	7.830	9.383
1.2 มีการสร้างกำลังคนตามที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยมีการสอบถามความต้องการในด้านทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น	4.435	7.404	8.468
1.3 เน้นการสร้าง Developer ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้าน Hardware และ Software	4.304	6.979	8.234
1.4 ส่งเสริมทักษะในการประยุกต์ใช้ ทักษะใหม่ด้าน Digital เช่น AI, Big-data, Data analytic, Blockchain เป็นต้น	4.457	7.681	8.298
1.5 จัดตั้งสร้าง Talent pool , HR Space ของชาติ เชื่อมโยง Developers และ บุคลากรมีฝีมือด้านต่าง ๆ เข้าร่วมงานกัน	4.283	6.979	7.787

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
1.6 ส่งเสริมการทำงานในลักษณะผสมผสานของผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา เช่น เกษตร การแพทย์ IT Software เข้าร่วมงาน	4.370	6.957	8.532

ตารางที่ 7.4-3 ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์รุก-รับมาตราฐาน smart devices

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
2.1 มีมาตรการคุ้มครองและส่งเสริมธุรกิจของไทย ผ่านการสร้างมาตรฐานกลางของประเทศ ให้มีความมั่นคงในเรื่องของ De-globalization	4.3478	7.0889	8.4222
2.2 มีมาตรการเชิงรับในเรื่องการช่วยเหลือธุรกิจไทย ให้สามารถผ่านมาตรฐานได้ มีหน่วยงานรับรองและให้คำปรึกษาในการขอรับรองมาตรฐาน ก่อนที่จะพัฒนาสินค้า	4.4783	7.6667	8.4889
2.3 ส่งเสริมมาตรฐานสินค้า Smart electronics ของไทย ประเด็นสำคัญเช่น ด้านการเชื่อมต่อ ความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัย	4.3478	7.0222	8.1778

ตารางที่ 7.4-4 ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ Enhance Business Strong-up

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
3.1 มีมาตรการส่งเสริมและคุ้มครองธุรกิจไทย ให้ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว และได้ศักยภาพในการแข่งขัน ให้เกิดความมั่นคงทางเทคโนโลยีภายในยุค de-globalization	4.289	7.000	8.455
3.2 มีการบูรณาการมาตราการจากกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวงพาณิชย์เข้าด้วยกัน	4.333	7.318	7.977
3.3 มีการสร้างกลไกในการยกระดับ (strong up) กิจการให้เข้มแข็งและขยายตัวได้	4.378	7.091	8.432
3.4 มีการสร้างความต่อเนื่องในด้านแรงงาน เกิดการรับช่วงต่อของเทคโนโลยีในแรงงานรุ่นสู่รุ่น	4.333	6.386	7.614
3.5 มีการขยายการทำธุรกิจให้ครอบคลุมทั้ง value-chain ทั้งในด้านสุขภาพ ผู้สูงอายุ การแพทย์ การเกษตร อาหาร และการท่องเที่ยว	4.600	7.250	8.568

ตารางที่ 7.4-5 ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
4.1 มีการสร้าง platform พื้นฐานของประเทศ ในการสร้างฐานลูกค้าในตลาดเฉพาะด้าน (niche market) ของประเทศ	4.114	6.674	7.761
4.2 มีการสร้าง platform ต่อเชื่อมระหว่างผลิตภัณฑ์และบริการเข้าด้วยกัน ทั้งด้าน physical และ logical อาทิเช่น การกำหนด protocol ในการติดต่อสื่อสาร	4.295	7.174	8.239
4.3 การส่งเสริมการสร้าง IOT platform ของอุตสาหกรรมในประเทศ	4.250	7.000	8.043

ตารางที่ 7.4-6 ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
5.1 สนับสนุนและสร้าง localization product ของลูกค้าในประเทศและในภูมิภาค เช่น ระบบรู้จำภาษา	4.326	6.978	7.956
5.2 สร้าง niche value chain ให้ครบถ้วนในตลาดเฉพาะของไทย เช่น ในด้านสุขภาพ, การแพทย์, ผู้สูงอายุ, อาหารเพื่อสุขภาพ, "smartfood", การเกษตร "smartfarm"	4.512	7.244	8.933
5.3 ใช้กลไกของ localization ในการป้องกันการแข่งขันและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับผู้ประกอบการในประเทศ เช่น การใช้การ audit เป็นภาษาไทย	3.907	5.978	6.356
5.4 มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้การทำ localization กับเพื่อนบ้าน (Regionalization) เช่น พม่า อินโดนีเซีย CLMV เป็นต้น	4.488	6.889	8.022

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
5.5 มีการส่งบุคลากรไปให้ความช่วยเหลือเพื่อนบ้านในด้านต่างๆ สร้างเครือข่ายให้ผู้ประกอบการไทยเข้าไปทำตลาดในประเทศเพื่อนบ้านได้	3.930	5.956	6.911

ตารางที่ 7.4-7 ระดับความเห็นด้วย ความเร่งด่วน และความสำคัญในกลยุทธ์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ส่งเสริมสร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน

ยุทธศาสตร์	ระดับของความเห็นด้วยเฉลี่ย (สเกล 5 ระดับ)	ระดับของความเร่งด่วนเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)	ระดับของความสำคัญเฉลี่ย (สเกล 10 ระดับ)
6.1 มีการสนับสนุนภาคธุรกิจที่ต้องการทำ R&D เพื่อออกแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีความเสี่ยงและใช้เงินทุนสูง	4.512	7.605	9.047
6.2 สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน และสนับสนุนการค้าขายผ่านชายแดน	4.000	6.279	7.070
6.3 มีการส่งเสริมกลุ่มวิจัยที่มีความสามารถ ให้สามารถสร้างสินค้าของตัวเองได้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรับจ้างผลิตในไทย ให้ผลิตสินค้าของตัวเองได้	4.674	8.023	9.000
6.4 มีการรวมกลุ่มภาคเอกชนสมาคมในประเทศ มีการแชร์เทคโนโลยีฐานร่วมกัน ร่วมกันพัฒนาและแบ่งปันข้อมูลกัน เพื่อพัฒนาตลาดร่วมกัน	4.465	7.767	8.674
6.5 สร้างความแข็งแกร่งของคลัสเตอร์โดยมีภาคเอกชน องค์กรวิชาชีพ สมาคม เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก สนับสนุนและเพิ่มบทบาทให้แข็งแกร่งมากขึ้น	4.442	7.581	8.326
6.6 ส่งเสริมให้เอกชนสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เช่น มาตรการช่วยเหลือทางภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา	4.488	7.884	8.698

7.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเฉพาะแต่ละประเด็นยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

การนำผลการทำประชาพิจารณ์ร่างข้อเสนอแนะเชิงนโยบายมาปรับปรุง จะได้ประเด็นยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ ในช่วงเวลา 10 ปี และหน่วยงานผู้รับผิดชอบดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 7.5-1 ประเด็นยุทธศาสตร์สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน												
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.
1.1 มีการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะรองรับอุตสาหกรรมอีเล็กทรอนิคอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ	X														X	X
1.2 มีการสร้างกำลังคนตามที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยมีการสอบถามความต้องการในด้านทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น	X														X	X
1.3 เน้นการสร้าง Developer ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้าน Hardware และ Software	X														X	X
1.4 ส่งเสริมทักษะในการประยุกต์ใช้ ทักษะใหม่ด้าน Digital เช่น AI, Big-data, Data analytic, Blockchain เป็นต้น	X							X							X	X
1.5 จัดตั้งสร้าง Talent pool , HR Space ของชาติ เชื่อมโยง Developers และ บุคลากรมีฝีมือด้านต่าง ๆ เข้าร่วมงานกัน	X														X	X
1.6 ส่งเสริมการทำงานในลักษณะผสมผสานของผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา เช่น เกษตร การแพทย์ IT Software เข้าร่วมงาน	X														X	X

ตารางที่ 7.5-2 ประเด็นยุทธศาสตร์รุก-รับ มาตราฐาน smart devices

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน												
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.
2.1 มีมาตรการคุ้มครองและส่งเสริมธุรกิจของไทย ผ่านการสร้างมาตรฐานกลางของประเทศ ให้มีความมั่นคงในเรื่องของ De-globalization	X														X	
2.2 มีมาตรการเชิงรับในเรื่องการช่วยเหลือธุรกิจไทย ให้สามารถผ่านมาตรฐานได้ มีหน่วยงานรับรองและให้คำปรึกษาในการขอรับรองมาตรฐาน ก่อนที่จะพัฒนาสินค้า	X														X	
2.3 ส่งเสริมมาตรฐานสินค้า Smart electronics ของไทย ประเด็นสำคัญเช่น ด้านการเชื่อมต่อ ความเป็นส่วนตัว และ ความปลอดภัย	X														X	

ตารางที่ 7.5-3 ประเด็นยุทธศาสตร์ Enhance Business Strong-up

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน												
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.
3.1 มีมาตรการส่งเสริมและคุ้มครองธุรกิจไทย ให้ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว และได้ศักยภาพในการแข่งขัน ให้เกิดความมั่นคงทางเทคโนโลยีภายในยุค de-globalization	X									X					X	
3.2 มีการบูรณาการมาตราการจากกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวงพาณิชย์เข้าด้วยกัน	X									X					X	X

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน												
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.
3.3 มีการสร้างกลไกในการยกระดับ (strong up) กิจการให้เข้มแข็งและขยายตัวได้	X									X					X	
3.4 มีการสร้างความต่อเนื่องในด้านแรงงาน เกิดการรับช่วงต่อของเทคโนโลยีในแรงงานรุ่นสู่รุ่น		X													X	X
3.5 มีการขยายการทำธุรกิจให้ครอบคลุมทั้ง value-chain ทั้งในด้านสุขภาพ ผู้สูงอายุ การแพทย์ การเกษตร อาหาร และการท่องเที่ยว	X									X					X	

ตารางที่ 7.5-4 ประเด็นยุทธศาสตร์ Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน												
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.
4.1 มีการสร้าง platform พื้นฐานของประเทศ ในการสร้างฐานลูกค้าในตลาดเฉพาะด้าน (niche market) ของประเทศ		X													X	
4.2 มีการสร้าง platform ต่อเชื่อมระหว่างผลิตภัณฑ์และบริการเข้าด้วยกัน ทั้งด้าน physical และ logical อาทิเช่น การกำหนด protocol ในการติดต่อสื่อสาร	X														X	
4.3 การส่งเสริมการสร้าง IOT platform ของอุตสาหกรรมในประเทศ	X														X	

ตารางที่ 7.5-5 ประเด็นยุทธศาสตร์ ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน												
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.
5.1 สนับสนุนและสร้าง localization product ของลูกค้าในประเทศและในภูมิภาค เช่น ระบบรู้จำภาษา	X														X	
5.2 สร้าง niche value chain ให้ครบถ้วนในตลาดเฉพาะของไทย เช่น ในด้านสุขภาพ, การแพทย์, ผู้สูงอายุ, อาหารเพื่อสุขภาพ, “smartfood”, การเกษตร “smartfarm”	X														X	
5.3 ใช้กลไกของ localization ในการป้องกันการแข่งขันและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับผู้ประกอบการในประเทศ เช่น การใช้การ audit เป็นภาษาไทย			X							X					X	
5.4 มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้การทำ localization กับเพื่อนบ้าน (Regionalization) เช่น พม่า อินโดนีเซีย CLMV เป็นต้น		X								X					X	
5.5 มีการส่งบุคลากรไปให้ความช่วยเหลือเพื่อนบ้านในด้านต่างๆ สร้างเครือข่ายให้ผู้ประกอบการไทยเข้าไปทำตลาดในประเทศเพื่อนบ้านได้			X												X	X

ตารางที่ 7.5-6 ประเด็นยุทธศาสตร์ ส่งเสริมสร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน

กลยุทธ์	ระยะเวลา (ปี)			หน่วยงานขับเคลื่อน												
	1-3	4-7	8-10	กค.	กต.	กษ.	คค.	ดศ.	ทส.	พณ.	พม.	มท.	ศธ.	สธ.	อก.	อว.
6.1 มีการสนับสนุนภาคธุรกิจที่ต้องการทำ R&D เพื่อออกแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีความเสี่ยงและใช้เงินทุนสูง	X															X
6.2 สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน และสนับสนุนการค้าขายผ่านชายแดน		X								X						
6.3 มีการส่งเสริมกลุ่มวิจัยที่มีความสามารถ ให้สามารถสร้างสินค้าของตัวเองได้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรับจ้างผลิตในไทย ให้ผลิตสินค้าของตัวเองได้	X														X	X
6.4 มีการรวมกลุ่มภาคเอกชนสมาคมในประเทศ มีการแชร์เทคโนโลยีฐานร่วมกัน ร่วมกันพัฒนาและแบ่งปันข้อมูลกัน เพื่อพัฒนาตลาดร่วมกัน	X														X	
6.5 สร้างความแข็งแกร่งของคลัสเตอร์โดยมีภาคเอกชน องค์กรวิชาชีพ สมาคม เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก สนับสนุนและเพิ่มบทบาทให้แข็งแกร่งมากขึ้น	X														X	
6.6 ส่งเสริมให้เอกชนสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เช่น มาตรการช่วยเหลือทางภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา	X			X												

ภาคผนวก ก

สรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการประชุมกลุ่มย่อย ของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่เข้าสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สังกัด
1. คุณวิเชียร สุขสร้อย	รองผู้อำนวยการด้านเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
2. คุณบุตรี เทียมเทียบรัตน์	กองนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 1 สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
3. ผศ. นพ. ระพินทร์ พิมลศานติ์	ภาควิชาศัลยศาสตร์ออโธปิดิคส์และกายภาพบำบัด คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
4. ศ. ดร.ศันสนีย์ ไชยโรจน์	รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
5. รศ.ดร.ยศชนัน วงศ์สวัสดิ์	รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
6. ดร. ทรงพล ดีจงกิจ	กรรมการผู้จัดการ บริษัท สยามไบโอไซเอนซ์
7. ภญ.กรภัทร ตรีสารศรี	ผู้อำนวยการกองควบคุมเครื่องมือแพทย์ สำนักคณะกรรมการอาหารและยา
8. ผศ. นพ. ถนอม บรรณประเสริฐ	คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. คุณอดิศร อาภาสุทธิรัตน์	ประธานอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์และสุขภาพ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

2. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับการทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1

	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	สังกัด
1	ดร. ศิรประภา สัญชาตเจตน์	บริษัท สยามไบโอไซเอนซ์ จำกัด
2	ดร. สิรินมาส คัชมาตย์	กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข
3	คุณ สุทธิเกตติ์ ทัดพิทักษ์กุล	กองบริหารการลงทุน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)
4	คุณ กิตติ เอื้อพิพัฒน์วรกุล	กองสวัสดิการรักษาพยาบาล กรมบัญชีกลาง
5	คุณ โชติกา สุวรรณ์	กองสวัสดิการรักษาพยาบาล กรมบัญชีกลาง
6	ดร.ภิเศก เกิดศรี	Business Incubator, Living Solution Business, SCG-CBM
7	ผศ. นพ.อนุแสง จิตสมเกษม	คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
8	คุณ โชคชัย กีรี	บริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน (ไทย) จำกัด
9	ดร.ปราการเกียรติ ยังคง	สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
10	รศ.นพ.สุพจน์ ศรีมหาโชตะ	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย
11	คุณ วินิจ ฤทธิ์ฉิ้ม	กลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์และสุขภาพ สภาอุตสาหกรรม
12	ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์	ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม Chulalongkorn University Technology Center (UTC)
13	ศ.ดร.นพ.สมบัติ ตรีประเสริฐสุข	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย
14	คุณ กัมปนาท ปรีชาไว	กองบริหารการลงทุน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)
15	ดร.ฉัตรเฉลิม อิศรางกูร ณ อยุธยา	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

3. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับการทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 2

	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	สังกัด
1	คุณ วินิจ ฤทธิ์ฉิ้ม	ประธานกิตติมศักดิ์ กลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์และสุขภาพ สภาอุตสาหกรรม
2	คุณอดิศร อาภาสุทธิรัตน์	ประธานกลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์และสุขภาพ สภาอุตสาหกรรม
2	ดร. สิรินมาส คัชมาตย์	กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข
3	ดร. ศิรประภา สัญชาตเจตน์	บริษัท สยามไบโอไซเอนซ์ จำกัด
4	คุณ กัมปนาท ปรีชาไว	กองบริหารการลงทุน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)
5	คุณ กฤษณา แซ่เฮ้ง	กองบริหารการลงทุน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)
6	ผศ. นพ. ถนอม บรรณประเสริฐ	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7	รศ. นพ. สุพจน์ ศรีมหาโชตะ	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8	รศ. พญ. โสพพัทธ์ เหมรัญช์โรจน์	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9	ผศ. นพ. อนุแสง จิตสมเกษม	คณะแพทยศาสตร์ วชิรพยาบาล
10	ดร.ปราการเกียรติ ยังคง	สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
11	รศ. ดร. ยศชนัน วงศ์สวัสดิ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
12	ผศ. ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์	ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม Chulalongkorn University Technology Center (UTC)
13	คุณอรสิรี จุนชยะ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม Chulalongkorn University Technology Center (UTC)
14	ดร. เชษฐา พันธ์เครือบุตร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัท เมติคูลี่ จำกัด
15	ศ.นพ.สมรัตน์ จารุลักษณานันท์	คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. บทสัมภาษณ์ตัวต่อตัว ผู้เชี่ยวชาญ 9 ท่าน

สรุปบทสัมภาษณ์ คุณวิเชียร สุขสร้อย

ด้านสังคม

- สังคมผู้สูงอายุมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างชัดเจน ตั้งแต่ก่อนการเกิดเหตุการณ์โควิด เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในทวีปเอเชียด้วยกันเอง ประเทศญี่ปุ่นได้เล็งเห็นภาพอนาคตของสังคมผู้สูงอายุแบบ aging 5.0 แล้ว และเตรียมการเฝ้าดูบริบทของคนสูงวัยที่กำลังจะเข้าไปสู่จุดนั้น และที่แตกต่างกัน คือ ประเทศญี่ปุ่นมีผู้สูงอายุที่มีฐานะแล้ว ในขณะที่ประเทศไทยเองมีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่ได้มีฐานะที่สูงขึ้นตาม ยังคงมีรายได้ต่อประชาชาติน้อย ดังนั้นเทคโนโลยีอะไรก็ตามที่จะใช้กับประชากรสังคมผู้สูงอายุของไทย ควรจะสามารถนำมาใช้ได้กับผู้สูงอายุทุกฐานะ เพื่อให้เกิดการเข้าถึงได้และใช้งานได้ และเทคโนโลยีเองควรรองรับการเชื่อมโยงไปกับเทคโนโลยีด้าน telemedicine โดยรวมแล้วโอกาสด้านผู้สูงอายุ คือ จะมีผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เกิดขึ้น
- ในมุมมองที่กลับกัน ระบบสาธารณสุขของประเทศไทยมีความพร้อมกว่าประเทศญี่ปุ่น ในด้านความยืดหยุ่น เพราะอาจารย์แพทย์ของไทยมีแนวโน้มเปิดรับเทคโนโลยี เช่น telemedicine ได้มากกว่า ซึ่งถือเป็นโอกาสที่น่าสนใจ
- โรคระบาดใหม่ที่อาจเกิดขึ้นหลังจากเหตุการณ์โควิดผ่านไป จะส่งผลให้นวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างโควิดยังคงอยู่ เช่น การออกแบบ healthcare service business ที่สอดคล้องกับการรับมือกับโรคระบาด เป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรองรับกับการใช้ประโยชน์ด้วยโมบายให้มากขึ้น
- ในส่วนของโรคอุบัติเดิม เช่น โรคเท้าช้าง ไข้เลือดออก ที่ยังมีคนป่วยอยู่มาก เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขต tropical zone ยังควรให้ความสำคัญต่องบประมาณของ สาธารณสุข และ สปสช. ที่กำหนดนโยบายการเบิกจ่าย ซึ่งหากนำข้อมูลมาเรียงกัน จะพบว่า รายการที่สามารถตั้งเบิกได้ ยังคงเป็นรูปแบบการทดแทนมากกว่า

ด้านเทคโนโลยี

- โมเดลการก่อตั้ง startup national central ของอิสราเอล (finder.startupnationalcentral.org) เป็นสิ่งที่ควรศึกษาและนำมาใช้เป็นตัวอย่าง โดยเฉพาะเทรนด์ของเทคโนโลยี ซึ่งแตกต่างจาก patent mapping ที่ใช้อยู่เป็นส่วนมากในปัจจุบัน ในส่วนของ NIA เองเล็งเห็นว่า digital healthcare ซึ่งเป็นtrend ของ startup จะเป็น trend ที่จะเกิดได้มากกว่า
- ในด้าน demand อาจอ้างอิงจากมุมมองเชิงสังคมและเศรษฐกิจ ได้ แต่ในเรื่องของ technology อาจใช้มุมมองจาก patent mapping ซึ่งเป็นแนวทางที่ SCG หรือ ปตท. นำมาประยุกต์ใช้ แต่สำหรับ NIA เองจะให้น้ำหนักไปในเรื่องของ startup เป็นสิ่งบ่งชี้แนวโน้มของเทคโนโลยีมากกว่า และเทคโนโลยีที่ไม่จำกัดเพียงแค่เครื่องมือแพทย์

• การเชื่อมต่อเครื่องมือแพทย์กับฐานข้อมูลผ่าน cloud เป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ ก็ต้องคำนึงถึงการเชื่อมต่อของสัญญาณและเครื่องมือ เช่น หากใช้มือถือสแกนหรือถ่ายภาพแล้ว สามารถวิเคราะห์ภาพ ณ ขณะนั้นได้อย่างทันที อย่างไรก็ดีปัญหาเครื่องมือแพทย์ที่ยังประสบอยู่กับหลาย ๆ บริษัทผู้ผลิตเอง คือ การดึงข้อมูลเข้าส่วนกลางทาง cloud เนื่องจากความยุ่งยากและไม่มีเสถียรภาพ แม้แต่ผู้ใช้อย่าง SCG และ BDMS ก็ได้ประสบปัญหานี้มาแล้ว

ด้านอื่นๆ

- ปัญหาเรื่องการเบิกจ่ายของภาครัฐ ประสบปัญหาคอขวดที่กรมบัญชีกลาง
- แนวการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยมี 2 แบบ คือ

1. แบบทดแทน (substitute) ซึ่งมักจะติดปัญหาเรื่องของสิทธิบัตร และการยอมรับ ทำแล้วต้องให้ผู้ใช้ได้ลองใช้ เพื่อเก็บข้อมูลนำไปสู่ขั้นต่อไป เพื่อให้รัฐรับรองได้ในที่สุด ดังนั้นขั้นที่หนึ่งซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ คือ ทำยังไงให้แพทย์ได้มีโอกาสได้ทดลองใช้ และขั้นตอนที่สอง คือ ทำอย่างไรให้ อย. รับรองมาตรฐานได้ ซึ่งบัญชีนวัตกรรมในปัจจุบัน ไม่สามารถช่วยให้กระทรวงสาธารณสุขบังคับใช้หรือสั่งซื้อเครื่องมือแพทย์ไทยที่อยู่ในบัญชีนวัตกรรมมากขึ้น ดังนั้นรัฐบาลจำเป็นต้องเป็นลูกค้าหลักในประเทศก่อน และอีกผลกระทบที่จะตามมา คือ เมื่อซื้อแล้ว สามารถนำไปใช้รองรับในระบบประกันได้หรือเปล่า ดังนั้นในขั้นตอนของกลยุทธ์การนำใช้ (execution tool) ควรผลักดันไปให้ถึงเรื่องของการบริหารจัดการ ไม่ใช่แค่การผลักดันเทคโนโลยีอะไรเพียงอย่างเดียว ดังนั้นตอนทำ workshop ควรให้ สปสช. สธ. และ อย. มาร่วมประชุมด้วยกัน

2. แบบ digital healthcare device ที่มีบทบาทสำคัญมาก

ผลตอบรับ AI นำมาใช้ในเครื่องมือแพทย์เป็นอย่างไร

• การพัฒนาด้าน AI อาจมีความท้าทายสำคัญที่ต้องก้าวข้ามไปให้ได้ คือ บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้าน AI หรือ data scientist ยังน้อยมาก ไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนเทคโนโลยี AI และการจัดการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ยังคงมีอยู่จำนวนน้อย แนวทางที่เป็นไปได้อาจต้องเริ่มจากการนำฟิล์มเอกซ์เรย์ทั้งหมดของโรงพยาบาลมาเก็บลงฐานข้อมูลก่อน เช่น ข้อมูลของโรงพยาบาลศิริราชทั้งหมด แล้วจึงขยายฐานข้อมูลไปยังโรงพยาบาลอื่น ๆ ต่อไปภายในประเทศ ดังนั้นเมื่อได้ข้อมูลที่มากพอก็สามารถวินิจฉัยได้อย่างแม่นยำ และช่วยแบ่งเบาภาระแพทย์ หากทำได้สำเร็จด้วยประสิทธิภาพและความแม่นยำในอนาคต อาจใช้ผลที่ได้จากเครื่องเป็นผลอย่างทางการในการรายงานผู้ป่วยได้เลยโดยไม่ต้องผ่านแพทย์

• แนวโน้ม digital healthcare device หรือ smart device สำคัญ และถูกเร่งด้วยเหตุการณ์ pandemic covid นอกจากนี้อยากให้ครอบคลุมไปถึง service business ด้วย

ด้านความไม่แน่นอน โอกาส หรือเสี่ยง มีอะไร

- โอกาส เรื่องของคนสูงอายุเพิ่มมากขึ้น จะเกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นเช่นกัน

• แต่อุปสรรคก็จะมาจากว่าประชากรไทยมีรายได้น้อย และบางรายการอาจเบิกไม่ได้ ซึ่งเป็นปัญหาที่จะเชื่อมโยงไปกับระบบเบิกจ่ายของ สปสช. และ กองทุนต่าง ๆ ดังนั้นสิ่งสำคัญ คือ ทำอย่างไรให้ผู้ใช้ได้มีโอกาสใช้เครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาในประเทศ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก ในส่วนงานวิจัยต้องชัดเจนในทางการแพทย์

และผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น เพราะงานวิจัยทางการแพทย์ เป็น deep tech ที่มีการลงทุนสูง ต้องเริ่มจากพื้นฐาน ไปpilot ไปทดสอบจริงให้ได้มาตรฐานก่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเป้าหมายรองรับที่ชัดเจน

- งบวิจัย ถ้างบสนับสนุนหลากหลายและกระจัดกระจายเกินไป เช่น งบจาก อว. วช. และ สธ. มีความหลากหลายจนไม่ชัดเจน ไม่ได้โฟกัสไปว่า คนแก่ โรคระบาด อะไร กลุ่มไหน ที่ครบวงจรตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ อาจจะเป็นปัญหาต่อการพัฒนาให้เครื่องมือแพทย์บรรลุวัตถุประสงค์ได้แน่นอน
- ความร่วมมือของ อย. และ สปสช. ต่อกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างเพื่อให้เกิด ecosystem
- กระทรวงอุตสาหกรรม ต้องทำเรื่อง การสนับสนุนการลงทุน และ เรื่องของมาตรฐาน ที่ทำอยู่แล้ว ควรขยายนโยบายสนับสนุนมาช่วย ในการจัดจ้างจัดซื้อต้องทำให้จบให้ได้ ขึ้นบัญชีได้จริง เกิด procurement ได้จริง และมีสัดส่วนที่แน่นอน

สรุปบทสัมภาษณ์ คุณบุตรี เทียมเทียบรัตน์

ด้านสังคม

- การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย เครื่องมือแพทย์ต้องสามารถตอบความต้องการของโรคที่จะเกิดในผู้สูงอายุได้ เช่น ความดัน เบาหวาน
- ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาและสร้างบุคลากร เช่น นักวิทยาศาสตร์ และนักวิจัย ที่เน้นไปทางเครื่องมือแพทย์ เนื่องจากประเทศมีแนวโน้มที่จะขาดแคลนบุคลากรด้านดังกล่าว อาจส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว และไม่ตอบสนองต่อความต้องการ เช่น หากมีบริษัทต่างชาติเข้ามาตั้งโรงงาน แต่ประเทศไทยยังมีนักวิทยาศาสตร์ที่รองรับการผลิตได้น้อย แม้เราจะส่งเสริมการลงทุน บริษัทต่างชาติยังคงมองว่าบุคลากรไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นข้อเสียเปรียบที่ไม่สามารถดึงดูดการลงทุนได้
- นอกจากพื้นที่ EEC ที่เน้นอุตสาหกรรม S curve ทางด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์แล้ว BOI ก็ควรจะสนับสนุนการลงทุนนอกเหนือจากพื้นที่ใน EEC ด้วยเช่นกัน

ด้านเทคโนโลยี

- เทคโนโลยีด้าน 5G เป็นเทรนด์ที่ควรส่งเสริม เพราะมีความสำคัญและเป็นเทรนด์ที่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน จำเป็นต้องมีการพัฒนาเพื่อรองรับการเชื่อมต่อเครื่องมือแพทย์กับเทคโนโลยี 5G
- แอพลิเคชั่นต่าง ๆ ที่ส่งเสริมการดูแลสุขภาพได้ดี จะมีส่วนสำคัญอย่างมาก เช่น การมี chatbot เพื่อ screen โรคก่อนการไปพบแพทย์ หรือการให้บริการแพทย์ปรึกษาทางไกล
- หุ่นยนต์ทางการแพทย์ สามารถช่วยลดการติดต่อระหว่างผู้ป่วยกับบุคลากรในโรงพยาบาลได้ เช่น หุ่นยนต์เสิร์ฟอาหาร จัดยา ช่วยลดความเสี่ยง ลดระยะเวลาในการทำงาน ทำให้กระบวนการสั้นลงและมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- การวิจัยเรื่องเซลล์บำบัด ยีนส์บำบัด จะเป็นการรักษาโรคที่ตรงจุดมากขึ้น เช่น การรักษามะเร็ง แทนที่จะเป็นยาที่จะมีผลกระทบแบบกว้างกับอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ก็สามารถทำให้เฉพาะตรงจุดมากขึ้นและมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นได้
- เครื่องมือแพทย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ลุกล้ำในร่างกาย เช่น เครื่องวัดความดัน หรือเครื่องวัดเบาหวาน น่าจะสามารถมีศักยภาพในการทำตลาดได้ง่าย เนื่องจากเกณฑ์มาตฐานการรับรองของ อย จะมีน้อยกว่าเครื่องมือแพทย์ในกลุ่มที่ลุกล้ำเข้าไปในร่างกาย
- เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมีความสำคัญ แต่การส่งเสริมเทคโนโลยีดังกล่าวควรควบคู่ไปกับมิติด้านความมั่นคงด้วย เนื่องจากเทคโนโลยีไม่ได้จำกัดเฉพาะด้านการแพทย์เท่านั้น อาจนำไปสู่การพิมพ์อาวุธได้ เป็นต้น

ด้านสิ่งแวดล้อม

- ควรมีการพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันฝุ่น PM 2.5 ให้มากขึ้น

ด้านเศรษฐกิจ

- งบประมาณของประเทศด้านอุตสาหกรรมอาจมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากต้องนำไปใช้แก้ปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเครื่องมือแพทย์เพื่อการแข่งขันในอนาคต ตัวอย่างเช่น องค์การภาครัฐ

อย่าง TCELS ก็ได้รับผลกระทบด้านงบการพัฒนาบุคลากรในอนาคต หรือ TMPP fund ที่เป็นแหล่งทุนวิจัยเรื่องเครื่องมือแพทย์ ต้องจำเป็นยกเลิกโครงการวิจัยพัฒนาต่าง ๆ ลงเนื่องจากความล่าช้าของงบประมาณปี 2563

- การลงทุนในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ จำเป็นต้องสนับสนุนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกันเพื่อให้มีนโยบายผลักดันที่สอดคล้องกัน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมอุตสาหกรรมแพทย์ให้แข็งแกร่งมากยิ่งขึ้น
- GDP เป็นประเด็นสำคัญที่จะมีผลต่อการพัฒนา ถ้าเศรษฐกิจดี GDP สูง ก็จะส่งผลต่อรายได้ของสังคมในประเทศ ก่อให้เกิดกำลังซื้อ และการเลือกใช้บริการทางการแพทย์ ผู้ประกอบการที่ต้องการลงทุน ก็จะเห็นว่ามีศักยภาพที่ดี มีความมั่นใจที่จะลงทุน แต่ถ้าเศรษฐกิจแย่ คนลงทุนก็จะกังวลกับตลาดที่ไม่เอื้อต่อการลงทุน

ด้านการเมือง

- บทบาทของ regulator เช่น กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) มีความสำคัญอย่างมากในการส่งเสริมอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ซึ่งพระราชบัญญัติ (พรบ.) การควบคุมของ อย. เดิมเน้นในส่วนของเครื่องมือแพทย์ที่นำเข้า เช่น การจดทะเบียน แต่ พรบ. ใหม่ของ อย.ที่เริ่มมีผลบังคับใช้ในปี 2562 ได้หันมาให้ความสำคัญที่จะส่งเสริมเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตในประเทศมากขึ้น โดยระบุไว้เป็นย่อหน้าเป็นเนื้อหา 1 ย่อหน้า ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของ อย. นอกจากนี้การรวมตัวของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้ง มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล อย. และห้องปฏิบัติการทดสอบ เพื่อจัดตั้งแพล็ทฟอร์ม MPCT ที่เน้นเรื่องการสร้างมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยแบ่งเป็น panel ต่าง ๆ ตั้งแต่อุตสาหกรรม ต้น กลาง ปลายน้ำ แม้จะเป็นแพล็ทฟอร์มที่เพิ่งจะเริ่มขึ้น อย. ก็ได้ดำเนินการผลักดันให้ MPCT สามารถสืบต่อไปได้อย่างถาวร
- ผู้ประกอบการหลายคน มีพื้นฐานจากอุตสาหกรรมด้านอื่นมาก่อน เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ และผันตัวมาเริ่มทำเครื่องมือแพทย์พื้นฐาน เพื่อหาโอกาสในการเติบโตทางธุรกิจ โดยที่อาจไม่ได้เริ่มต้นจากต้นทางการทำอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ เหมือนที่ MPCT ได้วางไว้ และอาจไม่ได้เริ่มจากการลงวิจัยและพัฒนาที่ใช้ทุนสูง ทำให้ประสบปัญหา คือ เมื่อได้ดำเนินไปแล้ว มาขอการรับรองมาตรฐานจาก อย. อาจมีขั้นตอนที่ทำไม่ถูกต้อง ซึ่งบางครั้งต้องเริ่มต้นกระบวนการใหม่ทั้งหมด อันเป็นการเสียเวลา และเงินลงทุน
- เรื่อง clinical trial ก่อนการนำเครื่องมือแพทย์ออกสู่ตลาดถือเป็นปัญหาคอขวดสำคัญ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ยาก และต้องอาศัยความร่วมมือจากแพทย์ หากเป็นเครื่องมือแพทย์ที่ต้องใช้ระยะเวลาการทดสอบที่ยาวนานด้วยแล้ว จะยิ่งทำให้หาความร่วมมือจากแพทย์ยากมากขึ้น และคนไข้ที่จะนำมาทดสอบก็จะหายากขึ้นด้วยเช่นกัน เพราะจะต้องหาคนไข้มาร่วมกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบให้
- ในส่วนของสิทธิบัตร ประเทศไทยยังขาดแคลนบุคลากรในหน่วยงานทรัพย์สินทางปัญญาพอสมควร ทำให้เกิดความล่าช้าเมื่อผู้ประกอบการเข้ายื่นขอจดจดสิทธิบัตร
- ห้องปฏิบัติการทดสอบพื้นฐาน เช่น การทดสอบหน้าการผ้าอย่างครบวงจร ยังมีไม่พอเพียง และในหลาย ๆ กรณียังไม่มีห้องปฏิบัติการในประเทศรองรับ รวมมือแนวทางในการทดสอบที่ยังไม่มีการรวบรวมไว้ ทำให้ผู้ประกอบการต้องหาข้อมูลเหล่านี้เอง ซึ่งกลายเป็นอุปสรรคในการพัฒนาเครื่องมือแพทย์

- ภาครัฐจำเป็นต้องช่วยด้านการเบิกจ่าย ตัวอย่างเช่น ในกรณีของรากฟันเทียมที่ได้รับ CE mark แล้วและขึ้นอยู่ในบัญชีนวัตกรรม แต่กลับยังไม่ได้รับการสนับสนุนด้านการจัดซื้อจากภาครัฐ โดยที่หน่วยงานภาครัฐยังคงมุ่งไปที่การซื้อจากต่างประเทศมากกว่า ส่วนนึงเป็นปัญหาจากความที่ยังไม่เชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของประเทศไทยเอง ขณะนี้ทาง สศอ. กำลังทำแผนพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ โดยที่จะเน้นประเด็นการเข้าถึงการตลาดที่สำคัญ เพื่อที่จะผลักดันให้ได้การยอมรับจากแพทย์ในประเทศ ทั้งนี้ ต้องศึกษากลไกในการตัดสินใจของแพทย์ กระบวนการจัดซื้อ กลักเกณฑ์การโฆษณา เช่น อย. จะอนุญาตให้โฆษณาข้อมูลด้านสมบัติหรือสรรพคุณได้มากเพียงใด ผลงานตีพิมพ์ หรือมีแพทย์ไทยเข้ามาร่วมอยู่ในทีมวิจัยตั้งแต่ต้น

ความท้าทายของหน่วยงานด้านนโยบาย

- การจัดทำกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ควรสนับสนุน เช่น กลุ่มเครื่องมือแพทย์ที่เน้นการผลิต ตัวอย่าง ถุงมือ ซึ่งจะเจอประเทศจีนเป็นคู่แข่ง หากเป็นกลุ่มเครื่องมือแพทย์ที่เชื่อมต่อกับ IT ก็จะมีโอกาสที่เติบโตได้เร็ว
- มาตรฐานเครื่องมือแพทย์เป็นสิ่งสำคัญในการผลักดันให้เข้าสู่ตลาดได้

สถานการณ์ความไม่แน่นอน

- ความไม่แน่นอนทางเทคโนโลยีมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ หากเปรียบเทียบกับตัวอย่างด้านอื่น ๆ ในอดีต เช่น ผู้ผลิตโทรทัศน์ก็อาจจะประสบทางธุรกิจได้ เมื่อเทคโนโลยีหลอดภาพเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว จนการผลิตด้วยเทคโนโลยีแบบเดิมไม่รองรับ สำหรับประเทศไทยเนื่องจากว่ายังไม่มีเทคโนโลยีใดโดดเด่น และส่วนใหญ่ยังพึ่งพาเทคโนโลยีที่หลากหลายจากต่างประเทศ ดังนั้นผลกระทบด้านเทคโนโลยีจึงอาจยังมีอยู่น้อย
- เนื่องจากความไม่แน่นอนด้านเศรษฐกิจและการเมือง ประเทศไทยอาจเสียโอกาสการลงทุนจากต่างชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้กับประเทศเกิดใหม่อย่างเวียดนาม
- ผลการะทบจากการค้าเสรี หากประเทศไทยมีนโยบายลดภาษีให้กับประเทศที่เป็นตลาดของบริษัทที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทย จะเป็นแรงดึงดูดที่น่าสนใจและแข่งกับประเทศเกิดใหม่ได้
- ความไม่แน่นอนด้าน infrastructure เช่น มีห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้มาตรฐาน บุคลากร เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องการ eco system ที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย รวมถึงทิศทางที่ชัดเจนในการส่งเสริมเชิงนโยบาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านงบประมาณ
- ในขั้นตอนการผลิตเครื่องมือแพทย์ ความไม่แน่นอนเริ่มเกิดจากต้นน้ำที่เป็นในส่วนของการออกแบบเครื่องมือแพทย์ ซึ่ง อย. ควรจะมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริม ตั้งแต่การออกแบบแล้ว ให้ได้มาตรฐานตั้งแต่ต้นกระบวนการ
- ในเรื่องการตลาด ควรมีนโยบายส่งเสริมให้เครื่องมือแพทย์ไทยที่เป็นที่ยอมรับและได้ใช้งานจริงในประเทศเองก่อน ซึ่งถือเป็นตลาดแรกที่สำคัญ ก่อนการขยายตัวออกไปยังต่างประเทศ แต่ปัญหาในปัจจุบันเอง คือ ยังไม่สามารถเข้าถึงตลาดแรกได้ หากต้องการส่งเสริม ควรเริ่มตั้งแต่ให้นักศึกษาแพทย์ได้ทดลองใช้ก่อนตั้งแต่อยู่ในโรงเรียนแพทย์ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคย และเริ่มสร้างพันธมิตรของเครือข่ายการใช้เครื่องมือแพทย์ไทย อย่างไรก็ดีรัฐบาลควรสนับสนุนด้านงบประมาณการเบิกจ่ายกับระบบกองทุนการรักษาพยาบาลที่มีอยู่เพื่อช่วยการเปิดตลาดแรกได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น

ในส่วนของผลตอบรับต่อการใช้ AI ในปัจจุบัน

- ในเชิงเทคโนโลยี AI ถือเป็นเทคโนโลยีที่ดีและสำคัญมาก ทำให้ health tech เป็นด้านที่น่าลงทุน
- AI จะมีส่วนช่วยให้เกิดการบริการแพทย์ใหม่ๆ มากขึ้น แต่คนที่จะเข้าถึงได้ ต้องมีความรู้ มีสมาร์ทโฟน มีความรู้เรื่องแอพลิเคชั่น ดังนั้นควรมีการให้ความรู้กับผู้ใช้ด้วย และเป็นโอกาสที่ก่อให้เกิดสตาร์ทอัพ ใหม่ ๆ ในการพัฒนาแอพหรือเทคโนโลยีที่ช่วยมากขึ้น
- ในส่วนของการแพทย์ AI สามารถนำมาประยุกต์ใช้วินิจฉัยตรวจโรคได้ดีมากขึ้น รวมถึงการคิดค้นโมเลกุลยาใหม่ ๆ มากขึ้น
- สิ่งที่อาจเป็นอุปสรรค คือ การเป็นเจ้าของเทคโนโลยี ซึ่งประเทศไทยไม่ใช่เจ้าของเทคโนโลยี ประเทศที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยี จะสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก AI ได้มากกว่า และเร็วกว่า อาจทำให้ประเทศไทยตามเทคโนโลยีไม่ทัน มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดช่องว่างระหว่างเทคโนโลยีและระบบนิเวศของการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ (tech & eco gap) ระหว่างประเทศมากขึ้น ยิ่งทิ้งห่างกันเพิ่มขึ้น ดังนั้นประเทศไทยต้องจัดสรรเงินทุนที่มีอยู่อย่างจำกัดในการส่งเสริม AI ที่ต้องใช้งบประมาณสูงมาก หรือเครื่องมือแพทย์ที่มีต้นทุนต่ำกว่า ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้วางนโยบายต้องนำมาพิจารณาให้ถี่ถ้วน

สรุปบทสัมภาษณ์ ดร.ทรงพล ดีจงกิจ

ในแง่ของ STEEP ดร. ทรงพล ได้ให้ความเห็นเฉพาะด้าน policy เนื่องจากหากมี policy ใดออกมาช่วยได้จริง จะช่วยให้การ implement เครื่องมือแพทย์ไทยให้สามารถดำเนินไปได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ต้องเข้าใจ mindset ของผู้ลงทุนไทย ที่มี pre-existing condition ของการไม่สามารถรอการเติบโตที่ต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานได้ และไม่ต้องการแบกรับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการลงทุน ซึ่ง mindset นี้ถือเป็นวัฒนธรรมแบบไทยในการลงทุน ที่จำเป็นต้องมีวิธีหาสมดุลของการรอไม่เป็นและการไม่เสี่ยง
2. ในแง่ของการช่วยผู้ประกอบการและผู้พัฒนาเครื่องมือแพทย์ไทย เมื่อพัฒนาได้ก็ควรจะให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในสิทธิที่เบิกจ่ายได้ และรัฐบาลควรสนับสนุนการซื้อผ่านมาตรการเบิกจ่ายได้นี้ โดยไม่จำเป็นต้องบังคับซื้อ นอกจากนี้ในส่วนของบัญชีนวัตกรรมยังต้องคงมีไว้อยู่ และอาจเพิ่มมิติการเบิกจ่ายให้กับผลิตภัณฑ์ในบัญชีนวัตกรรม
3. ในแง่ของการช่วยให้ผู้ประกอบการเข้าถึงตลาดมากขึ้น ควรส่งเสริมการลงทุนในรูปแบบที่ให้เอกชน ที่ไม่จำเป็นต้องเป็นเอกชนไทยเพียงอย่างเดียว แต่เป็นต่างชาติได้โดยให้สิทธิในการ in-licensing กับบริษัทต่างชาติ โดยมี benefit อะไรบางอย่างในการใช้สิทธินี้ เช่น ให้บริษัทต่างชาติช่วยลงทุนพัฒนาและเปิดตลาดให้กับเครื่องมือแพทย์ไทย
4. ในด้านการพัฒนาควรช่วยในเรื่องของทุนวิจัย ควรเน้นการให้ทุนวิจัยที่มีความชัดเจนมากกว่า 1 ปี ถ้าเปรียบเทียบกับการสร้างรถไฟฟ้ายังมีแผนแม่บท 5 ปี หรือ 10 ปี รองรับ และมีงบประมาณสนับสนุนที่ชัดเจน

แน่นอนในระยะยาว นอกจากนี้ให้มีการ test clinical trial เหมือนกับการ test run ระบบราง อยู่ในแผนด้วยตั้งแต่แรก เพื่อให้การพัฒนาสามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้ในที่สุด

5. การสร้าง infrastructure ด้านห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐานรองรับการผลิตเครื่องมือแพทย์จำเป็นต้องบรรลุทั้ง 3C คือ capacity capability และ competency ในส่วนของ capacity คือ การให้งบประมาณสร้างตึกและจัดหาครุภัณฑ์ หลังจากนั้นต้องให้เกิด capability ในการทดสอบและให้ทุนดำเนินการ เพื่อที่สุดท้าย competency ของระบบการทดสอบที่ได้มาตรฐานจะสามารถมีขึ้นได้

สรุปบทสัมภาษณ์ ผศ. นพ. ระพินทร์ พิมลศานติ์

ด้านสังคม

เรื่องสังคมสูงอายุ มาอันดับแรกเลย โรคของกระดูกหักมาเยอะมากๆในกลุ่มผู้สูงอายุ ทุกวันนี้ ผู้ใหญ่อายุ 60-70 ล้มกระดูกสะโพกหักล้มเยอะแยะไปหมด ไม่ว่าอะไรที่เกี่ยวข้องกับพวกนี้ กระดูกพรุน การใช้ชีวิตของผู้สูงอายุกระดูกพรุน มีความผลสำคัญแน่ แต่ในเรื่องโครงสร้างสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้สูงอายุ โครงสร้างบ้านเราไม่เอื้อกับผู้สูงอายุ พวกกระดูกพรุนนี่ถ้าไม่ได้ล้มหนักๆ ก็จะไม่หัก (การล้มถ้าไม่ใช่โรคประจำตัวทำให้สลบ ก็ต้องสะดุดอะไรบางอย่างทำให้เกิดปัญหาแบบนี้ตามมา) สิ่งแวดล้อมในประเทศไม่เอื้อ ก็ทำให้เค้าล้ม ถ้าไม่ล้มเลยก็ไม่หัก ดังนั้น บ้านผู้สูงอายุสำเร็จรูป แนว ๆ นี้ (เช่น scg)

รูปแบบสังคมในอนาคต คงมีการเปลี่ยนแปลงไป ที่จะเห็นเด็กสมัยใหม่ มีรูปแบบการติดต่อสื่อสารของเค้าเฉพาะตัวเอง โซเชียลจะไม่เหมือนยุคเราสักทีเดียว

New social ลักษณะจะเป็นแบบใด เทรนด์ของเด็ก การที่เด็กรู้จักกัน เจอกัน มีปฏิสัมพันธ์กัน อาจจะไม่เชิงติดต่อปฏิสัมพันธ์กันผ่านช่องทางของโรงเรียนที่เรียนแต่เพียงอย่างเดียว เด็กสมัยนี้มีกิจกรรมนอกโรงเรียนหลักเยอะ บางทีมีเพื่อนจากที่อื่นๆ พวก workshop ค่ายต่างๆ ซึ่งปฏิสัมพันธ์เหล่านี้ จะมีเทรนด์สู่อุตสาหกรรม โลกเปิดกว้างมากขึ้น คนเข้าเรียนได้ง่ายขึ้น เข้าถึงข่าวสารได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้วงสังคม เป็นวงเล็กๆ ที่เชื่อมโยงกัน แต่ละวงแม้จะเล็ก แต่มีความสำคัญมาก

ดังนั้น อุตสาหกรรมอะไรก็ตาม ที่เชื่อมโยงวงสังคมเล็กเหล่านี้ จะดีและสำคัญมาก

ซึ่งขมวดปมมาทางอุตสาหกรรมการแพทย์ อาจจะเปลี่ยน pattern ของโรคติดต่อ ที่อาจจะไม่ใช่แค่บ้านกับโรงเรียน แต่อาจจะมีสังคม ค่ายที่จะเกิดการกระจายโรคติดต่อเพิ่มมากขึ้น

ในส่วนเรื่องอื่นๆก็จะเป็นลักษณะพฤติกรรม การเลือกกิจกรรมของเด็กๆ การเลือกหมู่สังคม มีผลต่อผลลัพธ์ของเด็ก นิสัยออกมาแตกต่างกันไป กลายเป็นว่า local community จะมีผลต่อคาแรคเตอร์ของเด็กแต่ละคน ทำให้การทำนายพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้นในเด็ก ที่แตกต่างกันไป

ด้านเทคโนโลยี

คุณหมอมองว่า AI จะมีส่วนสำคัญในทุกอย่าง เพราะการวิเคราะห์ต่าง ๆ เหล่านี้ จะมีการปรับอัพเดทลอจิกของโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมมีการปรับพัฒนาไปได้เรื่อยๆ มีการวิวัฒนาการในตัวเองด้วยเอไอ ในอนาคต อุตฯเอไอเข้ามาแน่ๆที่สุด หลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอะไรที่มี pattern แน่นอน ลอจิกหรืออัลกอริที่มชัดเจน เอไอเข้ามาทำได้แน่นอนในอนาคต

พัฒนาการด้านต่อไปของเอไอ ที่จะเอาชนะมนุษย์ได้ ก็คือด้านอารมณ์ การให้คำปรึกษาทางด้านจิตวิทยา การเข้าใจมนุษย์ มีคนโทรไปปรึกษาฮอทไลน์เรื่องซึมเศร้า โทนเสียงที่ได้ยิน ก็สามารถช่วยในการตัดสินใจการตอบกลับตามน้ำเสียง แต่สุดท้ายก็อยู่ที่คนคิด ว่าจะหาแพทเทินที่ตอบสนองต่อบริบทของแต่ละชุมชน ก็จะแตกต่างกันไป เช่น วัฒนธรรมแบบเมกา แบบเอเชีย อาจจะไม่เหมือนกัน เมกาอาจจะชอบให้พูดตรงๆ ในขณะที่เอเชียอาจจะอยากให้พูดอ้อมๆ ที่เอไอก็ต้องสามารถตอบได้ในอนาคต

ตัวอย่างความเฉพาะเจาะจงในแต่ละสังคม ได้แก่ ศิริราชเคยจะเอาเอไอของหัวเหว่ย มาดูปอดของคนไข้ช่วงโควิด แต่ท้ายที่สุด บังเอิญว่ายังต้องให้หมอเอกซเรย์ช่วยอ่านในช่วงแรกๆ เพราะทีมงานมองว่าเอไอของหัวเหว่ยมาจากจีน ที่โควิดในช่วงนั้น แต่ศิริราชเอามาในประเด็นเรื่อง cancer ซึ่งมีหลายเคสของไทยมันพุ่งลามไปที่ปอด เลยยังไม่แน่ใจว่าเอไอของจีน เคยป้อนข้อมูลของมะเร็งลามไปที่ปอดแล้วหรือยัง จะไปสับสนกับโควิด complication ดังนั้น คนที่จะป้อนลอจิกให้กับเอไอ การวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ได้อย่างไร อันนี้จะสำคัญ สุดท้าย เอไอ หรือ เครื่องมือฉลาดต่างๆ ก็ต้องมี local data ด้วยเพื่อความแม่นยำ ดังนั้น policy makers ต้องมาช่วยตรงนี้แล้ว ในการเก็บข้อมูลทางการแพทย์ เช่น สแกนดิเนเวีย ที่ข้อมูลทางการแพทย์จะเก็บใน national registry หมด ทำให้มีข้อมูลการแพทย์ของประชากรในประเทศทั้งหมดที่เคยเข้ารับบริการสาธารณสุข ส่งผลให้สามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาพัฒนาศักยภาพของการแพทย์สำหรับรักษาคนในประเทศและเข้าใจคนในประเทศได้ดียิ่งขึ้น

หรือ ตัวอย่างผลกระทบในเชิง policy หรือค่านิยมเฉพาะถิ่นที่มีผลต่อการแพทย์ เช่น allograft ของไทยแม้จะมีอยู่ระดับหนึ่ง แต่ยังไม่เยอะเท่ากับบางประเทศที่ allograft มีเยอะมากเต็มแบงค์เลย ด้วยสิ่งที่เอื้อทาง policymaker (e.g. Argentina) อาจจะมีการ enforce หรือ incentive เชิงนโยบาย ทำให้เกิดการบริจาคอัตโนมัติทางอ้อม แต่ในทางตรงกันข้าม ญี่ปุ่นนี่ยากมากเป็นเรื่องประเพณีนิยม ไม่มีการบริจาคกระดูก ไม่มีการใช้เลย (คนญี่ปุ่นเลยต้องรักษาด้วยการเอากระดูกตัวเองไปฆ่ามะเร็ง หรือใช้วัสดุทดแทน)

3dp โลหะกระดูก ต้องก้าวข้ามเรื่องขนาดให้ได้ และถ้าสามารถทำให้ biological ostiointegrate หรือกระตุ้นให้กระดูกโตเข้าไปได้เลย จะสุดยอดมากในอนาคต ในปัจจุบันเราสร้างโครงโลหะได้ แต่สุดท้ายโลหะก็ไม่มีทางเป็นกระดูกได้ สิ่งที่ต้องแก้ปัญหาคือ ท้ายสุด junction ระหว่างโลหะก็จะหลวมไปหลังจากใช้ระยะยาว กลายเป็นต้องตัดกระดูก แล้วเอาโลหะเข้าไปแทนที่ มากขึ้นๆเรื่อยๆ ณ ปัจจุบัน ยังไม่มีที่ไหนสามารถทำให้กระดูกมีการ ostiointegrate ได้จริงๆอย่างแท้จริง

มีเมกะโปรเจคของคณะแพทย์ที่ศิริราช คือ เรื่องกระดูกหักข้อเคลื่อน เรื่องการหายของกระดูก ทุกวันนี้แม้กระดูกจะติดเองได้จริง แต่มันใช้เวลาเยอะ ดังนั้น อยากจะเน้นเทคโนโลยี bone healing (BMP) สารเร่งกระดูกติด ถ้าถูกลงได้ จะเกิดประโยชน์มาก ซึ่งปัจจุบันนี้ volume สูงมาก ซึ่ง bone healing ถ้าทำได้จะใช้ได้กับทุกอย่าง ซึ่งขวดเล็กๆนี่สามสี่หมื่นบาท ถ้าผลิตได้ถูกระดับหมื่นกว่าๆ ก็ถูกเลยทีเดียว

telehealth, telemedicine หมอบอกมองว่ามีโอกาสมาก เพราะโควิดทำให้หมอมองว่าเป็นโอกาสเป็นไปได้มากขึ้น และจะตอบรับกับเด็กยุคใหม่ด้วย ที่อาจจะชอบ เพราะเด็กยุคใหม่ที่ติดโซเชียลอยู่แล้ว ทั้งเด็กที่จะเป็นคนไข้ และเป็นหมอด้วย อาจจะยิ่งชอบและชิน

การยอมรับของเทเลเมดิซีน หรือเทเลเฮล หมอมองว่าจะยอมรับได้ ต้องเป็นเรื่องด่วนก่อน พวก hotline หรือเคสฉุกเฉิน แนวๆนั้น แล้วค่อยๆขยับการยอมรับมากขึ้น ถ้าเริ่มจากการสกรีนได้ ดีอยู่แล้ว เพราะไม่มีใครอยากไปโรงพยาบาลด้วยเรื่องปัญหาทางสุขภาพจิตอยู่แล้ว ปัญหาคือ คนไข้ ไม่อยากให้ตัวเองโดยถ่ายหรือโดนแคปหน้าจอ ดังนั้น ถ้าโปรแกรมเหล่านี้สามารถดัดแปลงที่ตัวเทอมินอล ว่าหน้าเค้าถูกเปลี่ยน เค้าสามารถพูดคุยกับที่ปรึกษาได้โดยรักษา identity ตัวเองได้ เค้าก็จะสบายใจ (anonymous)

Data safety ทางการแพทย์สำคัญมาก ถ้าจะพัฒนาสำคัญจริงๆ เราทำได้จะดีมาก แต่ก็ยากมาก

ด้านการเมืองและนโยบาย

แนวทางการสนับสนุนเครื่องมือทางการแพทย์ของอุปกรณ์ไทย ถ้าทำคุณภาพได้ดีประมาณหนึ่งและราคาไม่แพง ต้องเข้าระดับกระทรวงเลย เพราะตลาดใหญ่ของคนไข้ที่ไม่สามารถที่จะสนับสนุนของต่างประเทศ ก็คือกระทรวง ถ้ากระทรวงตอบว่าในการทดแทนอวัยวะใดๆ (bone นี่ง่ายสุดเพราะเป็น living tissue ที่ inert มันก็เลยง่ายที่จะเอา replacement ไปแทนได้ง่ายกว่า) ถ้ากระทรวงออกระเบียบที่สนับสนุนได้ เช่น ถ้าเป็นกรณีของ สปสช ให้ใช้อันนี้ ก็จะช่วยให้หมดลดความกังวล ในการเลือกใช้ของไทยและของนอก

ถ้าแพทย์เลือกได้ก่อน ราคาไม่เป็นปัญหา แพทย์ก็จะเลือกตามความคุ้นเคย มีผลแน่ ดังนั้นเลยมองว่า ถ้ามองในแง่การโปรโมทอุตสาหกรรมไทย ถ้าไม่ได้ลงสเป็คการเบิกจ่ายสนับสนุน ให้รัฐสนับสนุนโครงการต่างๆผ่านสมาคม เพื่อให้ outweight ได้ก็จะช่วยให้ได้มากขึ้น ดังนั้น ถ้าเบิกได้เลยโดยไม่ต้องจ่ายเพิ่มเลย หมอก็ยิ่งสบายใจที่จะเลือกใช้ เพราะ นโยบาย รพ ในสาธารณสุข จะไม่นิยมเก็บเงินผู้ป่วยเพิ่ม ดังนั้น ถ้ามีอะไรที่อยู่ในสิทธิการเบิกจ่ายของผู้ป่วยได้ ไม่ต้องให้คนไข้จ่ายออกนอกระเป๋า ก็จะจบง่าย และพอมีคนใช้มากขึ้น ก็จะเริ่มมีคนใช้ตามมากขึ้นไปเอง

เป็นประเด็นไหม ว่าถ้านักเรียนแพทย์ เริ่มใช้ของไทยตั้งแต่เรียน จะมีผลไหม คุณหมอตอบว่าไม่ เพราะนักเรียนจะเห็นภาพรวมกว้าง ทำให้นักเรียนจะเห็นภาพรวมการเลือกใช้ ควรที่จะสามารถใช้อะไรก็ได้มากกว่า ไม่น่าจะมีผลกับการเลือกใช้ เพราะความรู้ทางการแพทย์ที่เรียนสมัยเด็ก น่าจะยังไม่ลึกขนาดที่จะล็อคเครื่องมือ ยกเว้นเด็กเรียนรู้เชิงลึกเอง flexi program เช่นในปัจจุบัน ที่ โรงเรียนแพทย์เริ่มเปิดทางแนวนี้มากขึ้น ให้นิสิตได้ใช้เวลาส่วนตัวเพิ่มขึ้น

แต่แน่นอน เมื่อเริ่มเข้าเรียนแพทย์เฉพาะทางช่วงฝึกจะเริ่มชิน อันนี้สำคัญ ที่จะมีผลต่อการเลือกใช้ของแพทย์เฉพาะทางในอนาคตได้

ด้านสิ่งแวดล้อม

ปัญหาเรื่องฝุ่นไม่ได้เกี่ยวข้องกับโรคปอดอย่างเดียว มันเกิดขึ้นกับหลาย ๆ อย่าง เพราะมันเล็กมาก ไปถึงทางเดินเลือด โรคหัวใจด้วย cardiovascular ดังนั้นมันจะแทรกซึมมีผลต่อสุขภาพของร่างกายโดยภาพรวมอยู่แล้ว ซึ่งยากมากในการคุมอากาศ เพราะเรากันชายแดนเราก็ไม่ได้ด้วย ถ้าเป็นไปได้ เรื่องของ transportationที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสะดวกมากขึ้นกว่าเดิม ก็จะช่วยได้ประมาณหนึ่ง แต่ที่สำคัญเลยคือการกระจายความเจริญให้หลุดจากการกระจุกตัวในกรุงเทพฯ การหยุดการเพิ่มปริมาณฝุ่น อาทิเช่น การควบคุมการเผาในกลุ่มเกษตรกร

การกระจายคน บ้านเรายังไม่มีใครมีความรู้สึกว่าเราไปอยู่จังหวัดไหนก็ได้ เราย้ายงานไม่บ่อย แม้จะย้ายงานบ่อยก็ไม่ได้ย้ายเมือง ทุกอย่างจะกระจุกที่กรุงเทพจริงๆ หรือบางจังหวัดเฉพาะกลุ่ม ซึ่งหากแต่ละจังหวัดมี community ที่สมบูรณ์ มันจะดีมาก ซึ่งจะมีผลต่อการย้ายของหมอ คือ ไม่เคยเจอเลยหมอที่ทำงานกรุงเทพจนสี่สิบห้าสิบ แล้วอยากจะย้ายออกต่างจังหวัด เจอแต่ หมอต่างจังหวัดย้ายเข้า ซึ่งมันมาจากผลกระทบด้านการศึกษา ย้ายก็ต้องคิดถึงครอบครัว ถ้าการศึกษามา healthcare ก็จะตามมา

ดังนั้นการกระจายความเจริญและการศึกษา น่าจะเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมลงได้จากมุมมองของคุณหมอ (ซึ่งเราอาจจะต้องเพิ่ม driver เรื่องของการเปลี่ยนแปลงของลักษณะชุมชน ที่เกิด major urban มากขึ้น ที่เป็นเมกะเทรนด์ที่มีในรายงานด้วย)

ด้านเศรษฐกิจ

อุตสาหกรรมการแพทย์ ถือว่าด้อยสุด ถ้าเทียบกับการเกษตร

ในส่วนคำถามเรื่องโอกาสการเป็น medical hub and medical tourism คุณหมอบอกว่านี่คือเป็นไปได้เลย แต่มันล็อคอยู่แค่ไม่กี่เครือของโรงพยาบาลใหญ่ๆ การที่จะเป็น medical hub เราต้องเด่น ภาษาเราดีขึ้นเรื่อยๆ ราคาเราชนะ ซึ่งแนวโน้มดีขึ้นเรื่อยๆ ถ้าจะพัฒนาได้ ต้องกระโดดข้ามตะวันออกกลางไปได้ เพราะเราพึ่งพาตลาดนี้เป็นหลักเลย แต่ทุกวันนี้ยังไม่ถึงจุดที่คนยุโรปหรือเมกา จะอยากมาที่เราเพื่อการแพทย์ หรืออย่างน้อยออสเตรเลียว่าเค้าอยากจะหาเราหรือไม่ ถ้าเค้ามาได้

สรุปบทสัมภาษณ์ ศ.ดร.ศันสนีย์ ไชยโรจน์

ศ.ดร.ศันสนีย์ มอง drivers สำคัญในการผลักดันอุตสาหกรรมทางการแพทย์ จะเกี่ยวข้องกับด้านการสนับสนุนและโครงสร้างจากภาครัฐ รวมไปถึงความร่วมมือระหว่างภาครัฐ วิจัย และเอกชน เนื่องจากการลงทุนทำธุรกิจอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์จะต้องอดทน นานเป็นสิบปี คนที่จะลงทุนได้ ต้องมี Risk taking mindset, Perseverance, อดทนต่อเสียงบั่นทอน

Driver คือ การสร้างระบบ ให้คนเก่งได้อยู่ถูกที่ถูกเวลา มีโอกาสได้ขับเคลื่อน มันถึงเวลาที่เมืองไทยควร recognize คนทำงานจริง Driver แบบ collective power เกิดยากในไทย เพราะวัฒนธรรมไทยเป็นแบบเกรงอกเกรงใจ ดังนั้นต้องการ leadership ในผู้นำ

อย่างการลงทุนของบริษัทใหญ่ๆ ก็ไม่กล้าที่จะเริ่มต้นเรียนรู้เรื่อง biomedical อย่างเช่น บริษัท ปตท จะลงทุนในแค่สร้างโครงสร้าง แล้วให้ผู้ประกอบการรายอื่นเช่าแทน เพราะว่า ผู้บริหารไทยของบริษัทใหญ่ๆ เก่งๆ ก็ไม่กล้าทำอะไรไกลๆมาก เน้นเล่น play safe เป็นหลัก เช่น SCG ที่ผ่านมาไม่กล้าลงทุนใน new S curves กันเลย เน้นแต่กลุ่ม commodity

ศ.ดร.ศันสนีย์ เห็นว่าอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ จริงๆแล้วมี โอกาสสูงมาก แม้หนทางปัจจุบันจะยังคลุมเครือ แต่โอกาสสูงมาก แต่ต้องคิดออกแบบงานวิจัยให้ถูกตั้งแต่ตั้งต้น ไม่ใช่แค่วิจัยอย่างเดียว ต้องเข้าใจมาตรฐานด้วย เข้าใจผู้ใช้งานด้วย การออกแบบการใช้งานจริงต้องได้มาตรฐานและใช้ง่าย ควรต้องมองเป็น milestone ทำ stage/gate strategy มองยาวๆว่าไปถึงไหน แล้ววิจัยนี้เราจะมี milestone ไปถึงแต่ละ milestone ได้อย่างไร มองงานวิจัยต้องมองให้ครบจากห้องวิจัยไปสู่ commercialization และกำหนด milestone แต่ละจุดให้ชัดเจนวัดได้ จึงควรมีการ grooming นักวิจัยให้เห็น clear track of TRL1-9 ให้รู้ milestones แล้วทราบภาพชัดว่าต้องการความช่วยเหลือจากใครบ้าง ใครคือ stakeholder เพื่อเตรียมพร้อม ขอแค่นักวิจัยเห็นภาพ และสามารถ deliver TRL1-4 ได้แบบต่อยอดได้ก็ดีแล้ว

นอกจากนี้ นักวิจัยควรมี accountability ต่อทุนวิจัยที่รับไป เพราะปัจจุบัน รับทุนวิจัยไปไม่มี accountability ใดๆ แค่ปิดโครงการ โดยไม่มีการติดตาม outcome/impact อย่างแท้จริง

การทำเครือข่ายมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ถือว่าดีมาก เป็นการริเริ่มสร้างมาตรฐานกระบวนการช่วยสนับสนุนอุตฯ และการอบรมให้ความสำคัญกับการออกแบบ เพราะเรื่องออกแบบผลิตภัณฑ์ของไทยอ่อนแอมาก และก็เรื่องกระบวนการผลิตและมาตรฐาน

นอกจากนี้ อีกปัญหาที่ทาง ศ.ดร.ศันสนีย์ คิดว่าจำเป็นต้องพิจารณา ได้แก่ การที่ปัจจุบัน ประเทศเราไม่เห็นภาพของ Global value chain ทำให้ไม่รู้ว่าจุดเด่นจุดด้อยของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศเราอยู่ตรงไหนใน global value chain ทำให้การประกอบการของบริษัท อาจจะไม่สามารถแข่งขันกับ

นานาชาติได้ เพราะแพ้ตั้งแต่ต้นทุนไปจนถึงคุณภาพมาตรฐานแล้ว แต่หากเข้าใจบริบทของ global value chain และสามารถวางตำแหน่งผู้ประกอบการได้อย่างเหมาะสม จะช่วยให้เสริมความแข็งแกร่งและประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

ในส่วนด้านการรับรองมาตรฐานและสร้างมาตรฐานการมีความสำคัญต่ออนาคตอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์มาก ซึ่งการรับรองมาตรฐานและ Regulation ต้องการความชัดเจนและเร็ว ว่าต้องการอะไร ผู้ที่ดำเนินตามจะได้วางแผนได้ตรง อย่างไรก็ตาม ไม่ควรบีบให้ทางฝ่าย อย ลดเกณฑ์มาตรฐาน แม้จะช่วยเอื้อผู้ประกอบการในประเทศ เพราะมาตรฐานคือสิ่งสำคัญที่จะสร้างความเชื่อมั่นให้กับแพทย์และผู้ป่วย

และจากประสบการณ์ทำวิจัยและสร้างผลกระทบของงานวิจัย ศ.ดร.ศันสนีย์เห็นว่า การต่อยอดงานวิจัยไปสู่เชิงพาณิชย์ มหาวิทยาลัยไม่สามารถดำเนินการเพียงลำพัง จำเป็นจะต้องมีเอกชนเข้ามาร่วม เนื่องจากอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ต้องใช้เงินลงทุนสูง และมีเรื่องการตลาดที่ซับซ้อน และต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่โหดมาก จึงควรมีความร่วมมือกับเอกชนตั้งแต่ต้นๆ และภาครัฐต้องผลักดันให้เกิดงานวิจัยพื้นฐานขึ้นหิ้ง เพื่อให้เอกชนนำไปลงห้าง แล้วให้แก้ระเบียบการใช้ประโยชน์งานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกิดจากทุนวิจัยภาครัฐ ให้สามารถเอกชนนำไปต่อยอดได้เร็วและชัดเจน โดยบทบาท BOI แทนที่จะลงทุนโรงงาน อาจจะเป็นการลงทุน in-licensing ให้ต่างชาติมาลงทุนเอางานวิจัยไทยไปเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อดึงเงินลงทุนต่างชาติเข้ามา

สรุปบทสัมภาษณ์ รศ.ดร.ยศชนัน วงศ์สวัสดิ์

ด้านเทคโนโลยี

เทคโนโลยี Personalized medicine and precision medicine (PM) จะมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการแพทย์อย่างมาก การเก็บข้อมูลสำคัญมาก โดย รศ.ดร.ยศชนัน แบ่ง PM เป็นสองเรื่อง การจะ personalize ได้ต้อง digitize ข้อมูลสุขภาพ ตั้งแต่หัวจรดเท้า ตั้งแต่การสแกนสมอง ที่เก็บข้อมูล เชิงอิมเมจ ซึ่งปัจจุบันยังเก็บได้ไม่เรียลไทม์ แต่ในความเป็นจริง การเก็บข้อมูลในอนาคตจะต้องเร็วกว่านี้ แบบเรียลไทม์ ดังนั้นเทคโนโลยีการเก็บข้อมูลจากการถ่ายภาพ ถือเป็นเทคโนโลยีสำหรับ PM ในระดับขั้นเริ่มต้นสุด

สำหรับการเก็บข้อมูลสำหรับ PM อีกส่วน คือ คำถามที่ว่า เราจะ personalize nerve and hormone เลือด การเปลี่ยนแปลงฮอโมนของร่างกายแบบเรียลไทม์ได้อย่างไร วิเคราะห์กันแบบเรียลไทม์ เพื่อที่กลายเป็นว่า personalize จะทำให้เกิดการ predict แนวโน้มความเสี่ยง เพื่อป้องกัน โดยไม่ต้องรอให้อาการบ่งชี้เกิดมาก่อนเลย

ดังนั้น เซนเซอร์จะสำคัญ เซนเซอร์แบ่งเป็น ทางเคมี และ ทางอิเล็กทรอนิกส์

เซนเซอร์ทางเคมี

เซนเซอร์ที่จะเซนส์พวกฮอโมนและการเปลี่ยนแปลงจะเป็นสิ่งแรกที่ต้องเร่งให้ความสำคัญ เพราะประเทศแต่ละประเทศไม่เหมือนกัน กลุ่มดีเอ็นเอก็ต้องทำ เพื่อหา nutrition matching ได้ ซึ่งอังกฤษ อเมริกา เริ่มออกแนวทางนี้มาแล้ว ซึ่งถ้าประเทศไทยไม่ทำ จะเสี่ยงโดนดิสรัปเยอะมาก เช่น อุตฯอาหาร คนอาจจะไม่ซื้อเพราะอาหารไม่ตอบเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อ e-commerce ที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น

เซนเซอร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

การทำงานของสมอง หัวใจ กล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของร่างกาย สามารถตอบได้เลยว่าอารมณ์เราเป็นอย่างไร ซึ่งการเช็คบางทีไม่เห็น บางอย่างมัน momentarily ที่ต้องวัดจากกิจกรรมประจำวัน เหมือนการมีหมอประจำติดกลับบ้านไปด้วย จะช่วยคนสูงอายุได้มาก ความเสี่ยงเสียชีวิตลดลงมาก

เมื่อเทคโนโลยี Personalized medicine มีการพัฒนาจนอิ่มตัวแล้ว ทาง รศ.ดร.ยศชนัน มองว่าจะนำไปสู่ลักษณะธุรกิจด้านการแพทย์ที่ขยับบทบาทจากโรงพยาบาลไปสู่บ้าน (shift medical from hospital to home) ดังนั้นคำถามสำคัญต่อมาคือ ใครจะดูแลปกป้องข้อมูลเหล่านี้ โดยโมเดลธุรกิจพื้นฐาน คือ AI ปัจจุบันบริษัท GE ดึงนางพยาบาลมานั่งในเซนเตอร์ของบริษัทแล้ว ให้เซนเซอร์วัดแก่ลูกค้ากลับบ้าน และให้บริการทางการแพทย์เองได้แล้ว ซึ่งจะดิสรัปรูปแบบการให้บริการทางการแพทย์ เช่น ตัวอย่าง หากให้หมอคอยดู EKG เลย หมอจะมองว่าเป็นกระบวนการจุกจิกเสียเวลา ซึ่งหากมี คนกลางหรือเครื่องมือกลาง ที่สามารถสกรีนก่อน เพื่อนำเคสสำคัญไปสู่หมอ ให้หมอวินิจฉัยจริง จะรวดเร็วตรงจุดกว่า ซึ่งตอนนี้เมืองไทย ยังไม่มีผู้ประกอบการด้านนี้เลย ไม่มีเลย สำหรับกลุ่มธุรกิจตัวกลางระหว่างผู้รับบริการและแพทย์ที่ประยุกต์ใช้ Data analytics/AI/PM มาใช้ ซึ่ง GE Alibaba ทำ Health service center แล้วที่ให้เครื่องมือวัดตามบ้านฟรี แต่

คิดค่าบริการเซอวิสในการวิเคราะห์วินิจฉัย ซึ่งจะมีความสำคัญต่อการแพทย์ในอนาคต ตัวอย่างที่ชัดเจนสุด ผู้เสียชีวิตจากโรคหัวใจหรือความดัน สามารถเสี่ยงเสียชีวิตขณะนอนหลับได้ หากมีการมอนิเตอเรียลไทม์ วัดจริงจังก็จะป้องกันได้เลย เริ่มจาก disease ง่ายก่อน ดังนั้น หมอที่เก่งไม่จำเป็นต้องอาวุโสแบบอดีต เพราะมี database ช่วยในการวิเคราะห์วินิจฉัยเคสเยอะมากขึ้น ทำให้สามารถให้ health service ได้กว้างขึ้น ไทยเราสามารถขายเซอวิสต่างประเทศได้ด้วย หมอไทยได้เปรียบเรื่องการสังเกต (เนื่องจากเครื่องมือด้อยกว่า แต่ฝึกงานมากกว่า)

โดยเทคโนโลยี real-time monitoring นี้ในส่วนการวัดเกี่ยวกับด้านฮอร์โมน TRL เลเวลอาจจะแค่ระดับสี่หรือห้า หรือต่ำกว่านั้น อาจจะเป็นเทคโนโลยีวัดติดตามที่จะตามมาต่อไป

อ.ยศชนัน มองภาพต่อเนื่องต่อว่า จาก AI จะนำไปสู่ระบบ cloud ของการเก็บข้อมูลมหึมา ที่จะนำไปสู่เทคโนโลยี quantum computing ในอนาคต คำถามในตอนนี้ที่ควรพัฒนาควบคู่กันไปคือ Hardware ที่จะรองรับ Big data

โดยเทคโนโลยี Wireless จะสำคัญมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม ในปัจจุบันกลุ่มสหภาพยุโรปได้เริ่มกำหนดมาตรฐานการใช้สัญญานไร้สาย เช่น บลูทูส สำหรับการส่งข้อมูลแพทย์ ซึ่งจะหมายถึงระเบียบที่ห้ามไม่ให้ใช้สัญญานบลูทูสที่ไม่ได้มาตรฐานการแพทย์ที่กำหนดโดยกลุ่มสหภาพยโรป ในเครื่องมือแพทย์ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นจะต้องใช้ medical-graded bluetooth เช่นเพิ่ม security + near lossless ซึ่งแม้ฉากหน้าจะเป็นการสร้างความปลอดภัยในการส่งข้อมูล แต่ผลลัพธ์ขนานได้แก่การที่ทางกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วสามารถสร้างกำแพงมาตรฐานด้านเครื่องมือแพทย์ ที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีของทางประเทศเหล่านี้ จะใช้เครื่องมือบลูทูสราคาถูกจากประเทศเอเชียจะไม่ได้ ซึ่งเมื่อใช้ฮาร์ดแวร์ของยุโรป ก็จะหมายถึงความจำเป็นในการใช้ software ของประเทศเหล่านั้นเช่นกัน ดังนั้น ประเทศไทย จำเป็นต้องมีการพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีเพื่อตามมาตรฐานเหล่านี้ให้ทัน หากต้องการพัฒนาเครื่องมือแพทย์แห่งอนาคตด้วยตนเอง

ดังนั้น wireless awareness จึงมีความสำคัญมาก สิ่งที่ควรเร่งทำคือ เพิ่มความเข้มแข็งให้กับอุตฯ IC design ปัจจุบัน ประเทศไทยเน้นแค่ fabrication ไม่มีการออกแบบเลย ปัจจุบันแล็ปวิจัยของอ.ยศชนันมีการทำชิปใหม่เอง ร่วมมือกับบริษัท ซิลิกอนคราฟท์ ตอนนี้เราไม่รู้ด้วยซ้ำ ว่าข้อมูลการแพทย์ มันหลากหลาย เราต้องมีดีไซเนอชิปเอง การทำชิปเองนี่สำคัญมาก ซึ่งจริงๆแล้วดูเบื้องต้นอาจจะเหมือนยากและซับซ้อน แต่ในความเป็นจริงการออกแบบชิปนี้ใช้ความรู้ทางไฟฟ้าที่บุคลากรไทยมีความชำนาญอยู่แล้ว เพียงแต่ต้องปรับจูนให้อยู่ในระดับไมโคร ซึ่งหากทำได้เอง ก็จะสามารถพัฒนาทั้งเครื่องมือแพทย์และชิปควบคุมได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องพึ่งพาฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ต่างประเทศ

หากพัฒนาการออกแบบชิปเองไม่ได้นั้น ปัญหาคือเราจะไม่สามารถถอดแบบ reverse engineer ชิปต่างประเทศได้ ไม่เหมือนการ reverse engineer แผ่น circuit board ของเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มีขนาดใหญ่ตรวจแกะทดสอบได้ ซึ่งชิปมีขนาดระดับไมครอน ยากในการลอกดีไซน์ แต่ชิปคือหัวใจสำคัญ ของเครื่องมือฉลาด

ต่างๆ ประเทศที่ทำได้ดีตอนนี้ คือ ไต้หวัน เป็นกำลังผลิตให้ประเทศอเมริกาสูงมาก ประเทศไต้หวันเน้น oem ในขณะที่ประเทศอเมริกาเน้นดีไซน์ และส่งผลิตที่ไต้หวัน ดังนั้น อุตสาหกรรม IC จึงยังไม่ตาย ยังสามารถไปได้อีกไกลกับ ชิป ลด power ลดการกินไฟฟ้า

ซึ่งแนวทางที่ประเทศไทยสามารถเร่งพัฒนาตนเองได้ สามารถทำแบบวิธีที่ประเทศอเมริกาทำ คือซื้อ IP ไปเลย เช่น ซื้อจากอิสราเอลเลย เพื่อขยับให้ผู้ประกอบการในประเทศไทย มีเทคโนโลยีที่ทันสากล ดังเช่น ถ้ารัฐบาลซื้อเลย ไอพีที่เป็นหัวใจสำคัญ ทั้งด้าน ชิป หรือ เซนเซอร์ เพื่อที่จะให้ทันสากล และทำความรู้และเข้าใจองค์ความรู้ แล้วจึงพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีเป็นของตนเอง ซึ่งจะเป็นโมเดลคล้ายกับ ไต้หวัน ที่ซื้อและส่งไปเรียนรู้ ดังนั้น การซื้อไอพี ของ core tech จริงๆเพื่อไปให้ได้เร็ว เร่งปิด technology gap (10-20 years) ด้วยการซื้อไอพีแกนสำคัญๆ เพื่อลดช่องว่างเหลือห้าปี และจะได้ทำวิจัยตามได้ทัน

สุดท้าย อ.ยศชนันมองว่า นอกเหนือจากกลุ่ม AI/data technology, สิ่งที่คนอยากได้จริงๆ เรื่องกลุ่มอวัยวะเทียมก็สำคัญ พวกสมองเทียม กล้ามเนื้อเทียม ไตเทียม พวกนี้เป็น frontier ทางการแพทย์เลย artificial organ นี่ต้องลงทุน ไว้เลย ต้องเตรียมพร้อม กับการทรานสิชั่นสู่ hybrid human ดังนั้น พวกอวัยวะเทียมจะสำคัญมาก หลายประเทศยังทำกันไม่ได้ เราสามารถพร้อมที่จะแข่ง ได้ทัน น่าจะเริ่มเห็นใน 10 ปี

ด้านการเมือง

ปัญหาด้านการเมือง คือ การที่งบประมาณที่ลงไม่ต้องการที่จะรอระยะยาว ดังนั้นการซื้อเทคโนโลยี IP มาเพื่อพัฒนาต่อยอด ยังได้ผลลัพธ์ช้าเกินไป ที่ผ่านมาจึงเน้นซื้อเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปมาใช้ ซึ่งตรงนี้ทาง อ.ยศชนัน มองว่า การซื้อไอพี เพื่อให้ได้เข้าถึงหลักการและองค์ความรู้มา เพื่อวิจัยพัฒนาไปให้เร็วและทันสากล จะช่วยลด gap ความต่างของเทคโนโลยีได้เร็วกว่า เพราะการซื้อไอพี จะได้เรียนรู้ know-how เพราะจะต้องมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ของไอพี ไม่เหมือนการขายเครื่องมือที่เป็น black box ที่ไม่จำเป็นต้องสอน know-how แค่เน้นการใช้งานให้ได้ตามฟังก์ชั่นที่ต้องการ (และนำไปสู่ภาระค่าใช้จ่ายหลังการขายอีกด้วย)

นอกจากนี้ กลุ่มวัสดุสำคัญของประเทศโลหะ ยาง เพื่อให้ทันต่างประเทศไม่ล้าหลังเกินกว่าสิบปี ลดเวลาความต่างด้านเทคโนโลยีให้เหลือห้าปี อาจจะเน้นการซื้อ know-how ผ่านบริษัท ในโมเดล partnership/alliance เพื่อก้าวกระโดด

หากรับฟัง Forum ของประธานาธิบดีไต้หวัน เค้ารู้ประเทศเล็ก เค้าต้องเน้น oem ที่เป็น core technology ที่ทั่วโลกต้องใช้ ไต้หวันแข็งแกร่ง โดยดึงคนเก่งทั่วโลก ไปเรียนต่อไต้หวัน ทำงานไต้หวัน และส่งคนไต้หวันไปเรียนที่อเมริกา เพื่อเรียนรู้ know-how และสร้างเครือข่าย ในอดีต ไต้หวันมีพื้นฐานเรื่องของโลหะที่ดีจึงต่อยอดจุดแข็งจากนั้น ในขณะที่ของไทยเอง มีจุดแข็งคือเรื่องยาง ที่เรามีสูตร compounds ที่ดีมากๆ ควรจะโฟกัสการทำเครื่องมือแพทย์ล้ำสมัย ที่เชื่อมโยงกับยาง หรืออินทิเกรตพวกเคลือบสารต้านแบคทีเรีย เพื่อเพิ่มมูลค่าของยาง โดยใช้ medical value added

ดังนั้น อะไรที่ทำไม่ได้แล้วสำคัญ ต้องรีบซื้อ know-how (เช่น ชิป) อะไรที่ทำได้ต้องรีบสนับสนุน (เช่น ยางทำให้เป็นไบโอเกรด)

ในส่วนปัญหาโครงสร้างอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ ปัญหา Lab test ทดสอบมาตรฐานทางการแพทย์มีน้อย ต้องส่งต่างประเทศ ดังนั้น ปัญหาที่ผู้ประกอบการในประเทศต้องเผชิญ คือ ทำเสร็จแล้วจะทดสอบอย่างไร อย่างไต้หวันมีเป็นศูนย์ทดสอบเยอมาก (หลักพัน) ในการทดสอบสัตว์ แต่ไทยเรามีแค่หลักสิบ ดังนั้น เราอาจจะเริ่มจาก partnership ให้ทดสอบให้เร็ว แล้วค่อยทยอยให้เอกชนทำต่อ เลี่ยงภาครัฐ ภาครัฐมีหน้าที่ขยายความต้องการให้ใหญ่ขึ้น เช่น จับกลุ่มประเทศแอฟริกา อาเซียน แล้วมารองรับกับการขายของเรา จีนเข้าไปเร็วมากเมื่อยี่สิบปีที่แล้ว ยุโรปยังไม่เข้า เพราะประเทศแอฟริกาต้องการของถูก จีนเลยเข้าไป ทำให้จีนสามารถขยายสเกลได้ และก็พัฒนามาตรฐานควบคู่ไปเมื่อมีการใช้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น

กลุ่มกระทรวงต่างประเทศ จะมีผลมากับเรา ที่จะไปขยายตลาด เป็นทูตเพื่อดีลการค้า ได้ข้อมูล การเปิดทาง การเมืองมีผลมาก ดังนั้น รมต ต่างประเทศ ไม่ใช่แค่เรื่องทางการทูต จริงๆ ต้องมีหัวการค้าและธรุกิจโดยเฉพาะทูตในประเทศที่ด้อยกว่าไทย ยิ่งควรส่งทูตที่เก่งและเจรจาการค้าที่ดีเลิศ เพื่อสร้างข้อตกลงในการขยายตลาดผลิตภัณฑ์ประเทศไทยไปสู่ประเทศคู่ค้าใหม่เหล่านั้น ที่แม้จะต้องการของราคาถูก แต่มีขนาดตลาดที่ใหญ่สามารถช่วยสร้างดีมานด์ให้กับอุตสาหกรรมการแพทย์ให้เติบโตต่อเนื่องได้

ด้านสิ่งแวดล้อม

ในส่วนของสิ่งแวดล้อม อ.ยศชนันมองว่าข้อมูลเหล่านี้ จะทำให้เรารู้ว่าเราเป็นโรคอะไร การที่เรามีเซนเซอร์ที่ตรวจสารแก๊สต่างๆ ไม่ใช่แค่ฝุ่น สามารถวิเคราะห์คาดการณ์ได้เลยว่า มีแนวโน้มจะเป็นโรคอะไร ซึ่งเป็นข้อมูลที่หมอไม่รู้ แล้วหมอจะคาดการณ์ได้ล่วงหน้าขึ้น ซึ่งการเลือกยาก็จะยิ่งเหมาะสม (เชื่อมโยงเลยกับต่างประเทศ ขอข้อมูลสิ่งแวดล้อมกับต่างประเทศด้วย) ยิ่งจะทำให้เรารู้ว่า แพทย์ไหนสำคัญช่วงไหน สต็อกเครื่องมืออะไรไว้

อ.ยศชนันมองปัญหาด้านฝุ่น จะเป็นโอกาสในการเก็บข้อมูลพื้นฐาน ความเป็น local เราได้เปรียบ เราเรียนรู้จากประเทศอเมริกา อังกฤษ แต่อเมริกาไม่รู้ของมูล local ของเรา ตรงนี้ data จึงสำคัญ ในความเป็น personalized + local

ด้านสังคม

ความไม่เท่าเทียม ที่การแพทย์จะช่วยลดความไม่เท่าเทียม ได้แก่ อวัยวะเทียมที่มีทั่วถึง ช่วยคนพิการ สังคมจะดีขึ้น

สรุปบทสัมภาษณ์ ภญ.กรภัทร ตรีสารศรี

1.แนวโน้มของปัจจัยด้านสังคมที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในปัจจุบันด้านสังคม เช่น

1. สังคมผู้สูงอายุ - ข้อมูลจากสำนักวิชาการสำนักเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎรปัจจุบันประเทศไทยจัดอยู่ในภาวะสูงวัยของประชากรเป็นอันดับ 2 ของอาเซียนรองจากสิงคโปร์ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่กำลังจะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็วและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคตจนกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2564 โดยจะมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากถึง 20% และในปี พ.ศ. 2574 จะมีมากถึง 28% ของประชากรทั้งหมดดังนั้นอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ประเภท Assistive Technology จะมีบทบาทสำคัญอย่างมากในอนาคตเพื่อรองรับสังคมผู้สูงอายุที่จะเกิดขึ้น

2. การมาของโรค COVID-19 หรือโรคอุบัติใหม่ - จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด -19) ในประเทศไทย ส่งผลกระทบต่อระบบสาธารณสุขและสังคมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะด้านการตรวจคัดกรองและป้องกันการแพร่กระจายของโรคอย่างมีประสิทธิภาพ จึงพบปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือแพทย์บางประเภทเนื่องจากมีความต้องการใช้มากกว่าที่จะสามารถผลิตได้ในประเทศทั้งชนิดของเครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นและปริมาณการผลิตที่ จำกัด ประกอบกับการนำเข้าเครื่องมือแพทย์ที่ยากมากขึ้นในสภาวะวิกฤตเพราะเกิดความต้องการใช้ทั่วโลกดังนั้นการพึ่งพาตนเองภายในประเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตวัตถุดิบจนถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยสร้างผู้วิจัยและผู้ผลิตรายใหม่ให้สอดคล้องกับความต้องการในประเทศรองรับภาวะวิกฤติที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคตและสามารถพัฒนาให้มีมาตรฐานในระดับสากลเพื่อการส่งออกด้วยรวมถึงส่งเสริมผู้นำเข้าให้สามารถนำเข้าเครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นได้อย่างรวดเร็วภายใต้มาตรฐานที่กำหนด

3. รูปแบบการใช้ชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปของประชาชน (New normal)-จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันประชาชนเริ่มหันมาดูแลตัวเองกันมากขึ้นทั้งด้านการออกกำลังกายการทานอาหารที่มีประโยชน์ซึ่งสังเกตได้จากตัวอย่างเช่นหลังเลิกงานประชาชนส่วนใหญ่กว่า 80 96 จะเดินทางไปยังฟิตเนสสวนสาธารณะเต้นแอโรบิกหรือวิ่งออกกำลังกายเป็นประจำทุกวันอีกทั้งยังมีอุปกรณ์ใหม่ ๆ ที่จะช่วยในการตรวจจับสุขภาพร่างกายเช่นนาฬิกา Smart Watch ซึ่งในบางอุปกรณ์มีคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการแพทย์เช่นการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) ทำให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทางด้านสุขภาพส่วนบุคคล (Personal health) จะเติบโตอย่างมากในอนาคต

2. แนวโน้มของปัจจัยด้านเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในปัจจุบันด้านเทคโนโลยี เช่น

Internet of Things (IoT) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ทางด้านสุขภาพเช่น Health Smart Watch ที่สามารถวัดความดันเลือดอัตราการเต้นของหัวใจหรือแม้กระทั่งออกซิเจนในเลือดได้ Real time หรือไม้เท้าอัจฉริยะเป็นต้นข้อมูลที่ได้รวมกับปัญญาประดิษฐ์ (A) จะช่วยให้การวินิจฉัยและวางแผนการรักษาที่แม่นยำและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

3. แนวโน้มของปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในปัจจุบันด้านสิ่งแวดล้อมเช่น

การเพิ่มขึ้นของขยะทางการแพทย์-จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2012 (โควิต -19) ในประเทศไทยส่งผลให้เกิดความต้องการในการใช้เครื่องมือแพทย์เป็นจำนวนมากเช่นหน้ากากอนามัยชุด PPE เป็นต้นโดยผลที่ตามมาจากการใช้เครื่องมือแพทย์ดังกล่าวคือการเพิ่มขึ้นของขยะทางการแพทย์จำนวนมากดังนั้นการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในอนาคตควรที่จะต้องคำนึงถึงประเด็นในเรื่องของขยะที่เกิดขึ้นมาด้วยโดยแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้คือการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ให้สามารถใช้ซ้ำ (Reuse) ได้ซึ่งจะเห็นได้จากการพัฒนาชุด Isolation go ฟารุ่นเราสู้ที่เกิดขึ้นจากความร่วมมือของหน่วยงานภาครัฐหลายภาคส่วนในการพัฒนาให้ชุดดังกล่าวสามารถใช้ได้เพื่อช่วยลดการเกิดขยะทางการแพทย์

4. แนวโน้มของปัจจัยด้านเศรษฐกิจที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในปัจจุบันด้านเศรษฐกิจ เช่น

ข้อมูลมูลค่าการนำเข้าส่งออกเครื่องมือแพทย์ – จากข้อมูลการวิเคราะห์และคาดการการเติมโตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์จากสถาบันการเงินต่าง ๆ ของประเทศพบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันโดยการส่งออกและนำเข้าเครื่องมือแพทย์มีการขยายตัวได้ดีโดยเฉพาะในกลุ่มวัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์+ซึ่งเป็นสินค้าที่มีความต้องการใช้สูงอย่างสม่ำเสมอทั้งในและต่างประเทศเช่นถุงมือยางทางการแพทย์หลอดสวนหลอด / เข็มฉีดยาและอุปกรณ์ทำแผลเป็นต้นขณะที่ประเทาคู่ค้าที่ไทยส่งออกเครื่องมือแพทย์มากที่สุดคือสหรัฐอเมริการองลงมา ได้แก่ ญี่ปุ่นและเนเธอร์แลนด์ตามลำดับอีกทั้งเสีบเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุประกอบกับได้รับปัจจัยสนับสนุนจากการที่ภาครัฐได้กำหนดให้อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (New S curve) ภายใต้“ อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจรตามนโยบาย Thailand 4.0 นอกจากนี้รัฐบาลยังได้ผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางสุขภาพนานาชาติ (Medical Hub) (พ.ศ. 2559-2568) ผ่านสานักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BCN) โดยให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีกับนักลงทุนสิทธิประโยชน์ด้านลงทุนภายใต้พื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เป็นต้นเพื่อดึงดูดให้นักลงทุนเข้ามาลงทุนในธุรกิจมากขึ้น

5. แนวโน้มของปัจจัยด้านการเมืองและกฎหมายที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในปัจจุบันด้านการเมืองและกฎหมาย เช่น

1. นโยบายภาครัฐ-โดยมีปัจจัยสนับสนุนมาจากการที่ภาครัฐผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางสุขภาพนานาชาติ (Medical Hub) (พ.ศ. 2559-2568) ผ่านทางสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BCO) โดยให้สิทธิประโยชน์สำหรับนักลงทุนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC) เช่นผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์และชิ้นส่วนจะได้รับสิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นเวลา 3 หรือ 8 ปีตามระดับเทคโนโลยีของเครื่องมือแพทย์อย่างไรก็ตามธุร กิจเครื่องมือแพทย์มีแนวโน้มการแข่งขันที่ค่อนข้างสูงขึ้นทั้งจาก บริษัท ข้ามชาติที่เข้ามาลงทุนในไทยและผู้ประกอบการไทยโดยเฉพาะขนาด

กลางและขนาดเล็กที่สินค้าส่วนใหญ่มีลักษณะใกล้เคียงกันเนื่องจากเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ที่ไม่ซับซ้อนมากนักเช่นถุงมือยางเป็นต้น

2. พระราชบัญญัติเครื่องมือแพทย์ พ.ศ. 2551 และที่แก้ไขเพิ่มเติมโดยได้มีการเพิ่มเติมในมาตรา 35/1 วรรคสองกล่าวว่า“ กระบวนการพิจารณาอนุญาตเครื่องมือแพทย์ตามวรรคหนึ่งต้องให้ความสำคัญด้านการส่งเสริมการผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศด้วย” จึงถือเป็นจุดเริ่มต้นอย. ในด้านการส่งเสริมสนับสนุนทั้งนักวิจัยและผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์ภายในประเทศในขณะนี้ได้มีการจัดตั้งเครือข่ายความร่วมมือด้านผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์แห่งประเทศไทย (IMPET) โดยเป็นการร่วมมือกันของ 27 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์เช่นสถาบันการศึกษาคลาบันวิชาการและวิชาชีพแหล่งทุนสนับสนุนหน่วยงานห้องปฏิบัติการและภาคอุตสาหกรรมเป็นต้นซึ่งจะช่วยพัฒนากระบวนการ Pre-submission process ในการอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือทั้งนักวิจัยและผู้ผลิตในการพัฒนาและสร้างสรรค์นวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสอดคล้องตามมาตรฐานสากลและแข่งขันกับผู้นำเข้าได้

6. ความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

1. การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วเช่นปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นต้น ทำให้ทั้งนักวิจัยและผู้ผลิตจำเป็นที่จะต้องปรับตัวในทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเพื่อพัฒนาเครื่องมือแพทย์ให้สามารถแข่งขันกับผู้นำเข้าได้

2. การแข่งขันกันสินค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศทำให้ผู้ผลิตภายในประเทศจ้าเป็นที่จะต้องหันมาให้ความสนใจในด้านมาตรฐานสากลทั้งในด้านกระบวนการผลิตและด้านผลิตภัณฑ์มากขึ้นรวมถึงการวิจัยและพัฒ นาตาม Medical product tfecycle เพื่อให้เครื่องมือแพทย์ที่ได้นั้นมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงสุดเป็นไปตามมาตรฐานสากลและส่งออกไปขายต่างประเทศได้

3. การมาของโรค COVID-19 และโรคอุบัติใหม่ที่อาจส่งผลอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์บางชนิดเกิดความขนาดแคลนและมีความต้องการเป็นอย่างมากเช่นหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ชุด PPE เป็นต้นหรืออาจเป็นการมาของนวัตกรรมทางการแพทย์ใหม่ ๆ ที่อาจเกิดขึ้นใต้จากสถานการณ์วิกฤตทางสาธารณสุข

4. นโยบายภาครัฐหรือการส่งเสริมสนับสนุนผู้ผลิตภายในประเทศเป็นสิ่งที่จะช่วยสร้างความมั่นใจหรือความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ผลิตหรือนักลงทุนภายในประเทศได้

7. ผลตอบรับจากการนำ AI เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ผลตอบรับที่ได้จากการมาของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุดคือในด้านการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ที่เกิดขึ้นในช่วงนี้พบว่าเครื่องมือแพทย์ในกลุ่มของเครื่องมือแพทย์ที่มีกำลัง (Active medical device) มีการพัฒนาโดยนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามามีส่วนรวมในการออกแบบและใช้งานเยอะมากซึ่งบ่งชี้ได้ถึงความสามารถของนักวิจัยไทย รูปแบบการใช้งานเครื่องมือแพทย์ในอนาคตรวมถึงการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่จะเป็นจุดเด่นในการแข่งขันในระดับเวทีโลก แต่ทั้งนี้ในเรื่องของการยอมรับของผู้ใช้งานในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นเรื่องที่จะต้องช่วยกันพัฒนาต่อไปเพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้ใช้งานเชื่อมั่นในการใช้งานและผลลัพธ์ที่ได้

สรุปบทสัมภาษณ์ ผศ. นพ. ถนอม บรรณประเสริฐ

สำหรับด้านสังคม นพ.ถนอม มองว่ามีความสำคัญที่ควรคำนึงถึงอย่างแรก เนื่องจาก medical product industry มาจากความต้องการของมนุษย์ medical device ถูกพัฒนาสำหรับมนุษย์ ที่เกี่ยวข้องกับความเจ็บป่วยและสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะในปัจจุบันและแนวโน้มอนาคต มุ่งสู่การสร้าง wellness เพื่อป้องกันไม่ให้มนุษย์เจ็บป่วย นำไปสู่ผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์แนวโน้มใหม่ๆ และการขยายตลาดความต้องการแห่งอนาคตอย่างต่อเนื่อง จึงเห็นได้ว่า เป้าหมายสุดท้าย ของอุตสาหกรรมการแพทย์ เกี่ยวข้องกับมนุษย์และสังคมเป็นหลัก

ดังนั้นหากพิจารณารูปแบบทางสังคม ใน generation และแต่ละประเทศ จะมีรูปแบบทางสังคม social pattern ที่แตกต่างกัน ดังนั้น demand ทางเครื่องมือแพทย์ก็แตกต่างกันไป เช่น หากสังคมยังมีเทคโนโลยีที่ล้าหลัง ความต้องการทางการแพทย์ก็จะยังดั้งเดิมไม่ล้ำสมัย ในขณะที่สังคมที่มีความก้าวล้ำทางเทคโนโลยี ผู้คนในสังคมสามารถเข้าถึงโซเชียลและเครื่องมือทางดิจิตอลได้ มีเครือข่ายดิจิตอลเต็มรูปแบบ ก็จะเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่าย แนวโน้มความต้องการด้านสุขภาพก็จะแตกต่างไป อาจจะมุ่งเน้นการสร้างสุขภาพที่เข้มแข็ง รวมไปถึงการมอนิเตอร์เรียลไทม์ เป็นต้น นอกจากนี้ก็จะส่งผลให้ปัญหาด้านสุขภาพแตกต่างไป เช่น ผู้สูงอายุที่มองหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือมือถือเป็นเวลานาน ก็อาจจะส่งผลให้จอประสาทตาถูกทำลายได้ หรือเป็นต้อกระจกที่ต้องรักษา ในขณะที่เด็กรุ่นใหม่ อาจจะสายตาเอียงตั้งแต่เด็ก รวมไปถึง social pattern ที่เด็กในสังคมเทคโนโลยีล้ำสมัย อาจจะไม่ได้สัมผัสกับธรรมชาติ โดยมีสภาพแวดล้อมเป็นดิจิตอลเป็นส่วนใหญ่ ก็จะมีผลต่อสุขภาพความแข็งแรงและความต้องการทางการแพทย์ที่เปลี่ยนแปลงได้สูง

ดังนั้น พอพิจารณา medical industry และต้องการแบ่ง sector ของอุตสาหกรรมนี้ มันเป็น sector ตาม human & social อย่างเช่น วัยรุ่นกรุงเทพฯกับต่างจังหวัด ก็จะมีความต้องการเครื่องมือแพทย์ที่แตกต่างกัน จึงเห็นได้ชัดว่าวิถีชีวิตคน แต่ละเจเนเรชั่น แต่ละท้องถิ่น ส่งผลให้ความต้องการแตกต่างกันไป อาจจะมีสิ่งที่คล้ายกันหมดในยุคนี้คือ เป็นยุคแห่งการแชร์ มีโซเชียลเนตเวิค ที่เอื้อต่อการแชร์ข้อมูล

ในอีกด้านเชิงสังคม คือความแตกต่างทางฐานะที่เริ่มขยายตัวมากขึ้น ฐานเศรษฐกิจประเทศ พบคนจนเพิ่มขึ้น มีนักเรียนในกรุงเทพฯที่ไม่จบระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นจำนวนไม่น้อย พอออกนอกระบบการศึกษาก็ไปอยู่ฐานล่างของปิระมิด เทียบกับเด็กที่ได้รับโอกาสการศึกษาสูง ยิ่งห่างมากขึ้น โดยกลายเป็นจำนวนของคนจนกลับยิ่งเพิ่มขึ้น ดังนั้น ความต้องการด้านการแพทย์ก็จะยิ่งแตกต่างกันมากขึ้น

ในเชิงธุรกิจและผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมด้านสุขภาพ ที่สามารถเติบโตได้ อาจจะไม่ใช่เพียงแค่ อุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ (medical device) แต่อาจจะเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ส่วนตัวที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ แต่อาจจะไม่ได้รับการรับรองเป็นเครื่องมือแพทย์ เช่น ไม้แคะหู xiaomi ที่มีขนาดเล็กสามารถส่องกล้องในหูได้ ราคาเพียง 2,500 บาท ซึ่งไม่สามารถจัดเป็นเครื่องมือแพทย์ได้ เนื่องจากไม่ได้ผ่านกระบวนการรับรองมาตรฐานการแพทย์ ยังจัดเป็นกลุ่มอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ household แต่ในความเป็นจริงเป็นอุปกรณ์ที่เสริมคุณภาพชีวิตและสุขภาพ โดยอุปกรณ์ใช้สอยส่วนตัว เช่น apple watch รวมไปถึงอุปกรณ์ตามบ้านเหล่านี้ มีการเพิ่มความสามารถการใช้งานที่ช่วยสนับสนุนสุขภาพและคุณภาพชีวิตเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม แพทย์ไม่สามารถ

นำข้อมูลจากอุปกรณ์เหล่านี้มาประกอบการวินิจฉัยโรคได้ เช่น ข้อมูล EKG จาก apple watch เพราะยังไม่ใช่อุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ที่ได้รับการรับรองจาก FDA หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องคำนึงถึง

ในส่วนด้านเชิง policy จะมองว่าเกิดสงครามการค้าระหว่างจีนและอเมริกาปัจจุบัน อาจจะตื้นไป ต้องมองให้ลึกในรายละเอียดว่า ประเทศจีนได้เริ่มเตรียมพร้อมกับสงครามการค้าด้าน medical devices อย่างไร โดยได้มีการวางแผนกลยุทธและดำเนินการมามากกว่า10 ปี ได้แก่ 1.คือ การเป็น manufacturing base เพื่อลดราคาให้เป็นฐานผลิตโลก และ 2. สร้างมาตรฐานให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับ และ 3. สร้างความเชื่อมั่น สร้างแบรนด์ และมีมาตรฐานของตัวเอง มีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอนอย่างเตรียมพร้อม

ในส่วนด้านการเตรียมพร้อมเรื่องของ AI และ Data analytics นี้ อ.ถนอม มองว่ามีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมการแพทย์อย่างแน่นอน และได้มีบทบาทมากแล้วในปัจจุบัน สิ่งสำคัญคือการจัดเก็บฐานข้อมูลขนาดมหึมาเหล่านี้ ที่ประเทศจะพร้อมอย่างไรที่จะเก็บรักษาฐานข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างปลอดภัย และสามารถเรียกนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปบทสัมภาษณ์ คุณอดิศร อาภาสุทธิรัตน์

สำหรับมุมมองเชิงธุรกิจ ผู้ประกอบการธุรกิจเครื่องมือแพทย์ของไทย เน้นการนำเข้ามากกว่าผลิตเอง การที่จะเปลี่ยนจากผู้นำเข้า เป็นผู้ผลิตและผู้ขายมากขึ้น ยังมีความท้าทายสูง ปัจจุบัน เราพึ่งพาการนำเข้ามาก ปัญหาการผลิตคือ การจะผลิตอุปกรณ์การแพทย์ที่ไม่ล้ำสมัยมาก ยังเป็นเรื่องยากสำหรับผู้ประกอบการอาจจะในเรื่องของเทคโนโลยีและมาตรฐานส่งผลให้การนำเข้าง่ายกว่าผลิตเองมาก มีผู้เล่นอยู่ 7000 ราย โดย 6000 กว่ารายนำเข้า และอีกแค่ประมาณ 800 รายเป็นผู้ผลิต และเป็นบริษัทต่างชาติเกือบส่วนใหญ่ และใน 800 รายที่เป็นผู้ผลิตเองอย่างแท้จริง (ไม่ใช่แค่จดอย่างเดียวตามกฎหมาย) ก็ยิ่งน้อยมาก

ในส่วนของบริษัทของคุณอดิศรเอง ก็เป็นทั้งผู้ผลิตและก็นำเข้าด้วย ที่ผลิตเองมักแบบ มาจาก 2 แนวทาง

แนวทางแรก คือ เดิมนำเข้ามาขายอยู่แล้ว ก็เลยมาผลิตทำแบรนด์เอง เพื่อลดความเสี่ยงการนำเข้า แต่ความท้าทายของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ที่ท้าทายกว่าอุตสาหกรรมอื่นๆ คือ การไม่มี uniformity ของเทคโนโลยี เทคโนโลยีหลากหลายมาก และ มีมาตรฐานที่แตกต่างกันไป เลยเป็นเรื่องที่ท้าทายสำหรับผู้ผลิตโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ใหม่ๆที่ไม่คุ้นเคย ไม่เหมือนอย่างอุตสาหกรรมยานยนต์ หรือ สิ่งทอ ที่จะมีแก่นเทคโนโลยีของตัวเอง มีความเฉพาะเจาะจง ทำให้ มาตรฐานและกฎหมายกำกับก็จะมีความสอดคล้องเป็นหนึ่งเดียว

อีกแนวทาง คือ กลุ่มที่ทำธุรกิจด้านอื่นๆแล้วประสบความสำเร็จ จึงมาจับธุรกิจเครื่องมือแพทย์ เช่น จากอุตสาหกรรมยานยนต์ เอาความเชี่ยวชาญทาง tool & machine & automation มาจับธุรกิจเครื่องมือแพทย์ แต่อุตฯเดิมอาจจะวอลุ่มเยอะ แม้จะมาจิ้นต่ำ ก็ยังไปรอดได้ แต่ในเครื่องมือแพทย์ วอลุ่มต่ำ บวกกับ regulation/barrier การควบคุมสูงมาทำให้ต้องใช้เวลาและต้นทุนการพัฒนา แต่ก็ทำให้ มาจิ้นสูงมาก แต่วอลุ่มต่ำ และข้อดีคือ การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ จะไม่เปลี่ยนเร็ว ดังนั้นถ้าขายได้ก็จะขายได้นาน เพราะต้องทดสอบผ่านเกณฑ์และความน่าเชื่อถือมาก

ดังนั้น เครื่องมือแพทย์ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างจากอื่นๆ ตรงที่ เวลาเริ่มต้นลงทุน จะตกท้องช้างนานเรื่อง วิจัยพัฒนาสำหรับอุตฯเครื่องมือแพทย์ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์สามารถได้รับการยอมรับและติดตลาดแล้วจะทำธุรกิจได้ยาวนาน เพราะผู้ใช้เช่นแพทย์จะไม่ค่อยได้เปลี่ยนโมเดล เทคโนโลยีไม่ค่อยเปลี่ยน เพราะการสร้างตลาดและมาตรฐานใหม่ต้องใช้เวลาและการรับรองมาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตามในระยะยาวราคาอาจจะถูกลง

เครื่องมือแพทย์ยุคหลัง มีเรื่องของเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาเยอะ โดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับไอที แต่ถ้าในเรื่องวัสดุ จะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี เช่น ผ้าก๊อต ยังไงก็เปลี่ยนยาก แนวทางคนใช้จะใช้คล้ายๆเดิม แต่ถ้ามีการเอาไอที อิเล็กทรอนิกส์มาอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเยอะและเร็ว แต่ถ้าเป็น materials-based ก็จะเปลี่ยนแปลงช้า

ถ้าจะให้แบ่งเครื่องมือแพทย์ จะแบ่งเป็นสามกลุ่ม เป็น หนึ่งพวกของใช้แล้วทิ้งวัสดุอุปกรณ์อวัยวะเทียม (stent, ข้อเข่า ข้อต่อ) ส่วนกลุ่มที่สองคือเครื่องแล้วใช้ตลอด เช่น เครื่องเอกซเรย์ จะสั่งซื้อเป็นครุภัณฑ์ ส่วนกลุ่มที่สามคือพวกชุดทดสอบ diagnostic

ส่วนใหญ่ในประเทศเราจะมีสินค้ากลุ่มที่หนึ่งเยอะ กลุ่มสองน้อย เพราะเทคโนโลยีลึก วอลุ่มน้อย ราคาสูง ต้องใช้คนเชี่ยวชาญสูง ลงทุนเยอะ กลุ่มสาม biochemistryเราน้อย ความรู้ถูกครอบงำโดยต่างชาติ ของต่างชาติตามแบรนด์ โรงเรียนแพทย์ก็จะชินกับการใช้เทคนิคของต่างประเทศ คุ้นเคยกับแบรนด์ เลยยากที่จะเปลี่ยน เพราะจะเกิดความไม่เชื่อมั่น

นอกจากนี้ นอกจากผลิตมาได้ ต้องสามารถทำการตลาดอีก กลายเป็นคนวิจัยทำการตลาดไม่เป็น คนทำการตลาดไม่เป็นก็ผลิตไม่ได้ คนที่ขายได้ก็ผลิตไม่เป็น ฝ่ายตลาดอาจจะมีงานที่ท้าทายน้อยกว่า เพราะสามารถนำเข้ามาขายได้ เอาผลิตภัณฑ์ที่พร้อมขายแล้วจากเมืองนอกมาขาย เข้ามาขายไม่ได้ ก็สามารถเปลี่ยน แต่ฝั่งผลิตจะเสี่ยงมาก เพราะกว่าจะผลิตมาได้ ตั้งกระบวนการผลิต ออกแบบ ทำมาตรฐาน ทำเครื่องทดสอบ กว่าจะพร้อมสู่ตลาด ต้องใช้ต้นทุนสูงมากทรัพยากรเยอะมาก ถ้าไม่มีธุรกิจอื่นๆมาช่วย subsidize ด้วยเกิดยากมาก ถอยยาก ถ้าขายไม่ได้ เข้าช่องทางไม่ได้ ก็ยากเลย

การจะเข้าสู่ตลาด ก็ต้องรู้ need ของตลาดว่าคืออะไร และต้องรู้จัก channel ในการขายด้วย ถ้าจะทำให้ดีต้องมองภาพรวม เริ่มต้นจาก ต้องดีได้คุณภาพก่อน แล้วก็ตามด้วยแนวทางการขายที่เข้าถึงตลาด เพื่อที่จะต่อยอดได้ และไปต่างประเทศได้

ดังนั้นถ้ามองว่า ทำไมไทย ถึงทำอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์กันน้อย ซึ่งถ้ายกตัวอย่างกับโรงงานผลิตยา ต้องมีสายป่านยาว เป็นธุรกิจลักษณะแพล็ตฟอร์ม เช่น ถ้าผลิตเม็ดจะผลิตยาเม็ดแบบไหนก็ได้ ใครๆก็ผลิตได้ แต่ไม่มีความแตกต่างกันเลย และเราก็ไม่มีต้นน้ำเลย ต้องนำเข้าวัตถุดิบหมด พวก active ingredient นำเข้าหมด กลายเป็นต้องนำเข้าหมด แล้วไม่มีความแตกต่าง ทำเหมือนกัน กลายเป็นตัดราคากัน กลายเป็นต้องเข้า โรงพยาบาลให้ได้ และราคาต้องถูก ไม่เกิดประโยชน์ หรือการสร้างมูลค่าอย่างแท้จริง

ในส่วนเครื่องมือแพทย์ จะมีไม่เยอะเท่ากับโรงงานผลิตยา สายการผลิตไม่สามารถกระโดดข้ามไปผลิตได้หลากหลายเท่ากับยา การผลิตจะเฉพาะเจาะจงกับชิ้นส่วนมาก วัสดุคนละประเภท เช่น ยาง โลหะ ก็คนละหลักการแล้ว ยากที่จะข้ามสายการผลิตแล้ว ไม่สามารถกระโดดข้ามกันได้ง่าย หรือเครื่องมือแพทย์ที่ไปเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ AI ไอที ก็จะคนละเรื่องกันเลย

Expertise ที่ต้องมีของมิติการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ก็จะมีสามองค์ประกอบหลัก คือ 1. R&D, 2. Production, 3. Marketing

การตลาดเนี่ย การทำตลาดในหมอแต่ละกลุ่มก็แตกต่างกัน หมอศัลย์ การตลาดก็ไม่เหมือนหมออายุรกรรม เครื่องมือแพทย์ก็แตกต่างกัน หมอศัลยกรรม ก็ไม่เหมือนกับหมอสูติฯ ละ ในการทำการตลาด หมอจะเลือกตาม function, ตามด้วย proof, และตามด้วยความพอใจในการใช้ คือต้องใช้แล้วใช่ก่อน หมอถึงจะเลือกเครื่องมือแพทย์ (ไม่เหมือนยา ที่ถ้า proof ได้ มีเปเปอร์รับรอง ราคาโอเค ก็ได้แล้ว) กลายเป็นว่าต่อให้

ผ่านมาตรฐาน แต่ functionไม่ใช่ หมอก็ไม่ใช้ *ดังนั้น การพัฒนามาตรฐาน ไปให้ถึงระดับนานาชาติ สำคัญ แต่แพงมาก*

Volume และขนาดตลาดในประเทศ

SKU เครื่องมือแพทย์ในประเทศ มีเป็นล้านเลย นำเข้าเป็นส่วนใหญ่ ของผลิตในประเทศน่าจะน้อยกว่าสิบเปอร์เซ็นต์ แนวทางที่ควรสนับสนุนหนึ่งคือ ในปัจจุบันมี items เครื่องมือแพทย์เยอะมากและหลากหลายมาก (นอกจากทำนวัตกรรมขนาน) เราควรส่งเสริมให้ผู้ประกอบการแต่ละราย ผลิตสร้าง items ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเอง ไม่ต้องทับตลาดกัน ยังไม่ต้องถึงขั้นนวัตกรรมดิสรับชั่น เพราะพอเป็นของใหม่ ต้องสร้างตลาดใหม่ มาตรฐานใหม่ แนวทางการใช้ใหม่ ดังนั้นควรเริ่มทำตรงเทคโนโลยีที่มีใช้อยู่แล้ว และผลิต

เรื่องเทคโนโลยีและนวัตกรรมก็ต้องทำขนาน เพราะปัจจุบัน ผลิตเองน้อยมาก นำเข้าง่ายกว่าเยอะ ตราวนี้การสร้างนวัตกรรมใหม่ จะเปลี่ยนแนวทางการใช้เลย กลายเป็นสร้างตลาดใหม่ เลยมองว่า เอาสิ่งที่มีอยู่แล้ว ที่ใช้อยู่แล้ว ทำให้เยอะเพื่อลดราคา

ดังนั้นนโยบายสภา จึงควรเป็น 1. เพิ่มผู้เล่น 2. สร้างมาตรฐาน 3. ยกระดับ

เพิ่มผลิตภัณฑ์ เทียร์ของเก่า ก็แย่งตลาดนำเข้า ส่วนเทียร์ของใหม่ มองเพื่ออนาคตสิบยี่สิบปี ซึ่งปัจจุบันเทียร์ปัจจุบันเรายังตามเค้าอยู่เลย ไม่ทันเลย ควรเร่งตรงนี้ให้ทันก่อน เพื่อสร้างพื้นฐานให้พร้อมต่อเทียร์ของใหม่ในอีกยี่สิบปีข้างหน้า ไม่ใช่ฐานยังน้อยและฐานความรู้น้อย แล้วกระโดดไปเทียร์ใหม่เลย ถ้าเทียบกับการศึกษาก็คือ ควรเริ่มพื้นฐานปริญญาตรีก่อน ค่อยไปโทและเอก ตอนนี้ฐานน้อย เพราะผู้เล่นเราน้อย เพิ่มจำนวนผลิตภัณฑ์ จะทำให้โครงสร้างพื้นฐานเยอะและดีขึ้น เพิ่มมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น แล้วจะได้มองไปสู่อนาคตได้

เมื่อทำได้ก็จะสามารถสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่ดีขึ้น จะได้มองไปข้างหน้าได้อะไรที่ล้ำสมัยขึ้น ถ้าเริ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเลย กระโดดเลย ต่อให้ทำได้ สุดท้ายก็ไม่มีตลาด

สุดท้าย ตลาด จึง สำคัญมาก

มองธุรกิจ ก็เหมือนสนามรบ ประเทศเรา พื้นที่รบในบ้านเราเองก็ถูกยึดครองโดยต่างชาติ ถ้าจะไปออกรบกับต่างประเทศ เราต้องแข่งในสนามรบในประเทศให้ได้ก่อนเลย

วอลุ่มในประเทศยังเล็ก แถมโดนยึดครองโดยต่างชาติ ถ้าจะไปแข่งในระดับนานาชาติ ต้องยึดตลาดในประเทศให้ได้ก่อน และพาร์ทเนอของตลาดต่างประเทศก็มีความสำคัญ เหมือนกับการจับมือกับ cp ในประเทศไทย ก็จะเข้าถึงการตลาดในประเทศไทยได้ง่าย การไปทำตลาดต่างประเทศแบบพาร์ทเนอร์เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือก็เป็นอีกแนวทางหนึ่ง

ในส่วนของตลาดหลักของเครื่องมือแพทย์ในประเทศ การเบิกจ่าย ถ้าเป็นกลุ่มที่สองที่เป็นครุภัณฑ์ ก็จะแพง ก็อยู่ที่งบประมาณของโรงพยาบาล ที่ตั้งแผนซื้อกันไป

ในส่วนของกลุ่มที่หนึ่ง consumable ผลิตภัณฑ์กลุ่มสิ่งของสิ้นเปลือง กลุ่มสิ้นเปลืองทิ้งผ้าก๊อต (งบรวม ที่รพ บริหารจัดการซื้อเหมามาเอง เน้นถูก ประหยัด) และกลุ่มกองทุน สปสช สามสิบบาท ประกันสังคม (จะตัดสินใจว่าอะไรจะเบิกเสริมเพิ่มได้ รพต้องไปขออนุมัติ)อีกก้อนคือก้อนของการเบิกจ่าย เช่น ขยายเส้นหัวใจ ต้องใช้วัสดุเพิ่ม ก็สามารถขอเบิกจ่ายได้มาจาก 3 กองทุนรัฐ

สาขาที่เบิกจ่ายสูง ได้แก่ 2 สาขา คือ หัวใจ กับ กระดูก เพราะดีมานเยอะ การสวนหัวใจ บอลลูน เยอะมากขึ้น การเปลี่ยนข้อเข่า ซึ่งเทคโนโลยีสูง ผลิตเองในประเทศยาก จึงนำเข้ามาเป็นปริมาณมาก

กลุ่มของการเบิกจ่ายเพิ่มของรัฐ ส่วนใหญ่โตจากการเบิกจ่ายจากเรื่องนี้ บริษัทใหญ่ๆของโลก ก็ได้จากด้านนี้หมด คือ การเบิกจ่าย ต้อง reimburse ให้ได้ ตัวไหนที่ยังเบิกจ่ายไม่ได้ สุดท้ายแนวทางการตลาดก็จะผลักดันให้เบิกจ่ายได้ เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตคน และก็ทำให้ผลิตภัณฑ์ไปรอดได้ การ reimburse ได้จึงสำคัญมาก

การทำนวัตกรรมที่ใหม่ หากไปซ้ำกับผลิตภัณฑ์ที่เบิกจ่ายได้อยู่แล้ว ก็ต้องถามว่า ความใหม่จำเป็นจริงไหม ความแตกต่างจาก established technology จะช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตคนจริงไหม ถ้าเทียบกับต้องเพิ่มให้เบิกจ่ายได้

แล้วต้องสู้กับต่างประเทศ เช่น 3m คือเค้าคิดนวัตกรรมใหม่ๆ ตลอดยี่สิบชม ทั่วโลก มีนักวิจัยเป็นหมื่นคนทั่วโลก แถมมีแพล็ทฟอร์มเชื่อมโยงเยอะมาก ทำให้ยากที่จะแข่งในการสร้างนวัตกรรมแข่งกับต่างชาติ สิ่งที่เราทำได้คือ ทำได้แค่ me too ดังนั้นการเกิดขึ้นของนวัตกรรมที่เยอะมาก กลายเป็นต่างประเทศ ต้องคัดออกเองด้วยซ้ำ ดังนั้น บริบทที่เหมาะกับตลาดไทย ต้องหาให้ได้

ถ้าเราแข่ง เราต้องหามิติเราเองให้ได้ที่จะแข่ง เราต้องหาตัวช่วยตรง การ clinical test การยอมรับได้ให้ได้ คราวนี้เรารบ สำคัญคือ ทหาร อาวุธ และยุทธศาสตร์ ซึ่งต่างประเทศเค้ามีพร้อมในการรบ เราจะสู้เรื่องอาวุธ ก็จะยาก แต่เราอาจจะชนะในเชิง local strategy เพราะบางทีบริษัทต่างชาติ ก็อาจจะถูกล็อคเรื่องราคาว่าอาจจะลดได้ไม่มาก เพราะต้องรักษาราคาให้สม่ำเสมอทั่วทุกสาขาในโลก ตรงนี้ก็อาจจะเป็นข้อจำกัดที่ยุทธศาสตร์เราเองจะสู้ได้ สู้ในมิติของเราเองได้ เราอาจจะไม่สามารถลอกเค้ามาตามมาตรฐานเค้าโดยตรงได้ เราต้องหามิติของเราเอง (แบบที่จีนสร้างมาตรฐานของประเทศตัวเอง และจะใช้จนในประเทศยอมรับ สุดท้ายต่างประเทศก็จะยอมรับเอง)

ดังนั้นรัฐ จะช่วยเรื่อง tool ได้ยังไง ทำให้ product ตัวนี้มี proof เรื่อง quality ให้ได้มาตรฐาน

แต่หากมุมมองของรัฐ มองว่า healthcare เป็น burden และมุ่งที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ จะส่งผลให้ไม่เอื้อนวัตกรรม และธุรกิจอุตสาหกรรมการแพทย์ในประเทศ

สงครามการค้า

Population ในอาเซียน ไทยเราน่าจะโดนหนักสุดในเรื่อง aging ในขณะที่เวียดนามนี่วัยกำลังหนุ่มและโต ใครๆก็อยากไปลงทุน จากเหตุการณ์โควิด และตรึงเครียดกับจีน ก็อาจจะอ้างว่าต้องถอนจากจีน จะไหลไปทางไหน เช่น อินเดีย ญี่ปุ่น เวียดนาม

มุมมองเรื่องการแข่งขันกับเวียดนาม คุณอดิสรมองว่า ควรปล่อยให้เวียดนามทำนิคมอุตสาหกรรม ที่เน้นภาคการผลิตชิ้นส่วนไป แต่เราเน้น แบรนด์ สร้าง value เข้าใจ supply chain ให้ดี ไม่ต้องทำเองหมด พยายามสร้างนวัตกรรมทางนั้น รวมไปถึง เรามีคนสูงอายุเยอะ ก็แสดงว่ามีตลาดสำหรับผู้สูงอายุเยอะ อาจจะเป็นตลาดที่ใหญ่ได้ในอนาคตของอาเซียน แล้วเราก็อาจจะสามารถคิดเรื่องของการสร้าง value product ก็ได้ ปล่อยให้เวียดนามสนใจไปกับภาคการผลิต เพราะในความเป็นจริง ถ้ามีเงินลงทุนจากภาคการผลิตของต่างประเทศ อาจจะทำให้คนในประเทศไม่สนใจพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ตนเอง เพราะเงินจาก

ต่างประเทศมาง่ายกว่า เราต้องใช้โอกาสตอนนี้ เรียกว่าพลิกวิกฤติเงินลงทุนต่างประเทศด้านการผลิตน้อยลง ให้ไปลงทุนทรัพยากรมนุษย์ กับ value-added product

แรงงานส่วนใหญ่ก็จะโดน automation/AI จัดการไปอยู่แล้ว ทำ niche product ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของ มาตรฐาน

คุณอดิสร จึงย้ำความสำคัญที่ว่า Value อยู่ที่แบรนด์

ในมุมมองด้านเทคโนโลยีอื่นๆ

ดิจิตอลเฮลล์จะมีความสำคัญสูงมาก 5G เทเลเฮลล์ new normal มาเรียบร้อยโดยไม่มีข้อโต้แย้ง เอไอถูกใช้งานมากขึ้นแน่นอน การจัดการเปลี่ยนแปลงเร็ว direct-to-consumer health จะเพิ่มมากขึ้น

Efficiency, precision, speed จะเป็นตัวที่มาเร็วขึ้น เรื่อง material base ต้องผลักดันไป เพราะเปลี่ยนช้า เปลี่ยนไม่ง่าย มองแบบระยะยาวได้

ตารางที่ ก-1 แบบสอบถามเรื่องในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการทำ online survey

ส่วนที่ 1: ศึกษาหาแนวโน้ม (Trend) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินแนวโน้มต่อไปนี้ว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 5 ปี และ 10 ปีข้างหน้า โดยในแต่ละช่วงระยะเวลาดังกล่าว ท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกแนวโน้มที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด ตัวอย่างเช่น

ในช่วงระยะเวลา 5 ปี เลือก การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ 4 คะแนน สังคมผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น 3 คะแนน ปัญหาฝุ่น PM2.5 3 คะแนน

ในช่วงระยะเวลา 10 ปี เลือก Artificial intelligence (AI) และ Machine learning (ML) 4 คะแนน การปฏิวัติด้านชีววิทยา 3 คะแนน เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย 2 คะแนน สังคมผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น 1 คะแนน

หากท่านคิดว่ามีแนวโน้มอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

แนวโน้ม (Trend)	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 5 ปี	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 10 ปี
1. การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ		
2. การจัดการข้อมูลทางด้านห่วงโซ่อุปทานเครื่องมือแพทย์ให้โปร่งใส บนระบบดิจิตอล และจัดการแบบบูรณาการตลอดห่วงโซ่อุปทานการผลิต		
3. การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)		
4. การตรวจโรคที่ในรูปแบบ point of care ที่ decentralized จากห้องปฏิบัติการกลาง เพื่อสามารถทำได้เองที่บ้านหรือในระดับภาคสนาม		
5.การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือรูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G		

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชธีร์ เศรษฐศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 1/9

6. เทคโนโลยี virtual reality (VR) และ augmented reality (AR) สำหรับการแพทย์ เช่น การผ่าตัดระบบทางไกล		
7. การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์		
8. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing		
9. การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น		
10. การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)		
11.การปกป้องข้อมูลออนไลน์ของผู้ป่วยและข้อมูลทางการแพทย์ (cybersecurity)		
12.เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย (advanced robotics) และระบบอัตโนมัติเรียนรู้ได้ (cognitive automation)		
13. เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation) เพื่อเสริมศักยภาพการรับรู้ด้าน cognitive and physical experiences ของมนุษย์ เช่น exoskeleton, sensory augmentation, genetic augmentation		
14. การผ่าตัดจะเป็นแบบเน้นแผลเล็กมากขึ้น (minimally invasive medical operation)		
15. เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (advanced materials) เช่น วัสดุทำกระดูกเทียม ขดลวดขยายหลอดเลือด วัสดุเซนเซอร์		
16. ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในชีวิตประจำวัน ที่นำไปสู่ปัญหาโรคปอดเรื้อรัง		
17. สงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกาและจีนที่รุนแรงยิ่งขึ้น		
18. เครื่องมือแพทย์จะถูกออกแบบการใช้งานให้มีลักษณะถึงตรงต่อผู้ป่วย (direct-to-customer) มากขึ้น		
19. นโยบายระดับโลกร่วมกันหลังเหตุการณ์ไวรัสโควิด (Post-covid new global policies)		
20. การสนับสนุนให้นำสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุมาทำธุรกิจ เช่น Biosimilar		
21. การสนับสนุนอย่างจริงจังของภาครัฐ ในการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้เองภายในประเทศ ให้เท่าเทียมมาตรฐานสากล		
22. (อื่นๆ)		

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชธีร์ เศรษฐศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 2/9

ตารางที่ ก-1 แบบสอบถามเรื่องในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการทำ online survey (ต่อ)

ส่วนที่ 2: ศึกษาหาแนวโน้ม (Trend) ที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินแนวโน้มต่อไปนี้ว่ามีโอกาสส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 5 ปี และ 10 ปีข้างหน้า โดยในแต่ละช่วงระยะเวลาดังกล่าว ท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกแนวโน้มที่ท่านคิดว่ามีโอกาสส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด

หากท่านคิดว่ามีแนวโน้มอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

แนวโน้ม (Trend)	คะแนนระดับของโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ในระยะ 5 ปี	คะแนนระดับของโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ในระยะ 10 ปี
1. การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ		
2. การจัดการข้อมูลทางด้านห่วงโซ่อุปทานเครื่องมือแพทย์ให้โปร่งใส บนระบบดิจิตอล และจัดการแบบบูรณาการตลอดห่วงโซ่อุปทานการผลิต		
3. การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)		
4. การตรวจโรคที่ในรูปแบบ point of care ที่ decentralized จากห้องปฏิบัติการกลาง เพื่อสามารถทำได้เองที่บ้านหรือในระดับภาคสนาม		
5.การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือรูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G		
6. เทคโนโลยี virtual reality (VR) และ augmented reality (AR) สำหรับการแพทย์ เช่น การผ่าตัดระบบทางไกล		
7. การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์		
8. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing		

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชีร์ เศรษฐศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมล์ fengrct@ku.ac.th 4/9

9. การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น		
10. การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)		
11.การปกป้องข้อมูลออนไลน์ของผู้ป่วยและข้อมูลทางการแพทย์ (cybersecurity)		
12.เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย (advanced robotics) และระบบอัตโนมัติเรียนรู้ได้ (cognitive automation)		
13. เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation) เพื่อเสริมศักยภาพการรับรู้ด้าน cognitive and physical experiences ของมนุษย์ เช่น exoskeleton, sensory augmentation, genetic augmentation		
14. การผ่าตัดจะเป็นแบบเน้นแผลเล็กมากขึ้น (minimally invasive medical operation)		
15. เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (advanced materials) เช่น วัสดุทำกระดูกเทียม ขดลวดขยายหลอดเลือด วัสดุเซนเซอร์		
16. ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในชีวิตประจำวัน ที่นำไปสู่ปัญหาโรคปอดเรื้อรัง		
17. สงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกาและจีนที่รุนแรงยิ่งขึ้น		
18. เครื่องมือแพทย์จะถูกออกแบบการใช้งานให้มีลักษณะถึงตรงต่อผู้ป่วย (direct-to-customer) มากขึ้น		
19. นโยบายระดับโลกร่วมกันหลังเหตุการณ์ไวรัสโควิด (Post-covid new global policies)		
20. การสนับสนุนให้นำสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุมาทำธุรกิจ เช่น Biosimilar		
21. (อื่นๆ)		

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชีร์ เศรษฐศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมล์ fengrct@ku.ac.th 5/9

ตารางที่ ก-1 แบบสอบถามเรื่องในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการทำ online survey (ต่อ)

ส่วนที่ 3: ศึกษาหาสถานการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่อไปนี้ว่าจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 5 ปี และระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยในแต่ละช่วงระยะเวลาดังกล่าว ท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกความไม่แน่นอนที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด

หากท่านคิดว่ามีความไม่แน่นอนประเภทอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

สถานการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 5 ปี	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 10 ปี
1. สงครามการค้า ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดสงครามทางการค้า		
2. ทรัพยากรธรรมชาติที่เพียงพอหรือขาดแคลน		
3. ความสามารถของสาธารณสุขทั่วโลกในการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคสายพันธุ์ใหม่ในอนาคตได้อย่างรวดเร็วหรือช้า		
4. ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จ ในการบริหารจัดการต้นตอปัญหาฝุ่น PM2.5 ของภาครัฐ		
5. สถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคงหรือไม่มั่นคง		
6. มีหรือไม่มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน การเสริมสมรรถนะและความพร้อมด้าน biosecurity และ cyber security		
7. ขาดแคลนแรงงานหรือมีแรงงานที่เพียงพอ		
8. ศักยภาพของ SMEs ด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สูงหรือต่ำ		
9. ความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีทางการแพทย์ที่รองรับสูงหรือต่ำ		
10. สภาพสังคมที่เป็นสังคมเดี่ยวหรือสังคมแบบชุมชน		
11. การยอมรับหรือต่อต้านจากสังคมต่อ biorevolution เช่น gene editing ในแง่จริยธรรม ศาสนา และ นิเวศวิทยา		
12. การกำกับควบคุมด้านเทคโนโลยีของภาครัฐ (technology governance) อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่มีประสิทธิภาพ ในการใช้ข้อมูลสาธารณะ และการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว		

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชธีร์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 6/9

13. นโยบายภาครัฐในการใช้ประโยชน์จากสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุแล้ว มีนโยบายสนับสนุน หรือไม่มี		
14. การสนับสนุนของภาครัฐ ในการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้เองภายในประเทศ ให้เท่าเทียมมาตรฐานสากล มีการสนับสนุนอย่างเต็มที่ หรือไม่เต็มที่		
15. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการกำหนดสัดส่วนที่ต้องมีการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตโดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)		
16. (อื่นๆ)		

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชธีร์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 7/9

ตารางที่ ก-1 แบบสอบถามเรื่องในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการทำ online survey (ต่อ)

ส่วนที่ 4: ศึกษาหาความไม่แน่นอน (Uncertainty) สำหรับสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่อไปนี้ว่ามีระดับความไม่แน่นอน มากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 5 ปี และ 10 ปีข้างหน้า โดยในแต่ละช่วงระยะเวลาดังกล่าว ท่านจะประเมินระดับความไม่แน่นอนสูง (1) หรือต่ำ (0)

ความไม่แน่นอนระดับสูง คือ โอกาสที่จะเกิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งใกล้เคียงกัน เช่น สงครามการค้า ถ้ามีโอกาสเกิด 50% ถือว่ามีระดับความไม่แน่นอนสูง หรือ ระดับ 1

ความไม่แน่นอนระดับต่ำ คือ มีโอกาสเกิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งสูงมาก เช่น สงครามการค้าจะเกิดขึ้นแน่ๆ หรือ ไม่เกิดขึ้นแน่ๆ ถือว่ามีระดับความไม่แน่นอนต่ำ หรือ ระดับ 0

หากท่านประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนใดในระดับ 0 กรุณาระบุทิศทางแนวโน้มการเกิด เช่น สงครามการค้าเกิดขึ้นแน่ๆ คือ ทิศทาง – หรือ ไม่เกิดขึ้นแน่ๆ คือ ทิศทาง +

หากท่านคิดว่ามีความไม่แน่นอนประเภทอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	ระดับความไม่แน่นอนในระยะ 5 ปี (0 หรือ 1)	หากระดับ 0 โปรดระบุทิศทาง + หรือ – (ระยะ 5 ปี)	ระดับความไม่แน่นอนในระยะ 10 ปี (0 หรือ 1)	หากระดับ 0 โปรดระบุทิศทาง + หรือ – (ระยะ 10 ปี)
1. สงครามการค้า ซึ่งอาจจะไม่เกิด (+) หรือเกิด (-) สงครามทางการค้า				
2. ทรัพยากรธรรมชาติที่เพียงพอ (+) หรือขาดแคลน (-)				
3. ความสามารถของสาธารณสุขทั่วโลกในการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคสายพันธุ์ใหม่ในอนาคตได้อย่างรวดเร็ว (+) หรือช้า (-)				
4. ความสำเร็จ (+) หรือไม่สำเร็จ (-) ในการบริหารจัดการต้นตอปัญหาฝุ่น PM2.5 ของภาครัฐ				
5. สถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคง (+) หรือไม่มั่นคง (-)				

6. มี (+) หรือไม่มี (-) นโยบายภาครัฐที่สนับสนุนการเสริมสมรรถนะและความพร้อมด้าน biosecurity และ cyber security				
7. มีแรงงานที่เพียงพอ (+) หรือขาดแคลนแรงงาน (-)				
8. ศักยภาพของ SMEs ด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สูง (+) หรือต่ำ (-)				
9. ความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีทางการแพทย์ที่รองรับสูง (+) หรือต่ำ (-)				
10. สภาพสังคมที่เป็นสังคมแบบชุมชน (+) หรือสังคมเดี่ยว (-)				
11. การยอมรับ (+) หรือต่อต้าน (-) จากสังคมต่อ biorevolution เช่น gene editing ในแง่จริยธรรม ศาสนา และ นิเวศวิทยา				
12. การกำกับควบคุมด้านเทคโนโลยีของภาครัฐ (technology governance) อย่างมีประสิทธิภาพ (+) หรือไม่มีประสิทธิภาพ (-) ในการใช้ข้อมูลสาธารณะ และการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว				
13. นโยบายภาครัฐในการใช้ประโยชน์จากสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุแล้ว มีนโยบายสนับสนุน (+) หรือไม่มี (-)				
14. การสนับสนุนของภาครัฐ ในการรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตได้เองภายในประเทศ ให้เท่าเทียมมาตรฐานสากล มีการสนับสนุนอย่างเต็มที่ (+) หรือไม่เต็มที่ (-)				
15. การมี (+) หรือไม่มี (-) นโยบายภาครัฐในการกำหนดสัดส่วนที่ต้องมีการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่ผลิตโดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)				
16. (อื่นๆ)				

ตารางที่ ก-2 แบบสอบถามปรับปรุงสำหรับ brainstorm workshop จากการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการทำ online survey

แบบสอบถาม เรื่อง การศึกษาแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ส่วนที่ 1: ศึกษาหาแนวโน้ม (Trend) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินแนวโน้มต่อไปนี้ว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกแนวโน้มที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด ตัวอย่างเช่น

ในช่วงระยะเวลา 10 ปี เลือก Artificial intelligence (AI) และ Machine learning (ML) 4 คะแนน การปฏิวัติด้านชีววิทยา 3 คะแนน เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย 2 คะแนน สังคมผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น 1 คะแนน

หากท่านคิดว่ามีแนวโน้มอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

แนวโน้ม (Trend)	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 10 ปี
1. การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ	
2. การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)	
3. การสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ในการจัดตั้งโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลอย่างครบวงจร เพื่อรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นเองในประเทศ	
4. การจัดทำนโยบายภาครัฐในการกำหนดระเบียบการเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ จากกองทุนสวัสดิการหลักต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชน และสนับสนุนการสร้างความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการภายในประเทศ	
5. การขับเคลื่อนนโยบายเชิงรุกของภาครัฐในการสร้างพันธมิตร หรือข้อตกลงทางการค้ากับกลุ่มประเทศเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดการส่งออกให้กับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
6. การมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ขับเคลื่อนและประสานกับ stakeholders จากทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	
7. การดึงการลงทุนจากต่างประเทศในรูปแบบการสนับสนุนสิทธิประโยชน์ให้กับบริษัท	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิร์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 1/9

ต่างชาติที่ in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	
8. การอุดหนุนทุนวิจัยระยะยาวที่มีงบประมาณที่ชัดเจน โดยไม่ได้อยู่ในรูปแบบงบประมาณที่ต้องขอการสนับสนุนแบบรายปี สำหรับการผลักดันงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ให้ออกสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม	
9. การมีนโยบายหรือพรบ.ด้านการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (เช่น Bayh-Dole Act) ที่สร้างความชัดเจนและเอื้อให้เกิดการผลักดันผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากทุกภาคส่วน (มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรจัดสรรทุนวิจัยภาครัฐ) ให้ไปสู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์กับภาคเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	
10. ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในชีวิตประจำวัน ที่นำไปสู่ปัญหาโรคเรื้อรังต่างๆ	
11.การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือ รูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G	
12. เทคโนโลยี virtual reality (VR) และ augmented reality (AR) สำหรับการแพทย์ เช่น การผ่าตัดระบบทางไกล	
13. การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	
14. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing	
15. การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น	
16. การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)	
17.เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย (advanced robotics) และระบบอัตโนมัติเรียนรู้ได้ (cognitive automation)	
18. เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation) เพื่อเสริมศักยภาพการรับรู้ด้าน cognitive and physical experiences ของมนุษย์ เช่น exoskeleton, sensory augmentation, genetic augmentation	
19. การผ่าตัดจะเป็นแบบเน้นแผลเล็กมากขึ้น (minimally invasive medical operation)	
20. เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (advanced materials) เช่น วัสดุทำกระดูกเทียม ขดลวดขยายหลอดเลือด วัสดุเซนเซอร์	
21. (อื่นๆ)	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิร์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 2/9

ตารางที่ ก-2 แบบสอบถามปรับปรุงสำหรับ brainstorm workshop จากการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการทำ online survey (ต่อ)

ส่วนที่ 2: ศึกษาหาแนวโน้ม (Trend) ที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินแนวโน้มต่อไปนี้ว่ามีโอกาสส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกแนวโน้มที่ท่านคิดว่ามีโอกาสส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด

หากท่านคิดว่ามีแนวโน้มอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

แนวโน้ม (Trend)	คะแนนระดับของโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ในระยะ 10 ปี
1. การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ	
2. การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)	
3. การสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ในการจัดตั้งโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลอย่างครบวงจร เพื่อรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นเองในประเทศ	
4. การจัดทำนโยบายภาครัฐในการกำหนดระเบียบการเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ จากกองทุนสวัสดิการหลักต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชน และสนับสนุนการสร้างความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการภายในประเทศ	
5. การขับเคลื่อนนโยบายเชิงรุกของภาครัฐในการสร้างพันธมิตร หรือข้อตกลงทางการค้ากับกลุ่มประเทศเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดการส่งออกให้กับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
6. การมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ขับเคลื่อนและประสานกับ stakeholders จากทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	
7. การดึงการลงทุนจากต่างประเทศในรูปแบบการสนับสนุนสิทธิประโยชน์ให้กับบริษัทต่างชาติที่ in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	
8. การอุดหนุนทุนวิจัยระยะยาวที่มีงบประมาณที่ชัดเจน โดยไม่ได้อยู่ในรูปแบบงบประมาณที่ต้องขอการสนับสนุนแบบรายปี สำหรับการผลักดันงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ให้ออกสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม	
9. การมีนโยบายหรือพรบ.ด้านการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (เช่น Bayh-Dole Act) ที่สร้างความชัดเจนและเอื้อให้เกิดการผลักดันผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากทุกภาคส่วน (มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรจัดสรรทุนวิจัยภาครัฐ) ให้ไปสู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์กับภาคเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	
10. ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในชีวิตประจำวัน ที่นำไปสู่ปัญหาโรคเรื้อรังต่างๆ	
11.การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือ รูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G	
12. เทคโนโลยี virtual reality (VR) และ augmented reality (AR) สำหรับการแพทย์ เช่น การผ่าตัดระบบทางไกล	
13. การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	
14. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing	
15. การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น	
16. การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)	
17.เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย (advanced robotics) และระบบอัตโนมัติเรียนรู้ได้ (cognitive automation)	
18. เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation) เพื่อเสริมศักยภาพการรับรู้ด้าน cognitive and physical experiences ของมนุษย์ เช่น exoskeleton, sensory augmentation, genetic augmentation	
19. การผ่าตัดจะเป็นแบบเน้นแผลเล็กมากขึ้น (minimally invasive medical operation)	
20. เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (advanced materials) เช่น วัสดุทำกระดูกเทียม ขดลวดขยายหลอดเลือด วัสดุเซนเซอร์	
21. (อื่นๆ)	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชนีย์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 3/9

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชนีย์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 4/9

ตารางที่ ก-2 แบบสอบถามปรับปรุงสำหรับ brainstorm workshop จากการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการทำ online survey (ต่อ)

ส่วนที่ 3: ศึกษาหาสถานการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่อไปนี้ว่าจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยจะมีเพียง 10 คะแนนในการเลือกความไม่แน่นอนที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด

หากท่านคิดว่ามีความไม่แน่นอนประเภทอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

สถานการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 10 ปี
1. สงครามการค้า ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดสงครามทางการค้า	
2. ทรัพยากรธรรมชาติที่เพียงพอหรือขาดแคลน	
3. ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จ ในการบริหารจัดการต้นตอปัญหาฝุ่น PM2.5 ของภาครัฐ	
4. สถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคงหรือไม่มั่นคง	
5. มีหรือไม่มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน การเสริมสมรรถนะและความพร้อมด้าน biosecurity และ cyber security	
6. ขาดแคลนแรงงานหรือมีแรงงานที่มีทักษะด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เพียงพอ	
7. ศักยภาพของ SMEs ด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สูงหรือต่ำ	
8. การยอมรับหรือต่อต้านจากสังคมต่อ biorevolution เช่น gene editing ในแง่จริยธรรม ศาสนา และ นิเวศวิทยา	
9. การกำกับควบคุมด้านเทคโนโลยีของภาครัฐ (technology governance) อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่มีประสิทธิภาพ ในการใช้ข้อมูลสาธารณะ และการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว	
10. นโยบายภาครัฐในการใช้ประโยชน์จากสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุแล้ว มีนโยบายสนับสนุน หรือไม่มี	
11. การสนับสนุนของภาครัฐ ในการสร้างระบบห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์อย่างครบวงจร ที่ได้มาตรฐานสากล สำหรับรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตได้เองภายในประเทศ มีการสนับสนุนอย่างเต็มที่ หรือไม่เต็มที่	
12. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสนับสนุนการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตโดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)	
13. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสร้างความร่วมมือหรือข้อตกลงด้านการค้ากับ	

ประเทศกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดส่งออกสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
14. ความสำเร็จหรือไม่ ของภาครัฐในการดึงการลงทุนจากต่างประเทศ เพื่อเพิ่มเงินลงทุนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมในประเทศ หรือลงทุน in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในประเทศ	
15. (อื่นๆ)	

ตารางที่ ก-2 แบบสอบถามปรับปรุงสำหรับ brainstorm workshop จากการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการทำ online survey (ต่อ)

ส่วนที่ 4: ศึกษาหาความไม่แน่นอน (Uncertainty) สำหรับสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่อไปนี้ว่ามีระดับความไม่แน่นอน มากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า

ความไม่แน่นอนระดับสูง คือ โอกาสที่จะเกิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งใกล้เคียงกัน เช่น สงครามการค้า ถ้ามีโอกาสเกิดหรือไม่เกิดใกล้เคียงกันที่ 50-50% ถือว่ามีระดับความไม่แน่นอนสูง

ความไม่แน่นอนระดับต่ำ คือ มีโอกาสเกิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งสูงมาก เช่น สงครามการค้าจะเกิดขึ้นแน่ๆ หรือ ไม่เกิดขึ้นแน่ๆ ถือว่ามีระดับความไม่แน่นอนต่ำ

หากท่านคิดว่ามีความไม่แน่นอนประเภทอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	ระดับความไม่แน่นอน ในระยะ 10 ปี (0 หรือ 1)
1. สงครามการค้า ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดสงครามทางการค้า	
2. ทรัพยากรธรรมชาติที่เพียงพอหรือขาดแคลน	
3. ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จ ในการบริหารจัดการต้นตอปัญหาฝุ่น PM2.5 ของภาครัฐ	
4. สถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคงหรือไม่มั่นคง	
5. มีหรือไม่มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน การเสริมสมรรถนะและความพร้อมด้าน biosecurity และ cyber security	
6. ขาดแคลนแรงงานหรือมีแรงงานที่มีทักษะด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เพียงพอ	
7. ศักยภาพของ SMEs ด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สูงหรือต่ำ	
8. การยอมรับหรือต่อต้านจากสังคมต่อ biorevolution เช่น gene editing ในแง่จริยธรรมศาสนา และ นิเวศวิทยา	
9. การกำกับควบคุมด้านเทคโนโลยีของภาครัฐ (technology governance) อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่มีประสิทธิภาพ ในการใช้ข้อมูลสาธารณะ และการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว	
10. นโยบายภาครัฐในการใช้ประโยชน์จากสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุแล้ว มีนโยบายสนับสนุน หรือไม่มี	
11. การสนับสนุนของภาครัฐ ในการสร้างระบบห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์อย่างครบวงจร ที่ได้มาตรฐานสากล สำหรับรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตได้เองภายในประเทศ มีการสนับสนุนอย่างเต็มที่ หรือไม่เต็มที่	
12. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสนับสนุนการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิต	

โดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)	
13. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสร้างความร่วมมือหรือข้อตกลงด้านการค้ากับประเทศกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดส่งออกสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
14. ความสำเร็จหรือไม่ ของภาครัฐในการดึงการลงทุนจากต่างประเทศ เพื่อเพิ่มเงินลงทุนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมในประเทศ หรือลงทุน in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในประเทศ	
15. (อื่นๆ)	

ตารางที่ ก-3 แบบสอบถามที่ปรับปรุงเพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม brainstorm workshop

แบบสอบถาม เรื่อง การศึกษาแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ส่วนที่ 1: ศึกษาหาแนวโน้ม (Trend) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินแนวโน้มต่อไปนี้ว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกแนวโน้มที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด ตัวอย่างเช่น

ในช่วงระยะเวลา 10 ปี เลือก Artificial intelligence (AI) และ Machine learning (ML) 4 คะแนน การปฏิวัติด้านชีววิทยา 3 คะแนน เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย 2 คะแนน สังคมผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น 1 คะแนน

หากท่านคิดว่ามีแนวโน้มอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

แนวโน้ม (Trend)	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 10 ปี
1. การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ	
2. การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)	
3. การสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ในการจัดตั้งโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลอย่างครบวงจร เพื่อรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นเองในประเทศ	
4. การจัดทำนโยบายภาครัฐในการกำหนดระเบียบการเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ จากกองทุนสวัสดิการหลักต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชน และสนับสนุนการสร้างความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการภายในประเทศ	
5. การขับเคลื่อนนโยบายเชิงรุกของภาครัฐในการสร้างพันธมิตร หรือข้อตกลงทางการค้ากับกลุ่มประเทศเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดการส่งออกให้กับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
6. การมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ขับเคลื่อนและประสานกับ stakeholders จากทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ธานินี เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 1/9

7. การดึงการลงทุนจากต่างประเทศในรูปแบบการสนับสนุนสิทธิประโยชน์ให้กับบริษัทต่างชาติที่ in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	
8. การอุดหนุนทุนวิจัยระยะยาวที่มีงบประมาณที่ชัดเจน โดยไม่ได้อยู่ในรูปแบบงบประมาณที่ต้องขอการสนับสนุนแบบรายปี สำหรับการผลักดันงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ให้ออกสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม	
9. การมีนโยบายหรือพรบ.ด้านการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (เช่น Bayh-Dole Act) ที่สร้างความชัดเจนและเอื้อให้เกิดการผลักดันผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากทุกภาคส่วน (มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรจัดสรรทุนวิจัยภาครัฐ) ให้ไปสู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์กับภาคเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	
10. ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในชีวิตประจำวัน ที่นำไปสู่ปัญหาโรคเรื้อรังต่างๆ	
11.การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือ รูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G	
12. เทคโนโลยี virtual reality (VR) และ augmented reality (AR) สำหรับการแพทย์ เช่น การผ่าตัดระบบทางไกล	
13. การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	
14. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing	
15. การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น	
16. การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)	
17.เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย (advanced robotics) และระบบอัตโนมัติเรียนรู้ได้ (cognitive automation)	
18. เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation) เพื่อเสริมศักยภาพการรับรู้ด้าน cognitive and physical experiences ของมนุษย์ เช่น exoskeleton, sensory augmentation, genetic augmentation	
19. การผ่าตัดจะเป็นแบบแผลเล็กมากขึ้น (minimally invasive medical operation)	
20. เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (advanced materials) เช่น วัสดุทำกระดูกเทียม ขดลวดขยายหลอดเลือด วัสดุเซนเซอร์	
21. นโยบายที่รองรับ software as medical devices เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ ML ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	
22. การสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของแพทย์ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ เช่น การผลักดันให้โรงเรียนแพทย์ฝึกใช้งานเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ธานินี เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 2/9

ตารางที่ ก-3 แบบสอบถามที่ปรับปรุงเพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม brainstorm workshop (ต่อ)

23. การวิเคราะห์ trends of disease burden จาก national health database จากหน่วยงานกองทุนกลางของรัฐ เช่น สปสช. กรมบัญชีกลาง และ ประกันสังคม เพื่อทราบความต้องการทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างแท้จริง	
24. นโยบายจากภาครัฐที่เป็นกลไกสนับสนุนผลักดันอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ให้เกิดการมาใช้งานได้จริง เช่น การใช้ประโยชน์มาตรการสนับสนุนจาก BOI	
25. การสนับสนุนการสร้างผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องมือแพทย์แต่ละสาขา โดยการไปทำงานในบริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างประเทศ หรือการดึงผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาช่วยอุตสาหกรรม เพื่อนำความรู้และกระบวนการการผลิตเครื่องมือแพทย์กลับมาใช้ในประเทศไทย	
26. การนำเข้าเครื่องมือแพทย์แบบ refurbished ที่ได้มาตรฐาน	
27. การสนับสนุนอุตสาหกรรมต้นน้ำ ที่ได้มาตรฐานทางการแพทย์ เพื่อผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์	
28. การอบรมให้ผู้ประกอบการและนักวิจัยเข้าใจถึงมาตรฐานการรับรองเครื่องมือแพทย์ต้นทาง กลางทาง และปลายทาง ของการออกแบบ วิจัยและพัฒนาเครื่องมือแพทย์	
29. งบประมาณภาครัฐที่สนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์และนวัตกรรมที่วิจัยและพัฒนาขึ้นในประเทศ เช่น นวัตกรรมที่ได้อยู่ในบัญชีนวัตกรรม หรือการสร้างแรงจูงใจให้กับเอกชนใช้ประโยชน์จากบัญชีนวัตกรรม ในรูปแบบการหักค่าใช้จ่าย	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิร์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 3/9

ส่วนที่ 2: ศึกษาหาแนวโน้ม (Trend) ที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินแนวโน้มต่อไปนี้ว่ามีโอกาสส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกแนวโน้มที่ท่านคิดว่ามีโอกาสส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด

หากท่านคิดว่ามีแนวโน้มอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

แนวโน้ม (Trend)	คะแนนระดับของโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ในระยะ 10 ปี
1. การแพร่ของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ในอนาคต เช่น โควิด-19 หรือสายพันธุ์อื่นๆ ที่กระทบการดำเนินชีวิตและธุรกิจต่างๆ	
2. การเข้าสู่ประชากรสังคมผู้สูงอายุ (aging population)	
3. การสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ในการจัดตั้งโครงสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลอย่างครบวงจร เพื่อรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นเองในประเทศ	
4. การจัดทำนโยบายภาครัฐในการกำหนดระเบียบการเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ จากกองทุนสวัสดิการหลักต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับประชาชน และสนับสนุนการสร้างความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการภายในประเทศ	
5. การขับเคลื่อนนโยบายเชิงรุกของภาครัฐในการสร้างพันธมิตร หรือข้อตกลงทางการค้ากับกลุ่มประเทศเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดการส่งออกให้กับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
6. การมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่ขับเคลื่อนและประสานกับ stakeholders จากทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	
7. การดึงการลงทุนจากต่างประเทศในรูปแบบการสนับสนุนสิทธิประโยชน์ให้กับบริษัทต่างชาติที่ in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	
8. การอุดหนุนทุนวิจัยระยะยาวที่มีงบประมาณที่ชัดเจน โดยไม่ได้อยู่ในรูปแบบงบประมาณที่ต้องขอการสนับสนุนแบบรายปี สำหรับการผลักดันงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ให้ออกสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม	
9. การมีนโยบายหรือพรบ.ด้านการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา (เช่น Bayh-Dole Act) ที่สร้างความชัดเจนและเอื้อให้เกิดการผลักดันผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากทุกภาค	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิร์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 4/9

ตารางที่ ก-3 แบบสอบถามที่ปรับปรุงเพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม brainstorm workshop (ต่อ)

ส่วน (มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรจัดสรรทุนวิจัยภาครัฐ) ให้ไปสู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์กับภาคเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	
10. ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในชีวิตประจำวัน ที่นำไปสู่ปัญหาโรคเรื้อรังต่างๆ	
11.การเปลี่ยนรูปแบบการรักษาจากเดิมที่เป็น treatment and care สู่การให้บริการโดยใช้ data intelligence และ IoT หรือ รูปแบบ telehealth มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G	
12. เทคโนโลยี virtual reality (VR) และ augmented reality (AR) สำหรับการแพทย์ เช่น การผ่าตัดระบบทางไกล	
13. การใช้ advanced analytics ซึ่งประกอบไปด้วย artificial intelligence (AI) และ machine learning (ML) ในการคำนวณคาดการณ์โรค หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	
14. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และ distributed manufacturing	
15. การปฏิวัติด้านชีววิทยา (biorevolution) ได้แก่ biomolecules, biomachines, biosystems, biocomputing นำไปสู่การก้าวล้ำทางการแพทย์ เช่น การถอดรหัสพันธุกรรม การเชื่อมต่อระบบประสาท การสร้างเซลล์และอวัยวะ เป็นต้น	
16. การรักษาในอนาคตแบบเฉพาะเจาะจงกับบุคคล (personalized care and precision medicine)	
17.เทคโนโลยีหุ่นยนต์ล้ำสมัย (advanced robotics) และระบบอัตโนมัติเรียนรู้ได้ (cognitive automation)	
18. เทคโนโลยีแต่งเติมเสริมศักยภาพมนุษย์ (human augmentation) เพื่อเสริมศักยภาพการรับรู้ด้าน cognitive and physical experiences ของมนุษย์ เช่น exoskeleton, sensory augmentation, genetic augmentation	
19. การผ่าตัดจะเป็นแบบเน้นแผลเล็กมากขึ้น (minimally invasive medical operation)	
20. เทคโนโลยีวัสดุล้ำสมัย (advanced materials) เช่น วัสดุทำกระดูกเทียม ขดลวดขยายหลอดเลือด วัสดุเซนเซอร์	
21. นโยบายที่รองรับ software as medical devices เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ ML ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	
22. การสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของแพทย์ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ เช่น การผลักดันให้โรงเรียนแพทย์ฝึกใช้งานเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	
23. การวิเคราะห์ trends of disease burden จาก national health database จากหน่วยงานกองทุนกลางของรัฐ เช่น สปสช. กรมบัญชีกลาง และ ประกันสังคม เพื่อทราบความต้องการทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างแท้จริง	
24. นโยบายจากภาครัฐที่เป็นกลไกสนับสนุนผลักดันอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ ให้เกิดการมาใช้งานได้จริง เช่น การใช้ประโยชน์มาตรการสนับสนุนจาก BOI	
25. การสนับสนุนการสร้างผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องมือแพทย์แต่ละสาขา โดยการไปทำงานในบริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างประเทศ หรือการดึงผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมา	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิง์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 5/9

ช่วยอุตสาหกรรม เพื่อนำความรู้และกระบวนการการผลิตเครื่องมือแพทย์กลับมาใช้ในประเทศไทย	
26. การนำเข้าเครื่องมือแพทย์แบบ refurbished ที่ได้มาตรฐาน	
27. การสนับสนุนอุตสาหกรรมต้นน้ำ ที่ได้มาตรฐานทางการแพทย์ เพื่อผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์	
28. การอบรมให้ผู้ประกอบการและนักวิจัยเข้าใจถึงมาตรฐานการรับรองเครื่องมือแพทย์ต้นทาง กลางทาง และปลายทาง ของการออกแบบ วิจัยและพัฒนาเครื่องมือแพทย์	
29. งบประมาณภาครัฐที่สนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์และนวัตกรรมที่วิจัยและพัฒนาขึ้นในประเทศ เช่น นวัตกรรมที่ได้อยู่ในบัญชีนวัตกรรม หรือการสร้างแรงจูงใจให้กับเอกชนใช้ประโยชน์จากบัญชีนวัตกรรม ในรูปแบบการหักค่าใช้จ่าย	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิง์ เตชไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 6/9

ตารางที่ ก-3 แบบสอบถามที่ปรับปรุงเพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม brainstorm workshop (ต่อ)

ส่วนที่ 3: ศึกษาหาสถานการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) ต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่อไปนี้ว่าจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยจะมีเพียง 10 คะแนนในการเลือกความไม่แน่นอนที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทย ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด

หากท่านคิดว่ามีความไม่แน่นอนประเภทอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

สถานการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact) ในระยะ 10 ปี
1. สงครามการค้า ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดสงครามทางการค้า	
2. ทรัพยากรธรรมชาติที่เพียงพอหรือขาดแคลน	
3. ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จ ในการบริหารจัดการต้นตอปัญหาฝุ่น PM2.5 ของภาครัฐ	
4. สถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคงหรือไม่มั่นคง	
5. มีหรือไม่มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน การเสริมสมรรถนะและความพร้อมด้าน biosecurity และ cyber security	
6. ขาดแคลนแรงงานหรือมีแรงงานที่มีทักษะด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เพียงพอ	
7. ศักยภาพของ SMEs ด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สูงหรือต่ำ	
8. การยอมรับหรือต่อต้านจากสังคมต่อ biorevolution เช่น gene editing ในแง่จริยธรรม ศาสนา และ นิเวศวิทยา	
9. การกำกับควบคุมด้านเทคโนโลยีของภาครัฐ (technology governance) อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่มีประสิทธิภาพ ในการใช้ข้อมูลสาธารณะ และการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว	
10. นโยบายภาครัฐในการใช้ประโยชน์จากสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุแล้ว มีนโยบายสนับสนุน หรือไม่มี	
11. การสนับสนุนของภาครัฐ ในการสร้างระบบห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์อย่างครบวงจร ที่ได้มาตรฐานสากล สำหรับรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตได้เองภายในประเทศ มีการสนับสนุนอย่างเต็มที่ หรือไม่เต็มที่	
12. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสนับสนุนการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตโดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)	

13. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสร้างความร่วมมือหรือข้อตกลงด้านการค้ากับประเทศกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดส่งออกสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
14. ความสำเร็จหรือไม่ ของภาครัฐในการดึงการลงทุนจากต่างประเทศ เพื่อเพิ่มเงินลงทุนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมในประเทศ หรือลงทุน in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในประเทศ	
15. การสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของ users ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ	

ตารางที่ ก-3 แบบสอบถามที่ปรับปรุงเพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม brainstorm workshop (ต่อ)

ส่วนที่ 4: ศึกษาหาความไม่แน่นอน (Uncertainty) สำหรับสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่ออุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่อไปนี้ว่ามีระดับความไม่แน่นอน มากน้อยเพียงใด ในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า

ความไม่แน่นอนระดับสูง คือ โอกาสที่จะเกิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งใกล้เคียงกัน เช่น สงครามการค้า ถ้ามีโอกาสเกิดหรือไม่เกิดใกล้เคียงกันที่ 50-50% ถือว่ามีระดับความไม่แน่นอนสูง

ความไม่แน่นอนระดับต่ำ คือ มีโอกาสเกิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งสูงมาก เช่น สงครามการค้าจะเกิดขึ้นแน่ๆ หรือ ไม่เกิดขึ้นแน่ๆ ถือว่ามีระดับความไม่แน่นอนต่ำ

หากท่านคิดว่ามีความไม่แน่นอนประเภทอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	ระดับความไม่แน่นอน ในระยะ 10 ปี (0 หรือ 1)
1. สงครามการค้า ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดสงครามทางการค้า	
2. ทรัพยากรธรรมชาติที่เพียงพอหรือขาดแคลน	
3. ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จ ในการบริหารจัดการต้นตอปัญหาฝุ่น PM2.5 ของภาครัฐ	
4. สถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคงหรือไม่มั่นคง	
5. มีหรือไม่มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน การเสริมสมรรถนะและความพร้อมด้าน biosecurity และ cyber security	
6. ขาดแคลนแรงงานหรือมีแรงงานที่มีทักษะด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เพียงพอ	
7. ศักยภาพของ SMEs ด้านอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สูงหรือต่ำ	
8. การยอมรับหรือต่อต้านจากสังคมต่อ biorevolution เช่น gene editing ในแง่จริยธรรม ศาสนา และ นิเวศวิทยา	
9. การกำกับควบคุมด้านเทคโนโลยีของภาครัฐ (technology governance) อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่มีประสิทธิภาพ ในการใช้ข้อมูลสาธารณะ และการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว	
10. นโยบายภาครัฐในการใช้ประโยชน์จากสิทธิบัตรนานาชาติที่หมดอายุแล้ว มีนโยบายสนับสนุน หรือไม่มี	
11. การสนับสนุนของภาครัฐ ในการสร้างระบบห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์อย่างครบวงจร ที่ได้มาตรฐาสากล สำหรับรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตได้เองภายในประเทศ มีการสนับสนุนอย่างเต็มที่ หรือไม่เต็มที่	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิร์ เลขไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th 9/9

12. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสนับสนุนการจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและผลิตโดยผู้ประกอบการไทย เช่น การกำหนดในระเบียบของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)	
13. การมีหรือไม่มี นโยบายภาครัฐในการสร้างความร่วมมือหรือข้อตกลงด้านการค้ากับประเทศกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขยายตลาดส่งออกสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย	
14. ความสำเร็จหรือไม่ ของภาครัฐในการดึงการลงทุนจากต่างประเทศ เพื่อเพิ่มเงินลงทุนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมในประเทศ หรือลงทุน in-licensing ทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในประเทศ	
15. การสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นของ users ในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ	

หากมีคำถามเกี่ยวกับแบบสอบถาม ติดต่อสอบถามที่ รศ.ดร.ราชอิร์ เลขไพศาลเจริญกิจ เบอร์โทร 080-440-4576 หรือ อีเมลล์ fengrct@ku.ac.th
10/9

ภาคผนวก ข

สรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการประชุมกลุ่มย่อย อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่เข้าสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	**สังกัด**
1. คุณนิติ เมฆหมอก	สมาคมไทยไอโอที
2. คุณพิเชฐ ชีวนันทชัย	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
3. ศ.ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ดร.อดิสร เตือนตรานนท์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)
5. คุณกุลธิดา ณานุกูล	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)
6. ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
7. คุณจอมมุทธา จำปาเหลือง	บริษัท พนัส แอสเซมบลีย์ จำกัด
8. คุณปภัสสร์ ฟุ้งธรรมสาร	บริษัท Focuz manufacturing จำกัด
9. ผศ.ดร. สุภชัย วงศ์บุญย์ยง	สถาบันเทคโนโลยีหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

2. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับการทำ brainstorm workshop ครั้งที่ 1

	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	**สังกัด**
1	คุณพิเชฐ ชีวนันทชัย	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
2	คุณนทีธร จันทร์ประเสริฐ	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
3	คุณ จอมมทรา จำปาเหลือง	บริษัท พนัส แอสเซมบลีย์ จำกัด
4	คุณ สุเชียรชัย เพิ่มพรสกุล	Toyota Tsusho DENSO Electronics (Thailand) Co., Ltd.
5	คุณภัทรพล แสงอรุณ	Toyota Tsusho DENSO Electronics (Thailand) Co., Ltd.
6	คุณ วิวัฒน์ วงศ์วราวิภัทร์	กลุ่ม บริษัทอินสเต็ป กรุ๊ป
7	ดร.อดิสร เตือนตรานนท์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)
8	คุณ ปภัสสร์ ฟุ้งธรรมสาร	บริษัท Focuz manufacturing
9	คุณวิสันติ์ อาชาเดโชพล	สมาคมไทยไอโอที
10	คุณปวิณ วรพฤกษ์	สมาคมไทยไอโอที
11	นายณฤทธิ์ บุญให้เจริญ	สมาคมเมกเกอร์ประเทศไทย
12	ศ.ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
13	ผศ. ดร.มานพ วงศ์สายสุวรรณ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
14	คุณ ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ	มหาวิทยามหานคร
15	คุณ กานต์ โอภาสจำรัสกิจ	บริษัท ซิลิคอนคราฟต์ จำกัด

3. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับการทำ brainstorm workshop ครั้งที่ **2**

ลำดับ	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	สังกัด
1	ดร.วัชระ ฉัตรวิริยะ	สมาคมสมองกลฝังตัวไทย
2	ดร. ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์	สมาคมสมองกลฝังตัวไทย
3	คุณ สุเชียรชัย เพิ่มพรสกุล	Toyota Tsusho DENSO Electronics (Thailand) Co., Ltd.
4	คุณภัทรพล แสงอรุณ	Toyota Tsusho DENSO Electronics (Thailand) Co., Ltd.
5	ดร.อดิสร เตือนตรานนท์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)
6	คุณกลธิดา ญานุกุล	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)
7	คุณนิติ เมฆหมอก	สมาคมไทยไอโอที
8	ศ.ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9	ผศ. ดร.มานพ วงศ์สายสุวรรณ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10	คุณ ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ	มหาวิทยามหานคร
11	คุณณฤทธิ์ บุญให้เจริญ	สมาคมเมกเกอร์ประเทศไทย
12	คุณพิเชฐ ชีวนันทชัย	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
13	คุณนทีธร จันทร์ประเสริฐ	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
14	คุณอนล ไพศาล	บริษัท เอมวัน ประเทศไทย
15	คุณกรกันยา นันทวงศ์	บริษัท เอมวัน ประเทศไทย
16	คุณชีวี ชีวะธรรม	Rohmlsi Technology (Thailand) Co.Ltd
17	คุณเอกวิทย์ หิรัญบูรณะ	บริษัท เอ็นดีอาร์ โซลูชั่น (ประเทศไทย)
18	คุณชุติมันต์ ยงประพัฒน์	บริษัท วีนัสซัพพลาย จำกัด

4. สรุปหัวข้อจากการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 9 ท่าน

ผู้ให้สัมภาษณ์ : คุณนิติ เมฆหมอก

นายกสมาคมไทยไอโอที

วันเข้าสัมภาษณ์ : 29 กรกฎาคม 2563.

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
    - ควรเน้นการ Upskill, Reskill เพื่อให้รักษาคนไว้ได้
    - ควรเปลี่ยน KPI จากปริมาณเป็นคุณภาพ
2. **ด้านเทคโนโลยี**
    - ควรมีการนำระบบ CPS (Cyber Physical System) เพื่อเชื่อม IOT ให้กับภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจะสามารถช่วยอุตสาหกรรม SME เป็น Platform ของประเทศ ไม่โดน disrupt
    - การใช้ AI ใช้ประมวลข้อมูล แทนการใช้แรงงานคน ซึ่งทำให้ข้อมูลไม่ realtime กว่าจะได้ก็ delay 1 วัน ต้องการ Real-time Visualize Dashboard มาช่วยในการดูการผลิต
    - Smart Farm ไม่ได้นำเทคโนโลยีมาใช้อย่างสูงสุดจริง ๆ ยังไม่มีเวทีในประเทศ อาจจะเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศในอนาคต
3. **ด้านเศรษฐกิจ**
    - Smart Electronics ประเทศเราอาจจะช้าไป ทำด้าน Hardware ไม่ทันจีน ไต้หวัน
    - Hardware เจาะจงของในประเทศ Scale ไม่ได้ ทำให้ราคาสูง
    - อาจใช้ Hardware ที่มีอยู่แล้ว โดยมี Software เป็นจุดแข็ง
4. **ด้านนโยบาย**
    - เน้น Certified Products ด้วย เพราะ มาตราฐานจะได้กลุ่มลูกค้าที่สูงขึ้น แต่มี Cost ค่าทดสอบ
    - แนะให้มี คูปอง ทดสอบมาตราฐาน เพราะต้องทดสอบหลายรอบ
    - จดสิทธิบัตรเพื่อคุ้มครอง งานของตนเอง

ผู้ให้สัมภาษณ์ : คุณพิเชฐ ชีวนันทชัย

บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

วันเข้าสัมภาษณ์ : 29 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
    - ประเทศไทยยังมีความพร้อมด้าน Infrastructure ทางไฟฟ้าที่อาจจะไม่เพียงพอ
    - วิศวกรมีไม่ต่อเนื่อง บุคลากรแรงงานขั้นสูง หาไม่ได้ต่อเนื่อง ไม่พัฒนาต่อเนื่อง
2. **ด้านเทคโนโลยี**
    - รถยนต์ไฟฟ้าจะมีแนวโน้มถูกใช้อย่างกว้างขวางในอนาคต
3. **ด้านเศรษฐกิจ**
    - Delta มีการใช้การสร้างโรงงานผลิตเหมือนกันในหลายประเทศ เพื่อลดความเสี่ยง เช่นปิดสนามบิน โควิดในจีน และ อินเดีย เลยต้องผลิตที่ไทย
4. **ด้านนโยบาย**
    - เอกชนควรที่เป็นคน Drive รัฐแค่สนับสนุน
    - ประเทศต้องขับเคลื่อนด้วย นวัตกรรม

‘

ผู้ให้สัมภาษณ์ : ศ.ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันเข้าสัมภาษณ์ : 30 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
    - การขาดกำลังคน การศึกษาเราเป็นแบบเสรี ในขณะที่ในเวียดนาม รัฐบาลบังคับ
    - การเพิ่มกำลังคน ถ้ารัฐให้เงินเพิ่ม มหาวิทยาลัยก็จะสามารถเพิ่มเด็กได้
    - ทัศนคติของเยาวชน ที่มีต่ออนาคตของประเทศ เช่น ฮ่องกง
    - รัฐบาลต้องมีความจริงใจ ว่าเห็นว่าเยาวชนสำคัญ
    - เยาวชนต้องมี champion มี idol เป็นความฝัน เช่น จีน คนมีทัศนคติ ความกระเสือกกระสน ที่เป็นพลัง
    - ด้านสังคม การพัฒนาเยาวชน อย่ามองว่าเค้าเป็นตัวก่อกวน
2.
3. **ด้านเทคโนโลยี**
    - ด้านเทคโนโลยี ต้นทุนอย่างเดียวที่เรามี คือมนุษย์ เราผลิตไม่ได้, เน้น IT service ดีกว่า
    - เทคโนโลยีด้านด้านสุขภาพควรมาก่อน เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต
4. **ด้านเศรษฐกิจ**
    - ถ้าเราคง profit margin ได้ บริษัทต่างชาติก็จะเข้ามาลงทุน
    - การลงทุนจากรัฐเป็นสิ่งสำคัญ เช่น led lamp ต้องผลิตได้ในไทย
    - อุตสาหกรรมพลังงานน่าจะแข่งขันทัน ตัวรถไฟฟ้าอาจไม่ทัน แต่การจัดเก็บระบบ ไทยน่าจะแข่งทัน
5. **ด้านสิ่งแวดล้อม**
    - การติดต่อสื่อสารที่สะดวก มีผลต่อสภาพแวดล้อม เห็นได้จากการที่คนอยู่บ้าน ฝุ่นหาย
    - Battery vs Hydrogen ในการใช้กับขนส่งสาธารณะ
6. **ด้านนโยบาย**
    - รถยนต์ไฟฟ้า รัฐออกมาตรการด้านภาษีน่าจะช่วยแล้ว
    - ระบบ service เป็น local เราแข่งทัน ตัวอย่างคือ ทะเบียนราษฎ์ เป็นนโยบายรัฐ ก่อให้เกิดบริการอื่นได้อีก เช่น promptpay

- Smart electronics รัฐตั้งนโยบายทำเลย รัฐเป็นคนให้กำลังใจให้ประเทศก้าวหน้า
- Multi-company collaborative research ใช้กฎหมายบังคับให้ทำวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัย



ผู้ให้สัมภาษณ์ : ดร.อดิสร เตือนตรานนท์

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)

วันเข้าสัมภาษณ์ : 30 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
   - ปัญหาเรื่องคน บ.ย้ายไปเวียดนาม (เรื่องคนจริงไหม, incentive อื่น ๆ ?)
   - ด้านสังคม ควรมองยาว ๆ วางแผนสร้างคนระยะยาว
2. **ด้านเทคโนโลยี**
   - ด้านเทคโนโลยี พลังงานทดแทนสะอาด ตลาดพลังงานดี นโยบายควรมีความต่อเนื่อง และอนุญาตให้พลาดได้ แล้วแก้นโยบาย ปัญหาตอนนี้คือ give up too early
3. **ด้านเศรษฐกิจ**
   - ประเทศต้นแบบคือ Ireland ทาง semi-conductor industry ต้นน้ำ ทำชิป แล้วมาประกอบที่จีน
4. **ด้านสิ่งแวดล้อม**
   - ด้านสิ่งแวดล้อม smart energy , recycle , เวียดนามมีต่างชาติมาสร้าง lab ให้ เลยสามารถสร้างคนได้เร็ว ความร่วมมือในการสร้าง skill
5. **ด้านนโยบาย**
   - Smart electronics ควรใช้ smart city เป็นคนนำ อาจนำโดยกระทรวง DE
   - รัฐไม่มีนโยบายชัดเจน รัฐควรถามนักวิชาการ
   - การวางนโยบายควรไปถึง action ว่าทำอย่างไร

ผู้ให้สัมภาษณ์ : คุณกุลธิดา ณานุกูล

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)

วันเข้าสัมภาษณ์ : 30 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านเทคโนโลยี**
   - Solar cell ราคาถูกลง battery เริ่มถูกลงทำให้เกิด EV
   - แบตเตอรี่ต้องถูก และ ค่าไฟฟ้าต้องถูก รถ EV ถึงจะเกิด
2. **ด้านสิ่งแวดล้อม**
   - พลังงาน clean energy มีความสำคัญ
   - Solar cell หลังใช้ เกิดเป็น waste จะ Recycle อย่างไร ตอนนี้ได้เกือบ 100%
3. **ด้านนโยบาย**
   - อุตสาหกรรม S-curve ไม่มีด้านพลังงาน

ผู้ให้สัมภาษณ์ : ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

วันเข้าสัมภาษณ์ : 28 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
   - มหาวิทยาลัยต้องปรับตัวในการสร้างคนงานรุ่นใหม่ที่มี skill ที่เปลี่ยนไป
2. **ด้านเทคโนโลยี**
   - งานวิจัยด้านอิเล็กทรอนิกส์กับงานสุขภาพมีความสำคัญ
3. **ด้านนโยบาย**
   - เอกชนร่วมพัฒนาร่วมกับภาครัฐ มหาวิทยาลัย
   - รัฐบาลควรออกเป็นนโยบาย



ผู้ให้สัมภาษณ์ คุณปภัสสร์ ฟุ้งธรรมสาร

Program Manager บริษัท Focuz manufacturing จำกัด

วันเข้าสัมภาษณ์ : 28 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
   - ต้องสร้างคนที่เป็น High level skill มาเพื่อรับกับอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายสูง
2. **ด้านเทคโนโลยี**
   - การตรวจสอบด้วยภาพ Machine vision มีความสำคัญ
3. **ด้านเศรษฐกิจ**
   - อุตสาหกรรมในอนาคตคือ Low volume, high customization
   - ยากที่จะใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วย เนื่องจากเสียเวลาโปรแกรมในแต่ละแบบของสินค้า
   - AI อาจจะเข้ามาช่วยในการโปรแกรมการผลิต

ผู้ให้สัมภาษณ์ คุณจอมมุทธา จำปาเหลือง

ผู้เชี่ยวชาญงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรม บริษัท พนัส แอสเซมบลีย์ จำกัด

วันเข้าสัมภาษณ์ : 28 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
   - แรงงานมีความขาดแคลน หาคนงานที่มี skill ที่ต้องการไม่ได้
2. **ด้านเทคโนโลยี**
   - เทคโนโลยี 3D Printing จะเข้ามาช่วยในด้านการผลิต
   - การใช้ Big-data เข้ามาช่วยในการผลิต จะช่วยลดของเสียได้
3. **ด้านนโยบาย**
   - รัฐบาลควรช่วยในการเปลี่ยนการผลิตเข้าไปเป็นออโตเมชั่นมากขึ้น

ผู้ให้สัมภาษณ์ ผศ.ดร. สุภชัย วงศ์บุญย์ยง

สถาบันเทคโนโลยีหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

วันเข้าสัมภาษณ์ : 27 กรกฎาคม 2563

สรุปประเด็นสัมภาษณ์

1. **ด้านสังคม**
   - การขาดแคลนแรงงานด้าน smart electronic จะมีความสำคัญมากขึ้น
2. **ด้านเทคโนโลยี**
   - หุ่นยนต์และระบบออโตเมชั่นถูกนำไปใช้มากขึ้นทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์บริการ
3. **ด้านนโยบาย**
   - นโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย จะเป็นจุดเปลี่ยนของอุตสาหกรรม

5. ตัวอย่างแบบสอบถามที่ให้ผู้เชี่ยวชาญได้ลงคะแนนและเสนอแนวโน้มเพิ่มเติม

แบบสอบถาม เรื่อง การศึกษาแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

ส่วนที่ 1: ศึกษาหาแนวโน้ม (Trend) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) และ โอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินแนวโน้มต่อไปนี้ว่าส่งผลกระทบ (Impact) และ โอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility) ต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะของประเทศไทยในอนาคตมากน้อยเพียงใด โดยท่านจะมีเพียง 10 คะแนนในการเลือกแนวโน้มที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด เช่น เลือกประชากรโลกเพิ่มขึ้น 5 คะแนน สังคมผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น 4 ประชากรจะอาศัยอยู่ในเมืองมากขึ้น 1 คะแนน

หากท่านคิดว่ามีแนวโน้มอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

แนวโน้ม (Trend)	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact)	คะแนนระดับของโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Possibility)
1. อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในงานด้านสุขภาพ		
2. Personalized-medicine		
3. เทคโนโลยี 5G		
4. Integration with Big-data, Data Analytics and AI		
5. Virtual reality and augmented reality		
6. Sensing and Sensors		
7. Block-chain technology		
8. หุ่นยนต์และระบบออโตเมชั่นถูกนำไปใช้มากขึ้นทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์บริการ		
9. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พลังงานน้อยลง		
10. อินเตอร์เน็ตช่วยลดการเดินทาง		
11. การนำมาซึ่งแร่หายาก		
12. นโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในไทย		
13. รถยนต์ไฟฟ้า(EV) ในประเทศไทย		
14. Cyber-physical System (CPS) เชื่อม IOT กับอุตสาหกรรม		
15. Smart farm กับการเกษตรในไทย		

แบบสอบถามที่ 2 หลังจากได้ผลจากแบบสอบถามที่ 1 แล้วจึงนำข้อมูลบางส่วนมาใส่ใน uncertainty

ส่วนที่ 1: ศึกษาหาความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่ส่งผลกระทบ (Impact) และ คะแนนระดับโอกาสที่จะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้น ต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้ท่านประเมินความไม่แน่นอนต่อไปนี้ว่าจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะในอนาคตมากน้อยเพียงใด โดยท่านจะมีเพียง 10 คะแนน ในการเลือกความไม่แน่นอนที่ท่านคิดว่าส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ท่านสามารถเลือกให้คะแนนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 1-10 และให้คะแนนจนกระทั่งผลรวมของคะแนนได้ 10 ถือว่าสิ้นสุด

หากท่านคิดว่ามีความไม่แน่นอนประเภทอื่นที่ไม่ได้เขียนอยู่ในนี้ ท่านสามารถเพิ่มลงไปและให้คะแนนได้

ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	ตัวอย่าง	คะแนนระดับผลกระทบ (Impact)	คะแนนระดับโอกาสที่จะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้น
1. โอกาสการย้ายฐานการผลิตจากประเทศไทย	ย้ายเข้า หรือ ออก		
2. มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน	ตรงจุด ต่อเนื่อง หรือไม่		
3. ความพร้อมด้านแรงงานและทักษะ	ขาดแคลนหรือเพียงพอ		
4. ความเสถียรทางการเมืองไทย	เสถียร หรือ ไม่		

ภาคผนวก ค

สรุปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในประเทศ

ดร.สุรชัย สถิตคุณารัตน์

ผู้อำนวยการศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ
นวัตกรรมแห่งชาติ

บทสรุปการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในด้านการทำแผนภาพอนาคต
ดร. สุรชัย สถิตคุณารัตน์
ผู้อำนวยการศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
วันที่ 11 พฤศจิกายน 2563

หัวข้อในการสัมภาษณ์

1. มุมมองเกี่ยวกับการมองอนาคต (Foresight) ของประเทศไทย (ในฐานะ ผู้อำนวยการศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ)

จากสถานการณ์ COVID ที่เกิดขึ้น ทำให้การวางแผนยุทธศาสตร์ในระดับประเทศทั้ง 3 ระดับมีความจำเป็นต้องเร่งปรับปรุง อาทิเช่น แผนยุทธศาสตร์ชาติทั้ง 6 ด้าน (แผนระดับที่ 1) แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ (แผนระดับที่ 2) แผนกระทรวง กรม ต่างๆ (แผนระดับที่ 3) เป็นต้น ซึ่งเป็นปกติตามหลักการในรองรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางการเมือง

ในส่วนของการแพร่กระจายของเชื้อ COVID นั้น ก่อนหน้านี้ทั่วโลกได้มีการมอง driver ตัวนี้ไว้แล้ว (emerging infectious disease) แต่ไม่ได้คาดการณ์ว่าจะเกิดรวดเร็วอย่างนี้ ด้วยเหตุผลนี้จึงมีการคาดการณ์การเกิด regionalization หรือ deglobalization ไว้แล้ว หนึ่งในแผนที่สำคัญสุดที่จะต้องปรับตัว คือเศรษฐกิจฐานราก local economy สังคม ชุมชน เกษตรกรรม ผู้ด้อยโอกาส ความเจริญส่วนภูมิภาคจะมีมากขึ้น เป็นการสร้างความเข้มแข็งให้กับท้องถิ่น เนื่องด้วยมีการคาดการณ์แล้วว่าจะมีการว่างงาน ตกงานพุ่งสูงขึ้น รัฐบาลจึงควรที่จะส่งเสริมการ reskill upskill การทำ credit-bank, non-degree program ต่าง ๆ เพื่อตอบสนองในส่วนนี้

จากประสบการณ์ที่พบ คือ แผนระดับต่าง ๆ ที่เกิดจากการทำ foresight จะได้รับผลกระทบน้อยกว่าการวางแผนแบบเดิม เพราะการทำ foresight ทำให้ได้เห็นมุมมองต่าง ๆ รอบด้านมากกว่า มีความครอบคลุมมากกว่า การวางแผนแบบเดิมทำให้เกิดความเสี่ยงน้อยกว่า จึงทำให้หน่วยงานต่าง ๆ หันมาทำ foresight มากขึ้น อาทิเช่น กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) 1 ใน 6 ของแผน quick win ของ อว. จะมีการสร้าง foresight consortium ให้ทุกหน่วยใน อว. ได้ใช้การ foresight เข้ามา

2. เทคนิค/วิธีการที่ใช้ ในการจัดทำแผนภาพอนาคต

ก่อนหน้าที่จะมีสถานการณ์ COVID ได้มีการพูดถึงการนำข้อมูล big data, open data มาใช้ประโยชน์ โดยหลังจากสถานการณ์ COVID จึงเป็นตัวขับดันให้คนออนไลน์มากขึ้น ข้อมูลถูกเร่งให้เข้าสู่ big data เร็วขึ้น โดยที่รู้ตัวหรือไม่รู้ตัว ยกตัวอย่างเช่น ธุรกิจในการสั่งอาหาร ที่คนใช้มากขึ้นในยุค COVID เป็นต้น โดยการที่ข้อมูลมีจำนวนมาก ทำให้การทำ foresight จะอยู่ในรูปของ evidence based มากขึ้น มีความแม่นยำมากขึ้น

ในอดีต เครื่องมือในการเก็บข้อมูลจะอยู่ในรูปของ opinion based, expert based ข้อดีคือ ถ้าเลือกผู้เชี่ยวชาญได้ดี ข้อมูลจะแม่นยำ โดยสาเหตุที่มีการนิยมใช้เพราะเรามีข้อมูลไม่มาก แต่ในช่วงหลังนี้ มีการใช้ข้อมูลจาก big-data มากขึ้น ข้อมูลเป็นปัจจุบันมากขึ้น ได้รับการยอมรับมากขึ้น แต่นั่นไม่ได้หมายความว่าต่อไปนี้จะใช้

ข้อมูลเหล่านี้เป็นอย่างเดียว อย่างไรก็ตามจำเป็นที่ยังต้องใช้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญมาประกอบ (Data Analytic) หรือมา verify ข้อมูลที่ได้มา

โดยการนำข้อมูลมาใช้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญนั้น จะใช้การสรุปผลข้อมูลจาก big-data ที่ได้ นำมาเสนอให้กับผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความเห็นจากข้อมูลดังกล่าวในการทำ foresight ต่อไป

โดยการทำ foresight นั้น มีลักษณะเด่นดังนี้

1. เป็นการมองไกล เป็นการวางแผนในระยะยาว (มากกว่า 10 ปี)
2. เป็นการวางแผนที่ทำให้ผู้วางแผนไม่มีส่วนได้เสียกับนโยบายที่วางแผน
3. เป็นการมองสิ่งที่ไม่มีคำตอบในปัจจุบัน

3. แนวทางการนำแผนภาพอนาคต (Foresight) ไปประยุกธ์ใช้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (การถ่ายทอดแผนหลักสู่แผนปฏิบัติ)

ในระดับโลก มีแนวโน้มของการใช้ foresight ในการสร้าง policy มากขึ้น ในประเทศไทยก็เช่นกัน ในการวางยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ก็มีการนำเอา foresight มาใช้ในการวางแผนทั้งสิ้น โดยตัวอย่างอื่น ๆ ของการนำไปใช้ในไทยที่น่าสนใจ เช่น

การที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ทำแผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ในการให้ทุนการทำวิจัย โดยแต่ก่อน เงินทุนอยู่ที่สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) หรือสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ซึ่งสังกัดสำนักนายก แต่ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) สังกัดอีกกระทรวง ทำให้การวางแผนหัวข้อในการให้ทุน กับผู้ให้ทุนไม่สอดคล้องกัน มีแผนแต่ไม่มีกลไกในการบังคับใช้ ภายหลังมีการปรับเปลี่ยนให้ รวมหน่วยงานดังกล่าวมาอยู่รวมกัน ทำให้การวางแผน เงินทุน และนักวิจัยอยู่ร่วมในกระทรวงเดียวกัน แผนมีความศักดิ์สิทธิ์มากขึ้น มีกลไกในการขับเคลื่อนแผน นอกจากการให้เงินทุนวิจัยแล้ว เครื่องมือขับเคลื่อนอื่น ๆ เช่น การปรับเปลี่ยนกฎหมาย, sandbox, talent mobility ก็สามารถถูกนำมาใช้ได้ โดยในปัจจุบันกำลังจะมีการปรับปรุงแผน 6 ปีของแผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) โดยมีการใช้ foresight เข้าแก้ไข 1 บท ในโจทย์ที่ว่า COVID จะกลับมาหรือไม่และส่งผลต่อการฟื้นฟูเศรษฐกิจอย่างไร

นอกจากนี้ หน่วยงานรัฐอื่น ๆ ก็มีการนำเอา foresight เข้ามาวางแผน เช่น ราชวิทยาลัย วางแผน 10-15 ปี, สำนักงานตำรวจแห่งชาติ วางแผนวิจัย, กรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลาโหม สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม วางแผนวิจัย s-curve ที่ 11 ด้านความมั่นคง วางแผนว่าจะมุ่งเป้าวิจัยเรื่องใดด้านความมั่นคง เป็นต้น โดยในระยะหลังมีการนำสถิติ ข้อมูล มาใช้มากขึ้นกว่าความเห็นผู้เชี่ยวชาญแต่เพียงอย่างเดียว โดยมีผู้บริหารระดับสูงมีความสนใจในการใช้ foresight มากขึ้น อย่างไรก็ตาม foresight ประกอบด้วยหลากหลายเครื่องมือ ไม่ได้มีแค่การวาง scenario แต่เพียงอย่างเดียว

ในส่วนของประเทศสิงคโปร์นั้น เป็นประเทศเล็ก แต่มีการทำ foresight มาก่อนหน้านับสิบปี โดย มีหน่วยงานรัฐ 2 หน่วยในการวางแผนที่ใช้เครื่องมือที่แตกต่างกัน คือ ใช้ scenario กับ horizontal scanning นอกจากนี้ยังใช้หน่วยงานเหล่านี้ในการเป็น facilitator ให้หน่วยงานต่าง ๆ โดยเฉพาะที่อาจที่จะไม่ลงรอยกัน ได้มีโอกาสพูดคุยกัน

ในการทำ foresight นั้น ต้องย้ำว่า การทำ foresight ต้องมีการปรับปรุงอยู่เสมอ (foresight -> action -> renewal) โดยแต่ก่อน foresight ถูกใช้ในการวางแผน แต่แผนไม่ได้รับการผลักดันในการประยุกต์ใช้ต่อ แต่ในขณะนี้ประเทศไทย ผู้บริหารเล็งเห็นความสำคัญมากยิ่งขึ้นให้หน่วยงานที่กำหนดนโยบายได้มีการทำ foresight เอง มีการนำไปใช้ในการกำหนดแผน งบประมาณ นโยบาย ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้

โดยในปัจจุบัน รัฐบาลมีการให้ความสำคัญกับพื้นบ้านและการมีส่วนร่วมในระดับชุมชนมากขึ้น ซึ่งสามารถที่จะได้รับความคิดเห็นจากชุมชนจริง ๆ โดยปัจจุบันเริ่มจากการพูดคุยกับระดับของผู้นำชุมชน ในการวางแผนนโยบายต่าง ๆ





ภาคผนวก ง

สรุปผลการสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษา และรับฟังข้อคิดเห็น

รายงานผลการสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็น
โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)
เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0

การสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็น จัดขึ้นเมื่อวันพุธที่ 4 พฤศจิกายน 2563 เวลา 08.30-13.00 น. ณ ห้องประชุมแกลลอรี่ 1,2 ชั้น 36 และห้องบอลรูม ชั้น 38 โรงแรมพูลแมน กรุงเทพฯ จี สีลม ซึ่งได้รับเกียรติจากท่านผู้เชี่ยวชาญในด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์และอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะทั้งภาครัฐและเอกชน จำนวนทั้งสิ้น 130 ท่าน ร่วมรับฟังผลการศึกษาของโครงการและเปิดเวทีให้เพิ่มเติมข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนโยบายแต่ละแผนภาพอนาคตของทั้งสองอุตสาหกรรมเป้าหมาย

โดยกำหนดการสัมมนา ประกอบด้วย

08.30 – 09.00 น.	ลงทะเบียนผู้เข้าร่วมสัมมนา
09.00 – 09.15 น.	กล่าวเปิดงาน
09.15 – 10.15 น.	สรุปภาพรวมโครงการ และแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย
10.15 – 10.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.30 – 11.30 น.	นโยบาย/ยุทธศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย
11.30 – 12.30 น.	เปิดเวที ซักถาม ให้ข้อเสนอแนะ
12.00 – 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน

สรุปข้อเสนอแนะจากการสัมมนาอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

การสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังความคิดเห็น ให้กับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้สนใจ จากภาครัฐ การศึกษา วิจัย และเอกชน จำนวนผู้เข้าร่วม 80 คน เพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดทำแผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ รวมถึงนโยบาย ยุทธศาสตร์ และมาตรการดำเนินการของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ และได้รวบรวมข้อคิดเห็น เสนอแนะ สำหรับปรับปรุงร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ที่ปรึกษาทำการประมวลและวิเคราะห์ ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งจากการประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 2 และ การสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาฯ และปรับปรุงร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ โดยเพิ่มเติมมาตรการที่สำคัญและเกี่ยวข้องให้ตรงวัตถุประสงค์และยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการเพิ่มเติมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในมาตรการเดิมที่สอดคล้องกับข้อเสนอแนะ โดยภาพรวมของแผนงานเชิงกลยุทธ์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้แสดงสรุปไว้ในตาราง

แผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

วัตถุประสงค์	**A. Harmonized national standards** **การสร้างมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ไทยให้เทียบเท่าสากล**			B. Creation of Market and Investment for Sustainable Growth **การสร้างตลาดและการลงทุนเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน**			**C. Creation of Eco System for Medical Device Industry: Technology and Human Resource** **การสร้างระบบนิเวศสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีและทรัพยากรบุคคล**		
ยุทธศาสตร์	A1 การสร้างความพร้อมของบุคลากร	A2 การสร้างความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน	A3 การปรับแก้ พรบ. เครื่องมือแพทย์ เพื่อเร่งสร้างหน่วยงานและโครงสร้าง ที่เป็น Gateway ในการดูแลและ ส่งเสริมการกำกับมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	B1 นโยบายการเบิกจ่ายภาครัฐและกลไกการสนับสนุนการลงทุนจากหน่วยงานภาครัฐสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์	B2 การยกระดับคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้ เพื่อสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็งและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	B3 การดึงเงินลงทุนจากต่างประเทศเพื่อสนับสนุนนวัตกรรมและสิทธิบัตรในประเทศและการขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ	C1 การสร้างความพร้อมเชิงโครงสร้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาเครื่องมือแพทย์	C2 การเร่งพัฒนาบุคลากรและยกระดับเทคโนโลยีด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีด้านการแพทย์ของสากล	C3 การสนับสนุนทุนวิจัยระยะยาวสำหรับพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีทางการแพทย์ สำหรับแนวโน้มเทคโนโลยีและความต้องการแห่งอนาคต
มาตรการ	A1.1 การสร้างและพัฒนาบุคลากร เพื่อสนับสนุน Medical Product Consortium of Thailand (MPCT) เช่น ส่งบุคลากรไป training ด้าน internal review ในต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์, ศึกษากระบวนการของ US FDA และ CE เป็นต้น	A2.1 การจัดตั้งหน่วยงานกลางอิสระ ที่มีตัวตนชัดเจน เพื่อ ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือแพทย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งหมดในประเทศที่มีอยู่ในปัจจุบัน และประสานงานเชื่อมโยงเครือข่ายห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ด้วยกัน เพื่อ service ข้อมูลดังกล่าวให้กับนักวิจัย และ	A3.1 การสร้างตำแหน่งบุคลากรจาก กพร. และผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐาน เพื่อการกำกับดูแล regulations ที่เกี่ยวข้องต่างๆ	B1.1 การเบิกจ่ายเครื่องมือแพทย์จากกองทุนสุขภาพต่าง ๆ และระบบประกันสุขภาพ ที่มีแนวทางในการสนับสนุนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่พัฒนาและผลิตในประเทศที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนในประเทศผู้รับบริการทางการแพทย์	B2.1 การสนับสนุนให้วิทยาลัยการแพทย์ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ที่พัฒนาในประเทศและได้รับมาตรฐานสำหรับการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ เพื่อสามารถให้คำแนะนำข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ให้ถูกใจผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง	B3.1 การดึงเงินลงทุนต่างประเทศเพื่อลงทุนในกลุ่มตลาดผู้สูงอายุ และกลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ ที่มีฐานการตลาดในประเทศที่สูง และมีศักยภาพการขยายตลาดต่อยอดไปในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้าน ได้ในอนาคต	C1.1 การผลักดันให้มีผู้มีอำนาจในระดับคณะบริหารประเทศ รวมไปถึง top-tier leadership ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อผลักดันนโยบายแห่งชาติด้านเครื่องมือแพทย์อย่างจริงจัง คล้ายกับตัวอย่างของอุตสาหกรรมพลังงาน ที่มีกระทรวงพลังงาน และ บริษัทยักษ์ใหญ่ด้านพลังงาน เช่น ปตท. ที่มีภาพลักษณ์ตลาดและการลงทุน	C2.1 การวาง technology mapping ของเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ที่มีความสำคัญต่อประเทศ ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors - กลุ่ม personalized treatment/precision medicine รวมไปถึงการจัดทำระบบข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ insight การแพทย์เพื่อใช้พัฒนา	C3.1 ทุนวิจัยสนับสนุนบริษัท start-up สำหรับพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์ เพื่อโอกาสของตลาดแห่งอนาคต โดยมุ่งสนับสนุนกลุ่มที่มีผลกระทบต่อประเทศสูง ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors - กลุ่ม personalized

		ผู้ประกอบการ รวมถึงจัดทำ national database ด้านมาตรฐานการทดสอบ ให้ครอบคลุมเครื่องมือแพทย์ทั้งหมดที่ประเทศต้องการพัฒนา และ จัดทำแผนการลงทุนด้านการทดสอบเครื่องมือแพทย์ของประเทศ					ในระดับ global อย่างชัดเจน	และวิจัยเทคโนโลยีการแพทย์ให้สอดคล้องกับความต้องการ	treatment/precision medicine
	A1.2 สร้างบุคลากรสำหรับทำหน้าที่ consult ด้านเครื่องมือแพทย์ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ประจำอยู่ตาม node ภูมิภาคต่าง ๆ หรือ ในรูปแบบ tele-consultation A	A2.2 การสร้างศูนย์ One-stop-service สำหรับสนับสนุนการขอรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ที่สามารถช่วยประสานการดำเนินงานขอมาตรฐานในทุกภาคส่วนต่างๆ ซึ่งอาจจะใช้แนวทางการดึงหน่วยงานต่างประเทศที่มีความพร้อม เข้ามาช่วยสร้างระบบอย่างเร่งด่วน	A3.2 การสร้างและสนับสนุน pre submission program ให้เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง ทั้งในเชิงบุคลากรและหน่วยงานรับผิดชอบ	B1.2 การสร้างฐานข้อมูลการเบิกจ่ายภาครัฐของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อเก็บและทำนายผลความต้องการทางการแพทย์ของประชากรในประเทศ โดยการวิเคราะห์ trends of disease burden จากหน่วยงานกองทุนกลางของรัฐ เช่น สปสช. กรมบัญชีกลาง และ ประกันสังคม เพื่อทราบความ	B2.2 กลไกการตลาดและประชาสัมพันธ์ ที่ช่วยสร้างทัศนคติและความเชื่อมั่นที่ดีให้กับผู้ใช้ ได้แก่ แพทย์และผู้ป่วยในการใช้งานเครื่องมือแพทย์ที่วิจัยและพัฒนาในประเทศ	B3.2 การขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอาเซียน และประเทศกำลังพัฒนา ที่มีความต้องการเครื่องมือแพทย์จำนวนมาก เพื่อขยายตลาดและยกระดับกระบวนการผลิตและมาตรฐานของผู้ประกอบการในประเทศ	C1.2 การมีหน่วยงานกลางเชื่อมโยงอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆในประเทศตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ที่สามารถมีบทบาทสำคัญต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อเอื้อให้ผู้ประกอบการ โรงพยาบาล และนักวิจัย สามารถร่วมพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์สู่เชิงพาณิชย์ ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ	C2.2 การสนับสนุนความร่วมมือกับบริษัทต่างประเทศ เพื่อดึงเทคโนโลยีที่สำคัญจากการวิเคราะห์ technology mapping และ patent landscape ต่อการลดช่องว่างด้านเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถต่อยอดไปสู่การสร้างเทคโนโลยีของตนเองได้	C3.2 นโยบายการสนับสนุนการวิจัยหรือการพัฒนาที่นำไปสู่การผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ชัดเจน โดยอาจแยกเป็นกรอบ - เครื่องมือแพทย์ที่จำเป็นและเร่งด่วน - เครื่องมือแพทย์ที่ใช้ทดแทนของเดิมที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ ช่วยลดการนำเข้า - เครื่องมือแพทย์ที่รองรับเทคโนโลยีในอนาคต

				ต้องการทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์อย่างแท้จริง					
	A1.3 การร่วมทดสอบ interlaboratory comparison ระหว่างบุคลากรของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ให้บริการการทดสอบแบบเดียวกัน เพื่อสร้างความแม่นยำของผู้ทดสอบ	A2.3 การเร่งสร้าง certifying laboratories ให้ทั่วประเทศ ที่ครอบคลุม รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายไม่สูง รวมไปถึงการมีหน่วยงานกลางในการประสานให้คำปรึกษาและดำเนินการทำ clinical trial ที่ชัดเจนและรวดเร็ว	A3.3 การเร่งสร้างฐานข้อมูลมาตรฐานในระดับ Horizontal standards ให้ครอบคลุม ก่อนนำไปสู่การจัดทำมาตรฐาน vertical standards สำหรับแต่ละเครื่องมือ	B1.3 การสนับสนุนการวิจัยและการลงทุน สำหรับการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ใน sectors ที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors -กลุ่ม personalized treatment/precision medicine	B2.3 การผลักดันและสนับสนุนให้ผู้ประกอบ การในประเทศ พัฒนาแบรนด์ของผลิตภัณฑ์ที่ยกระดับด้านมาตรฐาน และความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยมีหน่วยงานกลางช่วยสนับสนุนกระบวนการพัฒนาแบรนด์ และมาตรฐาน	B3.3 การสนับสนุนให้มีการส่งเสริมการทำตลาดไปต่างประเทศ เช่น การสนับสนุนการออกบูธใน international expo ที่สำคัญด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ของโลก (เช่น การออกหนังสือรับรองที่รวดเร็ว สนับสนุนค่าใช้จ่ายการออกบูธ เป็นต้น) และส่งเสริมการจับคู่เชิงกลยุทธ์กับ sale offices & distributors ของต่างประเทศ เพื่อก่อให้เกิดการสร้างตลาดในต่างประเทศที่มีขนาดใหญ่ ตรงกลุ่มเป้าหมายอย่างรวดเร็ว	C1.3 สร้างฐานข้อมูลนักวิจัย แพทย์ และห้องปฏิบัติการกลางที่สำหรับการรับรองการผลิตเครื่องมือแพทย์ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ เพื่อให้นักวิจัย ผู้ประกอบการ และแพทย์สามารถสร้างทีมวิจัยร่วมกันได้	C2.3 การสนับสนุนการจ้างผู้เชี่ยวชาญในเทคโนโลยียุทธศาสตร์เพื่อมาถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีให้แก่บุคลากรด้านเครื่องมือแพทย์ในประเทศ	C3.3 การสนับสนุนเทคโนโลยีหุ่นยนต์ และ AI สำหรับพัฒนาเครื่องมือแพทย์ด้าน personalized care และ precision medicine
	A1.4 ให้นักวิจัยและผู้ประกอบการ	A2.4 สร้างมาตรฐานการรับรองเครื่องมือ		B1.4 การสร้างระบบฐานข้อมูลและการวิเคราะห์	B2.4 การเพิ่มสมรรถนะและมูลค่าให้กับ		C1.4 การมีโครงสร้าง กลไก และ medical hub	C2.4 การสนับสนุนบุคลากรในประเทศเข้าอบรมหรือทำงานใน	C3.4 ทุนวิจัย สนับสนุนทุนวิจัยและทุนการศึกษา

	ด้านเครื่องมือแพทย์เข้าอบรมหลักสูตรเบื้องต้นของ MPCT (expert training) เพื่อให้เห็นภาพการผลิตเครื่องมือแพทย์อย่างชัดเจน ตั้งแต่ต้นน้ำ ถึงปลายน้ำ	แพทย์ชนิดเดียวกัน ด้วยระบบเดียวกันที่ชัดเจน เพื่อสนับสนุนการพิจารณาที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ		ข้อมูล ที่นำเอาความต้องการจากภาคสาธารณสุข มาทำการ matching กับการวิจัยและพัฒนาของภาควิจัยและอุตสาหกรรม	ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ในประเทศ ด้วยเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการยกระดับ ได้แก่ IoT, 5G, AI และ data analytics		ที่ช่วยเอื้อให้ผู้ประกอบการในประเทศ มีต้นทุนที่ลดลง (เช่น มาตรการภาษี) เพื่อที่ผู้ประกอบการสามารถมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้แข่งขันได้กับนานาชาติ	บริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างประเทศ เพื่อสร้างผู้เชี่ยวชาญและเพิ่มพูนความรู้ในกลุ่มเทคโนโลยีที่สำคัญ จาก technology mapping analysis เพื่อสร้างความพร้อมด้านบุคลากร	สำหรับหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับเครื่องมือแพทย์ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีผลกระทบสูง ได้แก่: - กลุ่มผู้สูงอายุ - กลุ่มโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ - กลุ่ม AI/data analytics - กลุ่ม Telehealth /IoT/5G/Sensors - กลุ่ม personalized treatment/precision medicine
	A1.5 การตลาดและการสร้างภาพลักษณ์ ให้บริษัทเครื่องมือแพทย์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมี เพื่อส่งเสริมให้ดึงดูดบุคลากรที่มี talent และศักยภาพสูงสนใจเรียนและทำงาน	A2.5 การสนับสนุนการเตรียมแฟ้มเอกสารสำหรับเครื่องมือแพทย์แบบ Common Submission Dossier Template (CSDT) ที่ถูกต้องและครบถ้วนก่อนที่จะยื่นขอรับรองกับทาง อย. เพื่อช่วยเร่ง		B1.5 มาตรการสนับสนุน การนำสิทธิบัตรและนวัตกรรมในประเทศไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น Bayh-Dole act, Freedom to Operate เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ	B2.5 การยกระดับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ให้แบรนด์และคุณภาพพัฒนาเข้าสู่ระดับพรีเมี่ยม เพื่อเจาะตลาดกลุ่มโรงพยาบาลเอกชนและนานาชาติ รวมไปถึงการเข้าถึงการเบิกจากกลุ่มประกันสุขภาพเอกชน		C1.5 การสร้างโครงสร้างและระบบที่ดึงดูด international talents รวมไปถึงการสร้างความร่วมมือกับระดับนานาชาติ ที่สามารถสร้างผลกระทบได้อย่างแท้จริง ก่อให้เกิด global eco system แบบ close loop ในประเทศ	C2.5 การเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนและเทคโนโลยีด้านการออกแบบและผลิต chip สำหรับส่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ผ่านระบบไร้สาย ที่ได้มาตรฐานการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลผู้ป่วย ระดับนานาชาติ ซึ่งจะมีความสำคัญสูงในผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ในอนาคตที่ต้องพึ่งการเชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สาย	C3.5 การพัฒนาเทคโนโลยีเก็บข้อมูลและวิจัยด้าน data analytics เพื่อการคาดการณ์แนวโน้มของโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมวางแผนล่วงหน้า

		กระบวนการ pre submission							
	A1.6 สร้างหลักสูตร medical regulation affairs ในมหาวิทยาลัย หรือผสานร่วมกับหลักสูตรวิศวกรรมชีวการแพทย์ในปัจจุบัน เพื่อสร้างบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐานและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์	A2.6 การจัดทำขั้นตอนการทดสอบกลางเพื่อให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ และคลินิคที่ให้บริการทดสอบแบบเดียวกัน ใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบ		B1.6 มาตรการสนับสนุนต่างๆ เช่น ทางภาษี หรือ BOI ที่สนับสนุนผู้ประกอบการในการสร้างผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทนที่ได้มาตรฐาน เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้ และมีราคาถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยกองทุนเบิกจ่ายภาครัฐ จะต้องปรับเพดานการเบิกที่เอื้อให้ผลิตภัณฑ์การแพทย์ดังกล่าวแข่งขันได้	B2.6 ส่งเสริมพัฒนาการวางแผนวิจัยให้สอดคล้องกับความต้องการและง่ายต่อการใช้งาน (usability & human factor engineering) รวมไปถึงการพัฒนาหลักสูตรที่ภาคการศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานให้ตระหนักเรื่องการออกแบบนวัตกรรมทางอุปกรณ์การแพทย์ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง		C1.6 การสร้างนโยบายและระเบียบเพื่อรองรับ software as medical devices เพื่อเตรียมพร้อมต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT, 5G, AI และ ML ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ได้อย่างปลอดภัยต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย	C2.6 พัฒนาบุคลากรภาคการศึกษาอุดมศึกษา/อาชีวศึกษา ที่มีความเข้าใจตระหนักการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ ให้ออกแบบตามมาตรฐานการแพทย์ เช่น ความปลอดภัยทางไฟฟ้า รวมไปถึงมีทักษะในการพัฒนานวัตกรรมที่ต่อยอดในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ได้เลย รวมไปถึงการก่อตั้งเป็น start-up	C3.6 การใช้ประโยชน์การวิจัยและพัฒนาจากทุนสนับสนุนของ พรบ. เพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศ ที่ BOI ได้รับมอบอำนาจจัดการ โดยเน้นการสนับสนุนการวิจัยพัฒนาที่มีความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ที่มี externality สูง และเกิดผลกระทบในวงกว้าง ที่ควรมุ่งเน้นสนับสนุนผู้ประกอบการเครื่องมือแพทย์ในประเทศที่ตอบโจทย์สังคมอย่างแท้จริง
	A1.7 การสร้างตำแหน่งราชการให้กับวิศวกรชีวการแพทย์ และเจ้าหน้าที่ให้การรับรองมาตรฐานให้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โรงพยาบาลภาครัฐ โดยมีการสนับสนุนการ	A2.7 หาเครือข่าย partner laboratory กับต่างประเทศ เพื่อยืนยันผลการทดสอบและให้ได้มาซึ่งมาตรฐานสากล		B1.7 การเสริมจุดแข็งของโครงสร้างการวิจัยและนวัตกรรมที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน เช่น บัญชีนวัตกรรม ให้มีประโยชน์อย่างแท้จริง เช่น การเบิกจ่ายจากกองทุนภาครัฐ หรือ การลดหย่อนภาษี หรือ			C1.7 ทุนสนับสนุนแบบ strong-up ที่สนับสนุนบริษัทหรือผู้ผลิตในประเทศที่มี core competencies ทางการผลิต ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์การแพทย์ทดแทน ที่มีตลาดความต้องการอยู่แล้ว		C3.7 ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาวัตถุดิบในการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่ประเทศมีศักยภาพการแข่งขันสูง เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมต้นน้ำ เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรม

	รับรองคุณวุฒิ ความรู้ รวมทั้งรณรงค์สนับสนุนให้บริษัทเอกชนทั้งด้านการผลิต วิจัย นำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ควรมีวิศวกรชีวการแพทย์หรือเจ้าหน้าที่ด้านการรับรองมาตรฐานอยู่ในแผนการทำงานของบริษัท			การสนับสนุนการลงทุนตั้งต้น เป็นต้น			ในปัจจุบัน เพื่อเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการและผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ		เครื่องมือแพทย์อย่างยั่งยืน
		A2.8 งบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐที่ไม่บังคับหน่วยงานที่รับงบประมาณในการตั้ง KPI เพื่อแสวงหากำไรหรือคืนทุนโดยเร็วจากการให้บริการห้องปฏิบัติการกลางทดสอบเครื่องมือแพทย์ รวมถึงการทำ interlab comparison กับ partner laboratory ต่างประเทศ		B1.8 นโยบายสนับสนุนการเบิกจ่ายจากภาครัฐสำหรับการเช่าซื้อหรือหมุนเวียนผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องใช้ต่อเนื่องหลังจากรักษาหายแล้ว หรือมีการเสียชีวิต เช่น รถเข็นธรรมดา รถเข็นไฟฟ้า โดยจัดระดับสัดส่วนการเบิกจ่ายตามความจำเป็นในการใช้งาน			C1.8 กลไกการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของบริษัทขนาดเล็ก และ การวางแผน exit plan เช่น merging & acquisition, การเข้าตลาด MAI และช่วยสนับสนุนแนวทางการดำเนินการเพื่อไปให้ถึง exit plan		

		A2.9 การสนับสนุนอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ให้ได้รับมาตรฐานทางการแพทย์ เพื่อการสร้างความพร้อมของวัตถุดิบตั้งต้นที่สำคัญต่อการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์							
		A2.10 การสนับสนุนผู้ประกอบการดังเช่นรูปแบบบทกฎหมายเฉพาะกาล ในช่วงเปลี่ยนผ่านการปรับปรุงระบบการยื่นขอมาตรฐานเครื่องมือแพทย์และการจัดทำ CSDT							

ทั้งนี้มาตรการที่ A1.6, A1.7, B1.8, B2.6, B3.3, C1.8, C2.6 และ C3.7 ได้ถูกเพิ่มเติมระหว่างการเผยแพร่สัมมนาผลการศึกษา ฯ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ผู้เข้าร่วมการสัมมนา ฯ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ยังมี**ข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้เข้าร่วมการสัมมนา**ดังนี้

1. ให้มีการเปิดเผยข้อมูลเครื่องมือแพทย์ที่จัดซื้อโดย สปสช. ในแต่ละปี เพื่อจะได้ทราบถึงความต้องการภายในประเทศ และนำไปสู่การพัฒนาเพื่อทดแทนการนำเข้าได้ในที่สุด
2. การใช้ประโยชน์จากบัญชีนวัตกรรมให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ไม่ใช่เป็นเพียงเครื่องมือการกดราคาผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่ผลิตขึ้นได้เองในประเทศ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเทียบเท่าสากลแล้วอย่างถูกต้องครบถ้วนเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ
3. การปลดล็อกความชำนาญทางวิชาชีพของวิศวกรทางด้านเครื่องมือแพทย์ที่จำกัดอยู่เพียงแค่วิศวกรไฟฟ้าให้เปลี่ยนมาครอบคลุมถึงวิศวกรด้านชีวการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับด้านเครื่องมือแพทย์โดยตรง ซึ่งมหาวิทยาลัยชั้นนำต่าง ๆ ในประเทศไทยได้มีภาควิชาวิศวชีวการแพทย์อย่างเป็นรูปธรรมมาแล้วกว่า 10 ปี
4. การรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ในประเทศไทยเองควรมีห้องปฏิบัติการพื้นฐานที่วิเคราะห์ biocompatibility ของเครื่องมือแพทย์ที่ได้มาตรฐานสากล และให้บริการวิเคราะห์ตามข้อกำหนดมาตรฐานสากลให้เพียงพอ ปัจจุบันอุปสรรคสำคัญของผู้ประกอบการและนักวิจัย คือ การส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้าน biocompatibility ในต่างประเทศ เช่น ประเทศสิงคโปร์ หรือประเทศจีน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมาก และเป็นข้อจำกัดในการขอทุนวิจัย

สรุปข้อเสนอแนะจากการสัมมนาอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ

เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลการศึกษาและรับฟังความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้สนใจ จึงได้มีการจัดการประชาพิจารณ์และเผยแพร่ผลการศึกษา โดยมีผู้เข้าร่วมฟังจำนวนกว่า 60 คน จากทั้งด้านธุรกิจ ภาครัฐ และภาคการศึกษา เพื่อรับฟังถึงผลการดำเนินงาน แผนภาพอนาคตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ รวมถึงนโยบาย ยุทธศาสตร์ และมาตรการดำเนินการของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และได้รวบรวมข้อคิดเห็นเสนอแนะ สำหรับปรับปรุงร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์สำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

ทั้งนี้ ข้อมูลสรุปถึงยุทธศาสตร์และวัตถุประสงค์ในการสนับสนุนด้านอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ รวมถึงข้อคิดเห็นต่าง ๆ จากการสัมมนา ได้สรุปไว้ดังตารางต่อไปนี้

	ร่างแผนงานเชิงกลยุทธ์ สำหรับขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ					
วัตถุประสงค์	**A. สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์**	**B.รุก-รับ มาตรฐาน smart devices**	**C. Enhance Business Strong-up**	**D. Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics**	**E. ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค**	**F. สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน**
ยุทธศาสตร์	A1.มีการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะรองรับอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพ	B1.มีมาตรการคุ้มครองและส่งเสริมธุรกิจของไทย ผ่านการสร้างมาตรฐานกลางของประเทศ ให้มีความมั่นคงในเรื่องของ de-globalization	C1.มีมาตรการส่งเสริมและคุ้มครองธุรกิจไทยให้ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว และได้เปรียบในการแข่งขันจากต่างชาติ ให้เกิดความมั่นคงทางเทคโนโลยี	D1.มีการสร้าง platform พื้นฐานของประเทศ ในการสร้างฐานลูกค้าในตลาดเฉพาะด้าน (niche market) ของประเทศ	E1.สนับสนุนและสร้าง localization product ของลูกค้าในประเทศและในภูมิภาค	F1.มีการสนับสนุนภาคธุรกิจที่ต้องการทำ R&D เพื่อออกแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีความเสี่ยงและใช้เงินทุนสูง
	A2.มีการสร้างกำลังคนตามที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยมีการสอบถามความต้องการในด้านทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น	B2.มีมาตรการในเรื่องการช่วยเหลือธุรกิจไทย ให้สามารถผ่านมาตรฐานได้	C2.มีการบูรณาการมาตรการจากกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวงพาณิชย์เข้าด้วยกัน	D2.มีการสร้าง platform ต่อเชื่อมระหว่างผลิตภัณฑ์และบริการเข้าด้วยกัน ทั้งด้าน physical และ logical	E2.สร้าง niche value chain ให้ครบถ้วนในตลาดเฉพาะ (niche) ของไทย	F2.สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน และสนับสนุนการค้าขายผ่านชายแดน
	A3.เน้นการสร้าง developer ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้าน Hardware และ Software	B3.มีการออกตรามาตรฐานสินค้า smart electronics ของไทย ด้านการเชื่อมต่อ ความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัย ที่ให้ความมั่นใจกับผู้บริโภค	C3.มีการสร้างกลไกในการยกระดับ (strong up) กิจการให้เข้มแข็งและขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว เช่น SME	D3.การส่งเสริมการสร้าง IOT platform ของอุตสาหกรรมในประเทศ	E3.ใช้กลไกของ localization ในการป้องกันการแข่งขันและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับผู้ประกอบการในประเทศ	F3.มีการส่งเสริมกลุ่มวิจัยที่มีความสามารถ ให้สามารถสร้างสินค้าของตัวเองได้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรับจ้างผลิตในไทย สามารถปรับตัวให้ผลิตสินค้าของตัวเองได้
	A4. สร้างคนที่มีทักษะในการประยุกต์ใช้ ทักษะใหม่ด้าน digital เช่น AI, Big-data, Data analytic, Blockchain เป็นต้น		C4. มีการสร้างความต่อเนื่องในด้านแรงงาน เกิดการรับช่วงต่อของเทคโนโลยีในแรงงานรุ่นสู่รุ่น		E4. มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้การทำ localization กับเพื่อนบ้าน (Regionalization)	F4. มีการรวมกลุ่มภาคเอกชนสมาคมในประเทศ มีการแชร์เทคโนโลยีฐานร่วมกัน ร่วมกันพัฒนาและแบ่งปันข้อมูลกัน เพื่อพัฒนาตลาดร่วมกัน

					เช่น พม่า อินโดนีเซีย CLMV เป็นต้น	
	A5. มีการสร้าง Talent pool , HR Space ของชาติ เชื่อมโยงแรงงานมีฝีมือด้านต่าง ๆ เข้าร่วมงานกัน		C5. มีการขยายตลาดให้ครอบคลุมทั้ง value-chain ทั้งในด้านสุขภาพ ผู้สูงอายุ การแพทย์ การเกษตร อาหารและการท่องเที่ยว		E5. มีการส่งบุคลากรไปให้ความช่วยเหลือเพื่อนบ้านในด้านต่าง ๆ สร้างเครือข่ายให้ผู้ประกอบการไทยเข้าไปทำตลาดในประเทศเพื่อนบ้านได้	F5. สร้างความแข็งแกร่งของคลัสเตอร์โดยมีภาคเอกชน องค์กรวิชาชีพ สมาคม เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก สนับสนุนและเพิ่มบทบาทให้แข็งแกร่งมากขึ้น
	A6. ส่งเสริมการทำงานในลักษณะผสมผสานของผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา เช่น เกษตร การแพทย์ IT software เข้าร่วมงาน					F6. ส่งเสริมให้เอกชนสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เช่น มาตรการช่วยเหลือทางภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา เป็นต้น

ทั้งนี้ ได้มีความเห็นเพิ่มเติมจากผู้เข้าร่วม ที่ได้ให้ความเห็นต่อประเด็นยุทธศาสตร์ในแต่ละด้าน โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

สร้างความมั่นคงด้านทุนมนุษย์

- ควรจัดให้มีการเลือกสายการศึกษาที่อิสระ ไม่กระจุกตัวแค่บางทักษะเกินไป เพื่อให้เกิดเครือข่ายความร่วมมือที่รอบด้าน
- กลไกบังคับสถาบันการศึกษาให้พัฒนากำลังคนที่ตอบโจทย์ประเทศ เช่นเดียวกับสภาวิชาชีพ
- ควรจัดตั้ง R&D Center โดยไม่แสวงหาผลกำไร
- การพัฒนากำลังคนใช้เวลานาน อาจจำเป็นที่จะต้องประเมินเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่จะเกิดในอนาคต หรือควรมีการกระจายความเสี่ยงในการพัฒนากำลังคน
- การเตรียม pool ของเครื่องมือ ทรัพยากร เพื่อใช้ในการพัฒนาเรียนรู้การเป็น developer
- ความต้องการทรัพยากรมนุษย์มีหลายมิติ ตามลักษณะของห่วงโซ่อุปาทาน ผู้ประกอบการต้องวางแผนและทำงานร่วมกับสถานศึกษา
- สร้างทรัพยากรมนุษย์และแรงงานที่มีประสิทธิภาพและการเข้าถึงการพัฒนาในด้านนี้อย่างครอบคลุม
- การรวมทีมผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและสร้าง pool สำคัญกว่าการสร้างคนที่เชี่ยวชาญหลายอย่าง
- ควรสร้าง working space ที่จัดสรรทรัพยากรสำหรับลอง prototype ด้วยงบน้อย ๆ ได้
- ให้ทุนการศึกษาด้าน Smart Electronics ในสถานศึกษา หรือการอบรม reskill/upskill บุคลากรในบริษัทเอกชน
- ส่งเสริม on the job training ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
- สถานศึกษาควรเน้นการพัฒนาหลักสูตรให้ชัดเจนและเฉพาะเจาะจง
- การสร้างdeveloper ควรมีหน่วยงานให้ certificate ความเชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ เพื่อประกอบวิชาชีพ
- Consult ให้สามารถยกระดับมาตรฐานการผลิตไทยเร่งด่วนกว่าการออกมาตรฐาน

รุก-รับ มาตราฐาน smart devices

- หน่วยงานรัฐควรประกาศใช้มาตรฐาน smart devices สำหรับงานบริการภาครัฐ
- ควรสร้างมาตรฐานที่เป็นแบบไทย ๆ (แบบเดียวกับผลิตภัณฑ์ชุมชน)
- มาตรฐานจะเป็นการจำกัดการเกิดของนวัตกรรมใหม่ๆ โดยเฉพาะการนำเอามาตรฐานสากลมาใช้ การกำหนดมาตรฐานจึงต้องให้เวลานักพัฒนาในประเทศศึกษาและปรับตัว
- จัดตั้งหน่วยงานรับรองผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ และควรมีค่าใช้จ่ายทดสอบที่ต่ำ
- มาตรฐานควรเกิดจากข้อตกลงในการใช้งานจากคนในประเทศ และควรสร้างสมดุลระหว่างการควบคุมและการสนับสนุน
- ใช้ตลาดภาครัฐ เป็นตัวขับเคลื่อนและสร้างตลาดของอุปกรณ์ smart electronics ในประเทศ

- มาตรฐานจากพื้นฐานทางเทคโนโลยีภายในประเทศ และสนับสนุนให้ทุนเพื่อยกระดับ
- ส่งเสริมให้ผู้ประดอบการเข้าไปมีส่วนร่วมในการกำหนดมาตราฐาน และมีกองทุนสำหรับผู้ประกอบการไทยและมีช่องทางเฉพาะให้ผู้ประกอบการไทยผ่านการทดสอบได้รวดเร็วกว่าต่างชาติ
    - กำหนดผู้รับผิดชอบ ดูแล มาตรฐานกลางนั้น ๆ ให้ชัดเจน ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐ หรือองค์กรภาคเอกชน 2) เมื่อผ่านมาตราฐานกลางนั้นแล้ว ได้สิทธิประโยชน์อย่างไร
- มาตรฐานสามารถเป็นได้ทั้งการควบคุมและผลักดันแนวทาง .. การกำหนดมาตรฐานเชิงก้าวหน้าจะเป็นเครื่องมือในการชี้นำการพัฒนาได้
- สร้าง regulatory body ให้ครบก่อนออกมาตรฐาน

Enhance Business Strong-up

- สร้าง internal consumption for internal supplier
- บูรณาการในแง่ระเบียบจากหลายกระทรวงที่ช่วยผลักดันในทางเดียวกัน
- การบูรณาการ ไม่จำเป็นแค่ 2 กระทรวง อาจจะมี กระทรวงดีอี และ อว. ด้วย
- ควรมีการบูรณาการร่วมกันตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ
- เปิดโอกาสให้บริษัทเอกชนสามารถได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย เพื่อพัฒนาสินค้าด้าน Smart Electronics เพื่อการแข่งขัน
- ส่งเสริมให้งานในภาครัฐออก TOR ที่เอื้อประโยชน์กับผู้ประกอบการที่ใช้อุปกรณ์หรือ solutions ที่ติดตรา made in Thailand หรือ designed in Thailand
- ต้อง selectiveมาก มิฉะนั้นจะขัดแย้งกับการช่วยเหลือ SMEsไทยและทำลาย opportunity equity (ปลาใหญ่กินปลาเล็ก)
- การสร้างข้อกำหนดโครงการใหญ่ที่ต้องให้เกิดการรวมตัวทำงาน
- จัดทำแผนภาพของ value chain ในแต่ละโจทย์ประเทศ
- รับจดสสิทธิบัตร/ลิขสิทธิ์สำหรับประเทศไทย แล้วขยายผลสู่สากล เพื่อให้เกิดและคุ้มครองธุรกิจใหม่ๆ
- สร้างสถาบันการศึกษา มีความสามารถเฉพาะที่มีทักษะเพื่อเป็นวิศวกร research ในเทคโนโลยีชั้นสูงได้
- สร้าง hub สำหรับรวม supplies chain เพื่อสามารถสรรหาทรัพยากรมาใช้ได้ง่ายๆ
- เกิดการตีมูลค่า ให้ความสำคัญกับ IP และ Patent pool

Promote country's platform for smart devices, smart services and smart transportation & logistics

- สนับสนุน platform IOT คนไทยที่มีอยู่แล้ว
- มีข้อบังคับเมื่อธุรกิจจะรับสนับสนุนจากภาครัฐให้ต้องใช้แพลตฟอร์มกลาง

- ภาคเอกชนควรร่วมกันสร้าง platform เป็นมาตรฐานเดียวกัน
- ช่วยเหลือเรื่องมาตรการทางด้านภาษี ให้กับ platform ในประเทศ ไม่ให้เสียเปรียบต่างประเทศ
- จัดงานแสดงสินค้าที่ประยุกต์การใช้ platform สากลที่มีอยู่แล้ว
- หน่วยงานภาครัฐ ควรจะเป็นเจ้าภาพ โดยได้รับการสนับสนุนเรื่องข้อมูล ความต้องการจากสมาคมการค้า, มหาวิทยาลัย และ ผู้ประกอบการ
- ควรสร้างความเชื่อมั่นเรื่องการรักษาความลับส่วนบุคคล
- จัดตั้งหน่วยงานร่วม รัฐ เอกชน ให้บริการแพลตฟอร์ม เช่น ส่วนที่ทำ prompt pay
- มีการรักษาความลับในระดับความมั่นคงของรัฐ โดยเฉพาะกับ platform ที่มีการส่งออกข้อมูลไปต่างชาติ
- สนับสนุนให้มีการใช้เทคโนโลยี หรือสารสนเทศร่วม
- ประยุกต์ใช้ Platform สากล กับโจทย์ที่เฉพาะเจาะจงกับความต้องการในประเทศ
- ส่งเสริมมหาวิทยาลัย/หน่วยงานการศึกษา รับงานการสร้างแพตฟอร์มจากภาคเอกชน โดยยกเว้นภาษี
- ส่งเสริมให้ประชนทั่วไปตระหนักถึงการใช้platformในประเทศ
- สร้างข้อตกลงในการใช้ข้อมูล และ ปัญญาประดิษฐ์ที่ได้จาก platform

ส่งเสริมสร้าง localization product ในประเทศและในภูมิภาค

- อยากให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีต้นน้ำ ควบคู่กับแอพพลิเคชั่น เช่นการออกแบบ IC
- สำรวจตลาดและทรัพยากรของประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์
- ประเทศเพื่อนบ้านอาจจะมีความก้าวหน้ากว่าไทยในระยะเวลาอันใกล้ เช่นเวียดนาม ควรมีมาตรการรับมือต่อการเป็นผู้ตามเทคโนโลยี
- การตั้งศูนย์พัฒนาความร่วมมือประเทศ CLMV ในเชิงการนำเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ไปประยุกต์ใช้และการเตรียมความพร้อมฝ่ายพัฒนาตามรูปแบบวัฒนธรรมต่าง ๆ
- สร้างenvironment ที่ "new SMEs" แข่งขันกับ spinoff SMEs และบริษัทใหญ่ได้อย่างเท่าเทียม (ต้องได้รับโอกาสมากกว่า)
- สร้างเป้าหมายเพื่อแข่งขันกับประเทศในภูมิภาค และยังให้การสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีประเทศในภูมิภาคเพื่อสร้างตลาดและกำลังการผลิตขนาดใหญ่ในภูมิภาค
- ให้อิสระสินค้าบางอย่างที่เกิดจากภูมิปัญญาพื้นถิ่น และลดกระบวนการในการขออนุญาตประกอบการ เพราะบางสินค้าติดข้อบังคับทางกฎหมาย
- หาตัวผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ smart Electronics ของไทย เพื่อที่จะประเทศเพื่อนบ้านก่อนสัก 1-2 ตัว แล้วดูผลลัพธ์ ในระยะเวลา 1ปี แล้วประเมิน ปรับแก้ไข สำหรับตัวถัดๆไป

- ใช้ความ localization เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์เพื่อขายในตลาดโลก ไม่มุ่งในประเทศ

สร้างความแข็งแกร่งภาคเอกชน

- ใช้วัตถุดิบที่มีภายในประเทศมีสัดส่วนในการนำเข้าเทคโนโลยีที่ลดลง
- การมีนโยบายของภาครัฐที่ชัดเจน ต่อเนื่อง ยั่งยืน
- ให้สิทธิประโยชน์ในระดับสูง กับผู้ประกอบการที่เข้าร่วมในกลุ่มคลัสเตอร์
- สร้างความสมดุลระหว่างเอกชนรายใหญ่และรายเล็กให้แข่งขันกันได้อย่างเป็นธรรม โดยเฉพาะเรื่องการแย่งกำลังคน
- ภาครัฐเตรียมงบจ้าง developer 3 ปี แลกกับการร่วมทีมเจาะตลาด
- ให้เอกชนเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่ต้นทุนต่ำ มีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ มีนโยบายสนับสนุนให้เกิดการลงทุนเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีเทคโนโลยีชั้นสูง
- กำหนดให้หน่วยวิจัยภาครัฐเข้าร่วมลงทุนในบริษัทเกิดใหม่อย่างถูกต้องตามกฎหมายและอย่างต่อเนื่อง
- ดึงคนที่มาความสามารถจากประเทศอื่น โดยปรับปรุงกฎระเบียบเรื่องวีซ่า โดยเฉพาะการเปิดให้นักเรียนต่างชาติสามารถเรียนในไทยได้ และมีทุนสนับสนุนร่วมกับเอกชน
- มีกองทุนสบทบงานวิจัยภาคเอกชน
- ส่งเสริมให้เกิดการmatchingระหว่างเอกชนที่ต้องการเทคโนโลยีและเอกชนที่ให้เทคโนโลยี โดยรัฐบาลควรออกค่าใช้จ่ายในการmatchingและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ
- เชิญนักวิจัยจากหน่วยงานวิจัยภาครัฐ และ มหาวิทยาลัย เข้าร่วมพัฒนากับผู้ประกอบการตั้งแต่เริ่มต้น สร้างbusiness model ที่เหมาะสม เป็น case by case
- รัฐให้ประโยชน์กับคลัสเตอร์ที่เกิดจากการรวมตัวของภาคเอกชนรายย่อย
- สร้าง catalog ของผลิตภัณฑ์เพื่อใช้เจาะตลาดต่างประเทศ
- ภาครัฐและเอกชน มหาลัย ร่วมกันวางหลักสูตรการศึกษา
- เชิญบริษัทต่างชาติเข้ามาในไทย แล้วมาการถ่ายโอนความรู้เพื่อจะมาทำเองในประเทศ
- นอกจากมาตรการและการสนับสนุนของภาครัฐแล้ว ควรมีบทบาทของภาคเอกชนจะเข้ามามีส่วนร่วมอย่างไร
- ให้ทุนส่งเสริมการคิดค้น การประดิษฐ์ ผลิตภัณฑ์ สมาร์ทอิเล็กทรอนิกส์
- ส่งเสริมให้เอกชนไทยไปทำการตลาดในระดับโลก

รายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนาของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	สังกัด
1	คุณอดิศร อาภาสุทธิรัตน์	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
2	คุณวิรัตน์ อุปราสิทธิ์	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
3	คุณจารุเดช คุณะดิลก	บจก. เอ็ม. อี. เมดิเทค
4	คุณหัตถชัย สันติเจริญเลิศ	บี. เอ็น. ซุพีเรียมาร์เก็ตติ้ง จำกัด
5	อ.ดร.รุจิรา วโนทยาน	ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
6	อ.ดร.เธียรรัตน์ ตั้งไชยคีรี	ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
7	ดร.ปราการเกียรติ ยังคง	สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
8	คุณรัตนา วรปัสสุ	TCELS
9	คุณอำนวย จิตทิพากร	ผู้จัดการ บริษัท ดีซีเอส โซลูชั่น จำกัด
10	คุณนฤมล เนรมิตมานสุข	ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
11	คุณกาญจนา ชาหอม	ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
12	คุณนงนุช แจ้งสว่าง	ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
13	คุณเหนือตะวัน ธำรงสิริภาคย์	ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
14	คุณกฤษณา จอมพระ	สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
15	คุณรพีพร ฤกษพุฒิ	กองบริหารการลงทุนBOI
16	คุณยอดกมล สุธีรพจน์	กองบริหารการลงทุนBOI
17	คุณธนภัทร กีฬา	บริษัท วีว่า แคร์
18	คุณเพชรลดา ธรรมจิตต์	บริษัท วีว่า แคร์
19	คุณรังสรรค์ ศรีสุขโกศลิน	บริษัท เลเซอร์เมด จำกัด
20	คุณจิตพิชชา ปัจฉิมาภิรมย์	บริษัท เลเซอร์เมด จำกัด

	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	สังกัด
21	ดร.ศรายุทธ เอี่ยมคง	ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยีสวทช.
22	คุณคณิณ เปี่ยมงาม	ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี สวทช.
23	ดร. สิรินมาส คัชมาตย์	กองควบคุมเครื่องมือแพทย์อย.
24	คุณกาญจนา พงศ์พัฒนะเดชา	บริษัท เออร์วิง คอร์ปอเรชั่น จำกัด
25	คุณเพียงหทัย มีธัญญากร	บริษัท เออร์วิง คอร์ปอเรชั่น จำกัด
26	คุณตรกล ห้งเขียบ	บริษัท เอนซไปร์ อินดัสตรี จำกัด
27	อ.ดร.วงศ์วิทย์ เสนะวงศ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
28	คุณชนินทร์ สังขธรรมวงศ์	บริษัท เมดิทอป จำกัด
29	ดร. สุวิมล สังขธรรมวงศ์	บริษัท เมดิทอป จำกัด
30	คุณพณิดา จิรัฐติเจริญ	ผู้ช่วยกรรมการฝ่ายพัฒนาธุรกิจ
31	คุณวศินี กิจจงถาวรกุล	บริษัท เพรส ควอลิตี้ จำกัด
32	คุณโกศล ดีศีลธรรม	บริษัท เพรส ควอลิตี้ จำกัด
33	คุณไอลดา ชูภารา	ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
34	คุณวีรเชษฐ ชัชวาล	บริษัท อินนิเชียล ซัพพลาย จำกัด
35	คุณราตรี กิตติรัต	บริษัท อินนิเชียล ซัพพลาย จำกัด
36	คุณวิรัช ปัณฑ์ศิริโรจน์	บริษัท แอพพลิแคด จำกัด (มหาชน)
37	ดร. พสุ สิริสาลี	บริษัท แอพพลิแคด จำกัด (มหาชน)
38	ดร. ดนุ พรหมมินทร์	ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ทางการแพทย์ หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิศวกรรมชีวการแพทย์
39	ดร.บุญล้อม ถาวรยุติการต์	ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ทางการแพทย์ หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิศวกรรมชีวการแพทย์
40	ดร.ปวีณา อุปนันต์	ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ทางการแพทย์ หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิศวกรรมชีวการแพทย์
41	คุณธัชชัย ศรีมุนินทร์นิมิต	คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	สังกัด
42	ผศ.ดร. สุพิชฌา สุพรรณสมบูรณ์	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
43	ผศ.ดร. อัครินทร์ บุญสมบัติ	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
44	น.ส.พิมพ์ตะวัน แสงจันทร์ทิพย์	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
45	น.ส.สิรินยา อุกาสี	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
46	น.ส.สุชานันท์ สุขศรี	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
47	น.ส.สุชานาถ นวตระกูลพิสิษฐ์	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
48	น.ส.จิรณิชา นิลทับ	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
49	น.ส.ชัญญานุช แสนทวีสุข	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
50	น.ส.ชุติมณฑน์ พงษ์ศิริ	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
51	น.ส.ณัฏฐ์นรี ศโรภาส	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
52	น.ส.ดวงตา สิทธิโชคเจริญ	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
53	นายธนภัทร ธนจิรัชยา	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
54	น.ส.ปริตตา จูฑาภักติ	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
55	น.ส.มนัสวี มณีกัญย์	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
56	น.ส.รวินันท์ หนูนุ่ม	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
57	นายวิริยะ แนวปราณีต	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
58	น.ส.โศรดา นรทัด	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
59	น.ส.เอื้อกานต์ บุญคช	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
60	น.ส.ประณัฐดา ไตรวงค์ย้อย	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
61	น.ส.ศศิธร เพิ่มอนันต์ชัย	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
62	ดร. วรางคณา ปัญญากรวงศ์	นักวิจัยนโยบาย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	สังกัด
63	นางสาวพรรณี พนิตประชา	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
64	คุณสมชาย เนียมพันธ์	ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด
65	นางสาวณธษา ศิริพรเลิศ	นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
66	นางสาววันวิสา ตั้งใจปองธรรม	นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
67	นาย ปริทัศน์ ติรรณกุล	นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
68	นางสาวณัฐวรรณ วิเลิศสัก	International sale, Alphatech Science
69	คุณพีรดา ประมวลทรัพย์	บริษัท ไทยปาร์คเกอร์ไรซิ่ง จำกัด
70	ผศ. นพ.อนุแสง จิตสมเกษม	คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
71	ดร.ภิเศก เกิดศรี	Business Incubator, Living Solution Business, SCG-CBM
72	นางสาว สิริภัทร สุมนาพันธ์	โครงการ TCELS
73	นางสิรินมาส ดัซมาอาป	กองควมคุมเครื่องมือแพทย์
74	นายถนอม จันทร์จิรจิต	โครงการ TCELS
75	นายณพงศ์ ปทิธานวรรม	ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
76	นายวิบูลย์ เปรมคาม	KMITL
77	นายนิติพัฒน์ จิรปฐมสิทธ์	M3D
78	นางสาวกิฤติมา ทุ่มขนอน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
79	นายกิตติ พวงศิริ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
80	นายวีระยุทธ ศรีธุระวานิช	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนาของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

ลำดับ	ชื่อ-นาสกุล	หน่วยงาน
1	ศ.ดร. ประภาส จงสถิตวัฒนา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2	ดร.วัชระ ฉัตรวิริยะ	สมาคมสมองกลฝังตัวไทย
3	คุณคณิน เกียรติอร่ามกุล	Asia Technology Industry Co.,Ltd
4	น.อ.รศ. ประสาทพร วงษ์คำช้าง	โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช
5	น.ต.จีรศักดิ์ หมวดโพธิ์กลาง	โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช
6	คุณณรัฐ รุจิรัตน์	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
7	คุณสรัส ตั้งไพฑูรย์	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
8	คุณนทีธร จันทร์ประเสริฐ	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
9	คุณนายพิเชฐ ชีวนันทชัย	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
10	ดร.อดิสร เตือนตรานนท์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)
11	คุณกลดธิดา ญานุกูล	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC)
12	คุณวิวรรธน์ ตุลาภรณ์พิพัฒน์	solitech innovations and technologies co.,LTD
13	คุณสรวิชญ์ สาครินทร์	solitech innovations and technologies co.,LTD
14	คุณชยธร กู้เกียรติกูล	solitech innovations and technologies co.,LTD
15	ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ	มหาวิทยาลัยมหานคร
16	คุณวิวัฒน์ วงศ์วราวิภัทร์	กลุ่มบริษัทอินสเต็ป กรุ๊ป
17	คุณลทธพล จารุพัฒฒนวงศ์	คลัสเตอร์อิเลคทรอนิคอัจฉริยะ
18	คุณเอกภพ รุจิระประภาส	บริษัท แอสไตรด์ ไบโอนิค จำกัด
19	คุณนัยวุฒิ วงษ์โคเมท	บริษัท ซิลิคอนคราฟท์เทคโนโลยี จำกัด(มหาชน)
20	คุณชีวี ชีวะธรรม	บริษัท โรมอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

ลำดับ	ชื่อ-นาสกุล	หน่วยงาน
21	คุณชุติมันต์ ยงค์ประพัฒน์	บริษัท ไทยอีซี่อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
22	ดร. ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์	สมาคมสมองกลฝังตัวไทย
23	คุณนิติ เมฆหมอก	สมาคมไทยไอโอที
24	คุณสุทัศ ครองชนม์	สมาคมไทยไอโอที
25	คุณพสุ บุญวิสุทธิ์	บริษัท HG Robootics.
26	คุณอนล ไพศาล	บริษัท เอมวัน (ประเทศ) จำกัด
27	คุณเอกวิทย์ หิรัญบูรณะ	บริษัทเอ็นดี อาร์ โซลูชัน (ประเทศไทย)จำกัด
28	คุณเจตนิพิฐ อรุณรัตน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
29	คุณนพมาศ กระแสร์เสียง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
30	คุณนลธวัช สุคนธ์ภัทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
31	คุณทรงพล โพธิ์สุวัฒนากุล	บริษัท อีจีเอส-แปลน (กรุงเทพ) จำกัด
32	Chanin Sainumkheaw	Advanced Wireless Network
33	คุณทินกร หาญชนะ	สวทช./ EECi
34	คุณณพงศ์ ปณิธานธรรม	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
35	คุณวรรณภา ตรีเอนกพินิจ	YASKAWA Electric (Thailand) Co., Ltd
36	คุณอาภรณ์ ธีรมงคลรัศมี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
37	คุณพิพัฒน์ ก้องกิจกุล	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
38	คุณธวัชชัย เตชัสอนันต์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาฯ
39	ผศ.ดร. วิทยากร อัศดรวิเศษ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
40	คุณตะวัน ภูรัต	มหาวิทยาลัยสยาม
41	คุณนิธิชัย คาดการณ์ไกล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับ	ชื่อ-นาสกุล	หน่วยงาน
42	ผศ. ดร.มานพ วงศ์สายสุวรรณ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
43	คุณวรวลิญช์ นิธิโรจน์ธนัท	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
44	ดร.ศิริศักดิ์ สิริเกษมสุข	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
45	ดร.ศุภพน จันทร์พัฒน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
46	คุณจิราภา ธีรศรัณย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
47	คุณพรพัฒน์ ชีวสุนทร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
48	คุณจุฬปรัชญ์ เพ็ชร์ช้าง	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
49	คุณชนิกานต์ บัญชาจารุรัตน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
50	คุณณัฐนนท์ กาญจนวงศ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
51	คุณดวงกมล สายะบุตร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
52	คุณดวงกมล เจียมจำเริญสุข	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
53	คุณกฤติน กุลรัตนรักษ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
54	คุณทัตพงศ์ เดียวอรุณ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
55	คุณธนพล ตัณฑกุณนินาท	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
56	คุณถิรพุทธิ์ ติระพงศ์ธวัช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
57	คุณธนบดี สลางสิงห์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
58	คุณนิธิชัย คาดการณ์ไกล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
59	ผศ. ดร.มานพ วงศ์สายสุวรรณ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
60	นางสาวสุภาพ หมุดอุบล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

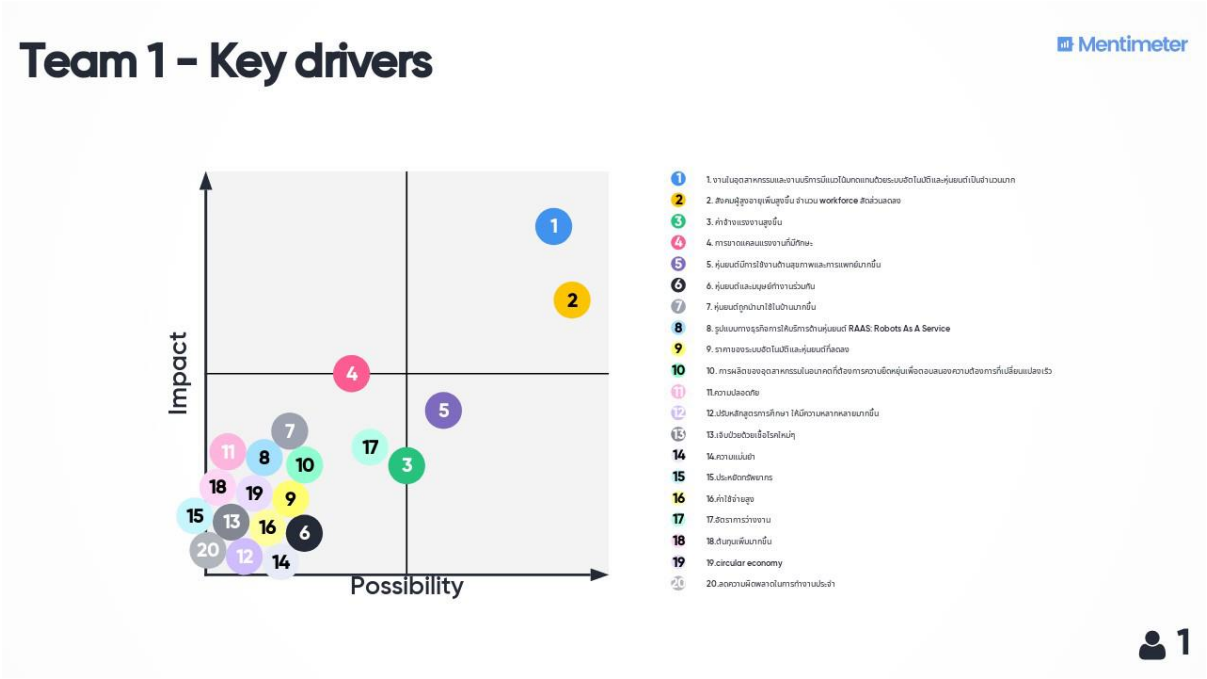
สรุปการอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight)

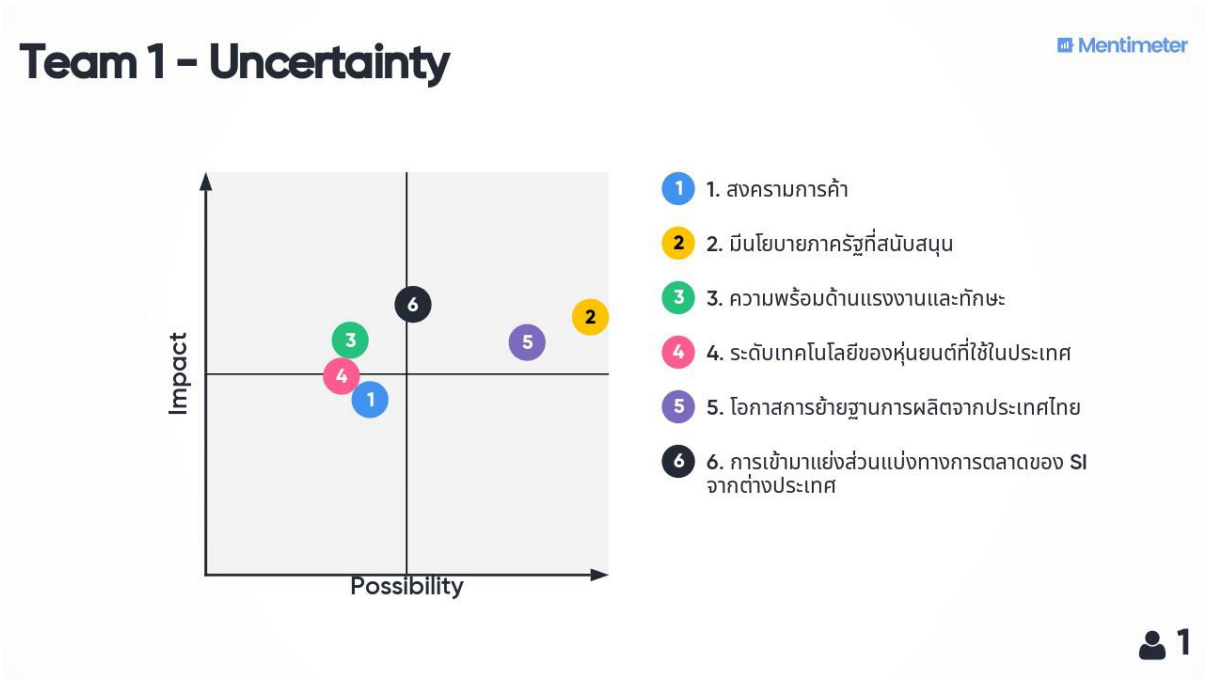
สรุปการอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight)
โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)
เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ครั้งที่ 1

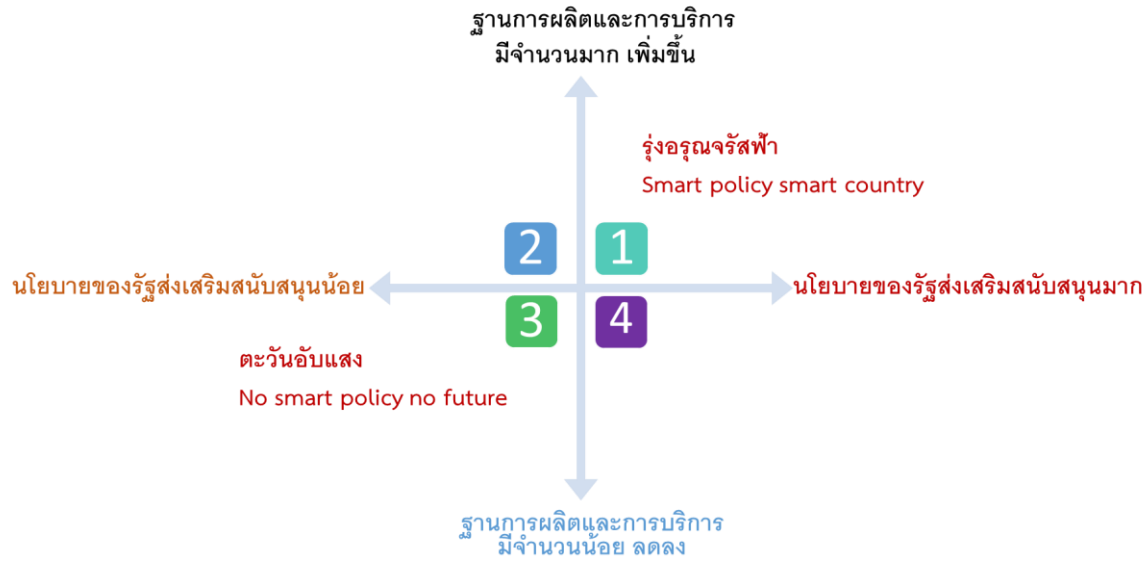
การอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) ครั้งที่ 1 ให้แก่เจ้าหน้าที่ สศอ. วันศุกร์ที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2563 เวลา 09.00-16.00 น. ณ ห้องประชุม 203 ชั้น 2 สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเจ้าหน้าที่จากสศอ.เข้าอบรมจำนวน 20 ท่าน ซึ่งการอบรมครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ให้เจ้าหน้าที่ สศอ. ได้เรียนรู้ขั้นตอนการจัดทำแผนภาพอนาคตอุตสาหกรรม เพื่อสามารถนำความรู้ไปต่อยอดในการทำแผนภาพอนาคตในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ต่อไป

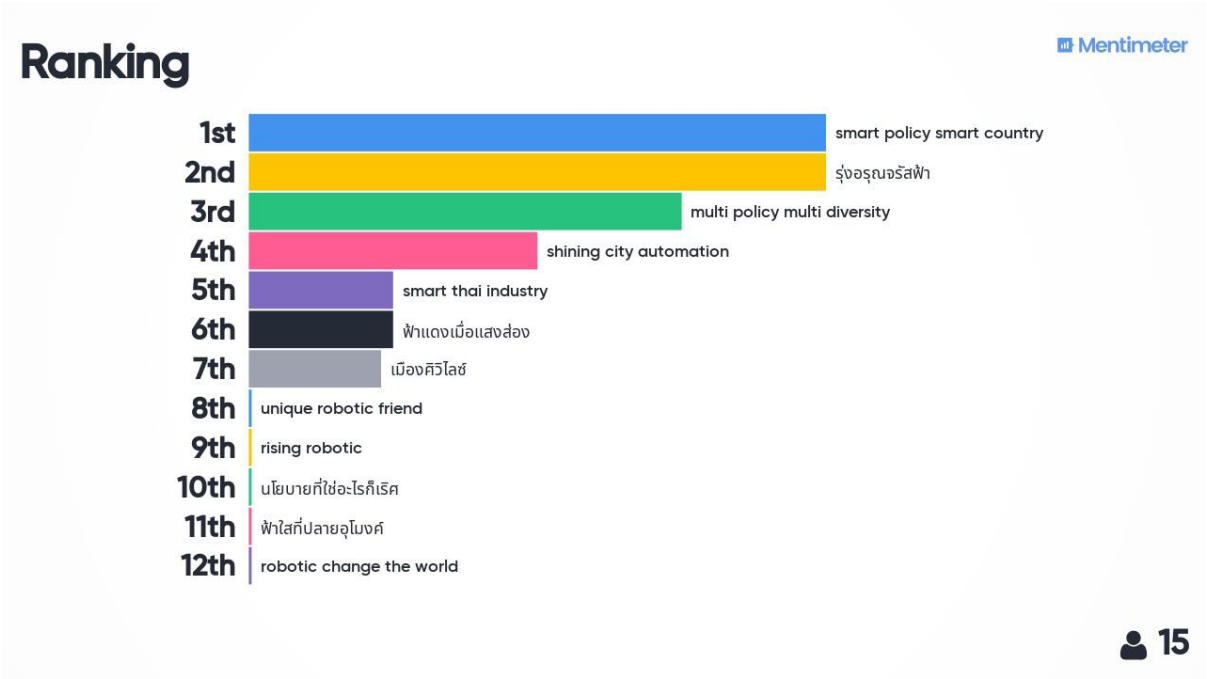
โดยที่ปรึกษาได้บรรยายเกี่ยวกับความสำคัญของการคาดการณ์อนาคต (Foresight) ตัวอย่างวิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต ตัวอย่างการจัดทำแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight) ของประเทศต่าง ๆ และวิธีการจัดทำยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ พร้อมทั้งได้จัด Workshop การจัดทำแผนภาพอนาคตด้วยวิธี Scenario Planning เกี่ยวกับอนาคตของอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนการทำงานจริง

จากผลการทำ Workshop พบว่า Driver และ Uncertainty มีความสอดคล้องกับเนื้องานที่ปรึกษาได้จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

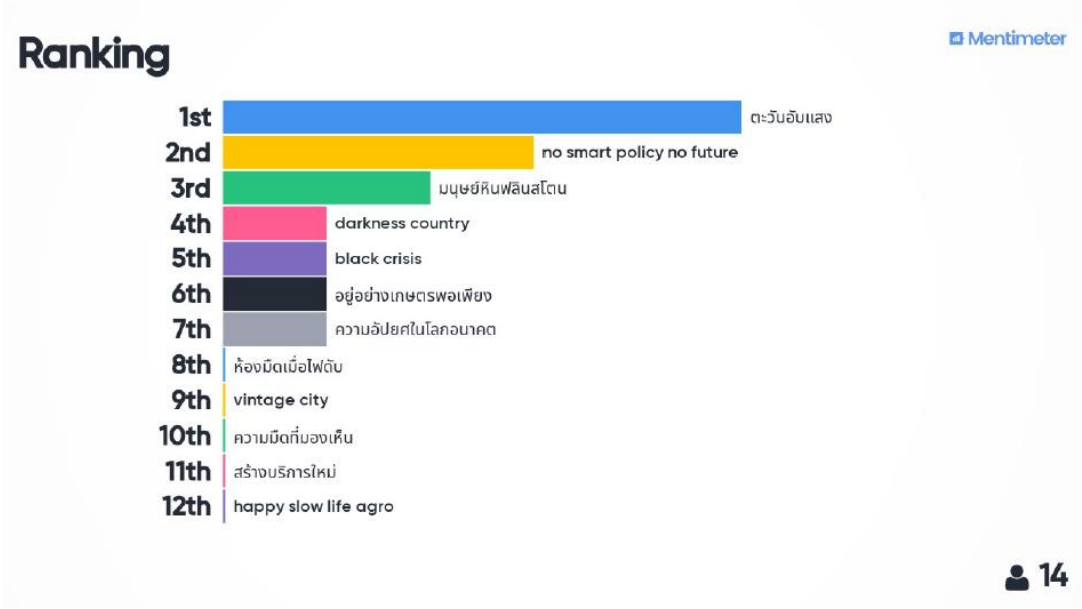



Team 1 - Uncertainty
Mentimeter
Impact
Possibility
1. สงครามการค้า
2. มีนโยบายภาครัฐที่สนับสนุน
3. ความพร้อมด้านแรงงานและทักษะ
4. ระดับเทคโนโลยีของหุ่นยนต์ที่ใช้ในประเทศ
5. โอกาสการย้ายฐานการผลิตจากประเทศไทย
6. การเข้ามาแย่งส่วนแบ่งทางการตลาดของ SI จากต่างประเทศ
1


ฐานการผลิตและการบริการ
มีจำนวนมาก เพิ่มขึ้น
รุ่งอรุณจรัสฟ้า
Smart policy smart country
นโยบายของรัฐส่งเสริมสนับสนุนน้อย
นโยบายของรัฐส่งเสริมสนับสนุนมาก
ตะวันอับแสง
No smart policy no future
ฐานการผลิตและการบริการ
มีจำนวนน้อย ลดลง



Keyword for Scenario 1



Keyword for Scenario 3

ภาพบรรยากาศภายในการฝึกอบรม







รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมสัมมนาการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight)
ภายใต้โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)
เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 (ระยะที่ 2)
วันศุกร์ที่ 30 ตุลาคม 2563 เวลา 13.00-16.30 น. ณ ห้องประชุม 203 ชั้น 2 สศอ.

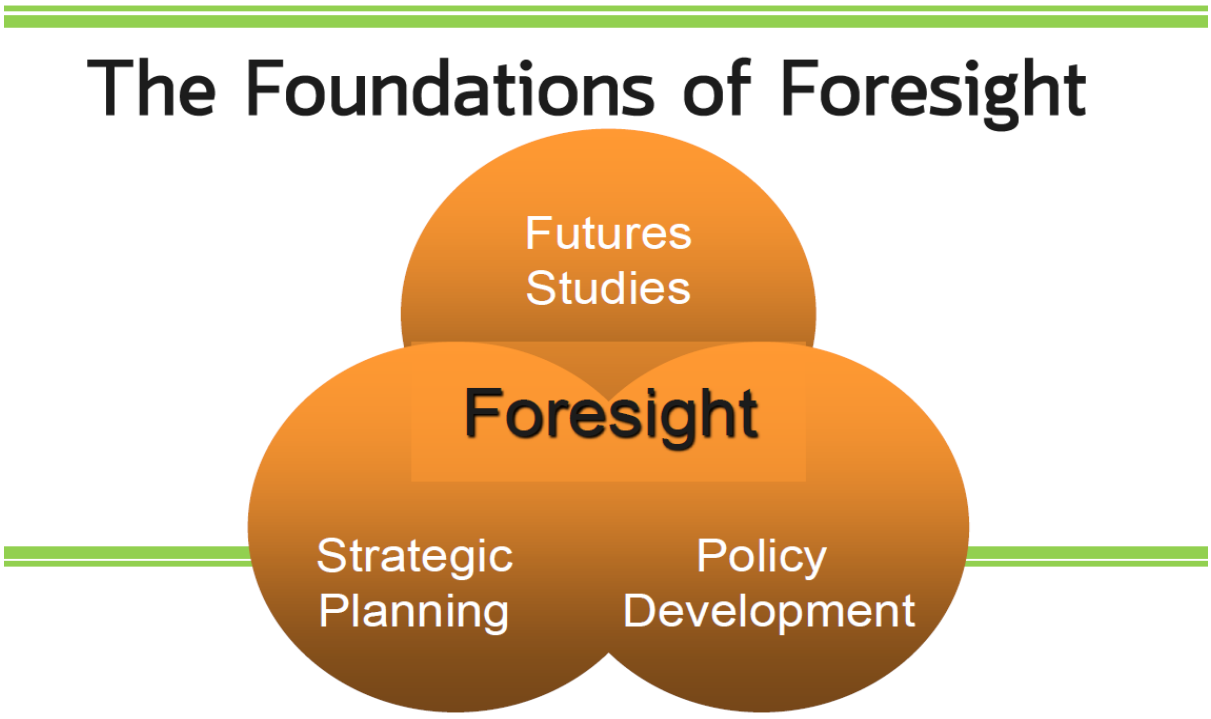
ลำดับ	ชื่อ	ตำแหน่ง
กองวิจัยเศรษฐกิจอุตสาหกรรม		
1	นายเจษฎา อุดมกิจมงคล	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
2	นายศักดิ์ชัย สินโสมนัส	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
3	นางสาวปัทมาภรณ์ พรายภู่	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
4	นายธิปไตย นาคหิรัญไพศาล	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ชำนาญการพิเศษ
5	นายอภิยุกต์ อำนวยกาญจนสิน	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
6	นายนเรศ กิจจาพัฒนพันธ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
7	นางสาวอัมพร สุวรรณรัตน์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
8	นางสาวชุติมา ชุติเนตร	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
9	นางสาวอรศุภา เชาวนปรีชา	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
10	นายศิวัช ภูครองหิน	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
11	นางสาวศิระประภา เอื้อวิวัฒน์สกุล	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
กองนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 1		
12	นางสาวพิชญาวี มณีขัติย์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร		
13	นางสาวกนกวรรณ บัวผุด	หัวหน้ากลุ่มพัฒนาระบบบริหาร
กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรมระหว่างประเทศ		
14	นางสาวอุบลวรรณ หลอดเงิน	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
15	นางสาววรนาถ ด่านผดุงทรัพย์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
16	นายธนวัฒน์ ไทยแก้ว	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
กองสารสนเทศและดัชนีเศรษฐกิจอุตสาหกรรม		
17	นางภาราดา จันทร์สุวรรณ	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
18	นางสาวประวีณาภรณ์ อรุณรัตน์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
19	นางสาววรรณพร บุญยรัตนพันธุ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
20	นางสาวจันทิมา ยาเกิ้น	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ

สรุปการอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight)
โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)
เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ครั้งที่ 2

การอบรมถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight) ครั้งที่ 2 ให้แก่เจ้าหน้าที่ สศอ. ในวันพุธที่ 11 พฤศจิกายน 2563 เวลา 08.30-13.00 น. ณ ห้องแกลอรี่ 1 ชั้น 36 โรงแรมพูลแมน กรุงเทพฯ จี สีลม เจ้าหน้าที่จากสศอ.เข้าอบรมจำนวน 21 ท่าน ซึ่งการอบรมครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ให้เจ้าหน้าที่ สศอ. ได้เรียนรู้การจัดทำแผนภาพอนาคตระดับนานาชาติ เพื่อเข้าใจถึงวิธีการ/ขั้นตอนการทำแผนภาพอนาคตของประเทศต่าง ๆ

โดยที่ปรึกษาได้เชิญวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิ ดร.สุรชัย สถิตคุณารัตน์ ผู้อำนวยการศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ มาถ่ายทอดประสบการณ์การทำแผนภาพอนาคต และบรรยายเกี่ยวกับความสำคัญของการคาดการณ์อนาคต (Foresight) วิธีการจัดทำแผนภาพอนาคต ตัวอย่างของภาพอนาคตที่ได้จัดทำโดยหน่วยงานต่างประเทศ กรณีศึกษาการนำภาพอนาตคไปใช้จริง ตัวอย่างของภาพอนาคตที่ได้จัดทำโดยหน่วยงานในประเทศไทย เป็นต้น

รายละเอียดการบรรยายเบื้องต้น ที่ปรึกษาขอนำเสนอดังนี้



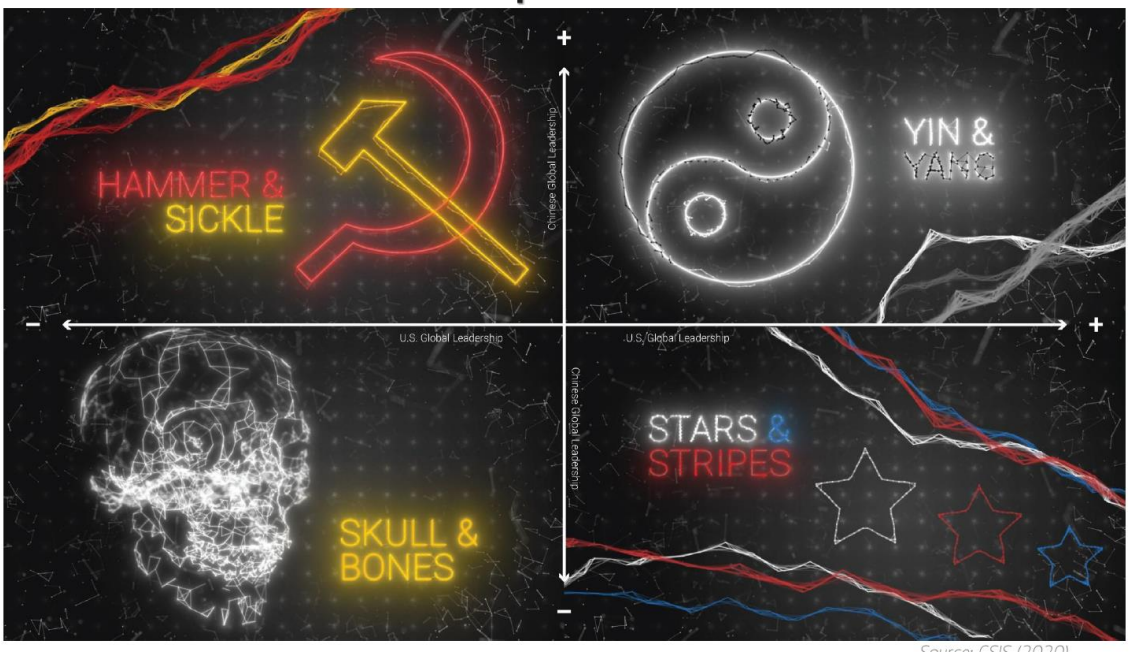
การจัดทำแผนภาพอนาคต

Method by Type of Technique

Qualitative	Quantitative	Semi-quantitative
Methods providing meaning to events and perceptions. Such interpretations tend to be based on subjectivity or creativity often difficult to corroborate (e.g. brainstorming, interviews)	Methods measuring variables and apply statistical analyses, using or generating (hopefully) reliable and valid data (e.g. economic indicators)	Methods which apply mathematical principles to quantify subjectivity, rational judgements and viewpoints of experts and commentators (i.e. weighting opinions)
•Backcasting •Brainstorming •Citizens panels •Conferences/workshops •Essays /Scenario writing •Expert panels •Genius forecasting •Interviews •Literature review •Morphological analysis •Relevance trees /logic charts •Role play / Acting •Scanning •Scenario /Scenario workshops •Science fictioning (SF) •Simulation gaming •Surveys •SWOT analysis •Weak signals /Wildcards	• Benchmarking • Bibliometrics • Indicators / time series analysis • Modelling • Patent analysis • Trend extrapolation / impact analysis	• Cross-impact / structural analysis • Delphi • Key / Critical technologies • Multi-criteria analysis • Polling / Voting • Quantitative scenarios / SMIC • Roadmapping • Stakeholder analysis Source: R. Popper (2008)

เทคนิคการทำแผนภาพอนาคต

Four Scenarios for Geopolitical Order in 2025-2030



ตัวอย่างของภาพอนาคตที่ได้จัดทำโดยหน่วยงานต่างประเทศ

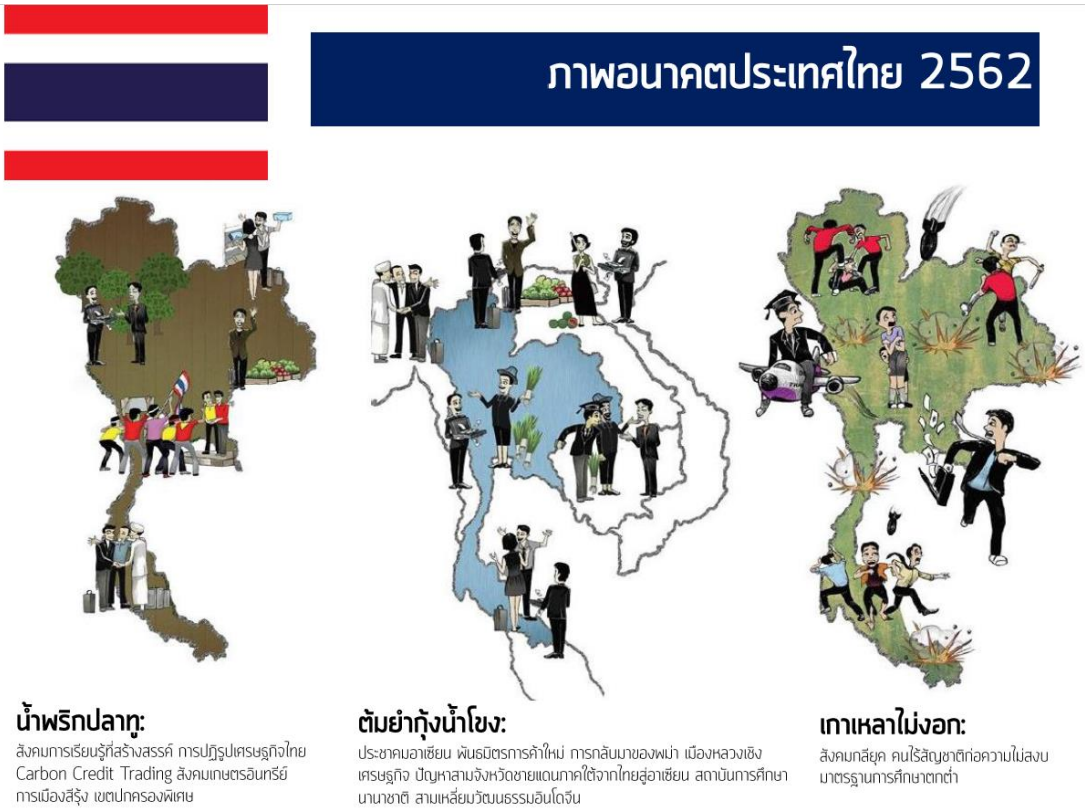


กรณีศึกษาการนำภาพอนาคตไปใช้จริง

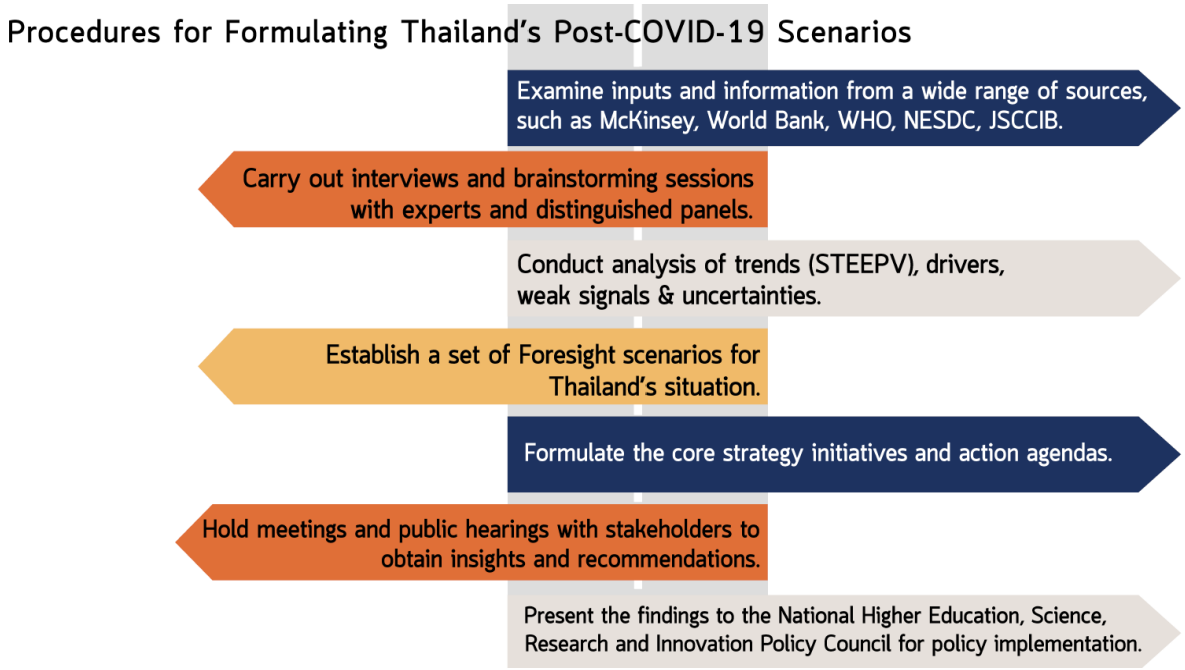
ตัวอย่างของภาพอนาคตที่ได้จัดทำโดยหน่วยงานในประเทศไทย

ขอบเขตภาพอนาคต	ประเด็นของภาพอนาคต	โครงการ	หน่วยงานเจ้าของโครงการ/หน่วยงานจัดทำภาพอนาคต
ประเทศ	การเกษตร	ภาพอนาคตเกษตรไทย	TDRI
ประเทศ	การศึกษา	ภาพอนาคตระบบอาชีวศึกษา	สอศ. /APEC CTF สวทน.
ประเทศ	พลังงาน สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ	โครงการกำหนดยุทธศาสตร์ระยะยาวในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศ (ระยะที่ 1)	สผ./ สถาบันฯ ศศินทร์,โนวิสเคป คอนซัลติ้ง กรุ๊ป จำกัด
ประเทศ	พลังงาน สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ	(ร่าง) แผนแม่บทพลังงานไทย 2558-2578	สนพ. /สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภูมิภาค	พลังงาน สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ	LOW-CARBON SOCIETY	APEC ISTWG/ APEC CTF สวทน.
ภูมิภาค	พลังงาน สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ	ASEAN FORESIGHT	APEC PPSTI/ APEC CTF สวทน.
ประเทศ	สุขภาพ	ภาพอนาคตระบบสุขภาพ	สวรส./APEC CTF สวทน.
ประเทศ	สุขภาพ	ภาพอนาคตปัจจัยกำหนดสุขภาพ	สสส./APEC CTF สวทน.
ประเทศ	สุขภาพ	ภาพอนาคตเทคโนโลยีชีวภาพ	BIOTEC/ APEC CTF สวทช.
ประเทศ	ภาพรวม	ภาพอนาคตประเทศไทย	สถาบันคลังสมองของชาติ/APEC CTF สวทน.
ประเทศ	ภาพรวม	"ประเทศไทยในสามทศวรรษหน้า: สี่ความท้าทายเพื่อการเติบโตอย่างมีคุณภาพ"	TDRI
ประเทศ	ภาพรวม	ฉากทัศน์ชีวิตคนไทย 2576	สสส./ ดร.มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ ดร.อภิวัฒน์ รัตนวราหะ
ท้องถิ่น	ภาพรวม	ภาพอนาคตเมืองลำพูน	เทศบาลเมืองลำพูน/ APEC CTF สวทช.
ภูมิภาค	สังคม	โครงการการศึกษาภาพอนาคตการพัฒนาและคุ้มครองพิทักษ์สิทธิผู้ด้อยโอกาส 2551-2555	พม. / สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่ง มธ.
ท้องถิ่น	สังคม	ภาพอนาคตจังหวัดชายแดนภาคใต้	สสส./ สถาบันสิทธิมนุษยชนและสันติศึกษา (สมส.) มม.

ตัวอย่างของภาพอนาคตที่ได้จัดทำโดยหน่วยงานในประเทศไทย



ตัวอย่างของภาพอนาคตที่ได้จัดทำโดยหน่วยงานในประเทศไทย



การดำเนินการด้านการคาดการณ์อนาคตของหน่วยงานในประเทศไทย

รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมสัมมนาการจัดทำแผนภาพอนาคต (Foresight)
ภายใต้โครงการศึกษาแผนภาพอนาคตของภาคอุตสาหกรรม (Industry Foresight)
เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 (ระยะที่ 2)
วันพุธที่ 30 พฤศจิกายน 2563 เวลา 09.00-16.00 น.
ณ ห้องประชุมแกลลอรี่ ชั้น 36 โรงแรมพูลแมน จี สีลม กรุงเทพฯ

ลำดับ	ชื่อ	ตำแหน่ง
กองวิจัยเศรษฐกิจอุตสาหกรรม		
1	นางนิอร สุขุม	ผู้อำนวยการกองวิจัยเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
2	นางสาวปัทมาภรณ์ พรายภู่	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
3	นายอภิยุกต์ อำนวยกาญจนสิน	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
4	นายนเรศ กิจจาพัฒนพันธ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
5	นางสาวอัมพร สุวรรณรัตน์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
6	นางสาวชุติมา ชุติเนตร	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
7	นางสาวอรศุภา เชาวนปรีชา	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
8	นางสาวศิระประภา เอื้อวิวัฒน์สกุล	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
กองนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 1		
9	นางบุตรี เทียมเทียบรัตน์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
10	นางสาวประภาพร สุขเกษม	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
11	นางสาวพิชญาวี มณีขัติย์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
กองนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 2		
12	นางลิวัน ทองปาน	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
13	นายอนุชิต บุญจันทร์คง	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
14	นางสาวพัชรินทร์ สรรเพชร	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
กองนโยบายอุตสาหกรรมมหภาค		
15	นางสาวเรวดี แก้วมณี	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
กองสารสนเทศและดัชนีเศรษฐกิจอุตสาหกรรม		
16	นายสมาน เฉินยืนยง	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
17	นายสมชาย จำปาทอง	นักคอมพิวเตอร์ชำนาญการ
18	นางสาวภูริตา มณียม	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
19	นายบวร รอดรวย	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรมระหว่างประเทศ		
20	นางสาววรนาถ ด่านผดุงทรัพย์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
สำนักงานเลขานุการกรม		
21	นางสาววีรนุช พโยมรัตน์	นักจัดการงานทั่วไป

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

ศูนย์บริการวิชาการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

