

การวิจัยขั้นแนวหน้า

Frontier Research

เพื่อกำหนดอนาคตประเทศ

เสนอโดย
กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่
31 ตุลาคม 2561

บทสรุปผู้บริหาร

ท่ามกลางปัจจัยและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกในทุกมิติ ซึ่งทำให้การแข่งขันทางการค้าและความมั่นคงรุนแรงขึ้น นอกจากนี้ความท้าทายจากการที่ประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมสูงวัยทำให้จำเป็นต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม การขับเคลื่อนประเทศให้เติบโตอย่างยั่งยืนไปสู่การเป็นประเทศที่ขับเคลื่อนด้วยความรู้และนวัตกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ประเทศมีความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน หลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง มุ่งสู่การเป็นประเทศพัฒนาแล้ว ภายในระยะเวลา 20 ปี ตามวิสัยทัศน์ไทยแลนด์ 4.0

ประเทศพัฒนาแล้วที่สามารถก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลางทั้งหมดคือประเทศที่มีเทคโนโลยีเป็นของตนเอง และเทคโนโลยีนั้นเป็นฐานให้แก่การพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและความมั่นคงของประเทศ การสร้างเทคโนโลยีของตนเองจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพียงพอและมีความคิดสร้างสรรค์ที่จะแปลงความรู้นั้นให้มาเป็นเทคโนโลยี ดังนั้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องยกระดับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในสิ่งที่เป็จุดแข็งของประเทศ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถก้าวไปเป็นประเทศที่สามารถสร้างและเป็นเจ้าของเทคโนโลยีและนวัตกรรมบนพื้นฐานของสิ่งที่มีอยู่ เพื่อตอบสนองความจำเป็นของประเทศ ความต้องการของตลาด และสร้างโอกาสใหม่ ๆ ในการพัฒนาประเทศ

ที่ผ่านมา ประเทศไทยมีความพร้อมในด้านต่าง ๆ ที่จะทำให้ก้าวไปสู่การเป็นเจ้าของเทคโนโลยี แต่ยังขาดความเชื่อมั่นและแรงจูงใจที่จะใช้ความพร้อมดังกล่าวสร้างโอกาสให้ประเทศเป็นผู้นำด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศไทยจึงยังไม่เคยกำหนดทิศทางและมีแผนงานวิจัยขั้นแนวหน้า หรือ Frontier Research Programme เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นรากฐานของการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม จากบริบทโลกและศักยภาพของประเทศไทยในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ และนักวิจัยรุ่นใหม่จึงได้ร่วมกันกำหนดประเด็นวิจัยเพื่อตอบโจทย์พื้นฐานที่สำคัญ

ทางสังคม 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านอาหาร 2) ด้านสุขภาพ 3) ด้านพลังงาน และ 4) ด้านความมั่นคงและการสื่อสาร โดยมีเป้าหมายดังต่อไปนี้

- 1. สร้างความเป็นเลิศเพื่อคนไทย:** พัฒนานองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของคนไทย เพื่อให้เกิดความสอดคล้องด้านพันธุกรรม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมไทย
- 2. สร้างความเป็นเลิศเพื่อความสามารถในการแข่งขัน:** เป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีที่เป็นโจทย์ท้าทายของโลก นำไปสู่การเป็นเจ้าของเทคโนโลยีและผู้ส่งออกเทคโนโลยีที่ตอบสนองกับความต้องการของโลกในอนาคต
- 3. สร้างความเป็นเลิศเพื่อความมั่นคงของประเทศ:** เพิ่มศักยภาพในการรับมือภัยคุกคามอันเกิดจากการพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างโอกาสในการก้าวกระโดดไปสู่การเป็นผู้นำด้านวิทยาศาสตร์ สามารถพึ่งพาตัวเองได้ในยุคที่มีการเชื่อมโยงระหว่างประเทศในทุกมิติของเศรษฐกิจและสังคม

เนื่องจากการวิจัยขั้นแนวหน้าเป็นการลงทุนเพื่อบุกเบิกการสร้างความรู้และความสามารถที่ไม่เคยมีมาก่อนเพื่อสร้างความเป็นเลิศในอนาคต จึงต้องการการลงทุนทั้งทางงบประมาณและเวลา รวมทั้งต้องยอมรับธรรมชาติของงานวิจัยกลุ่มนี้ที่มีความเสี่ยงสูง มีการแข่งขันสูง แต่หากทำสำเร็จจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ดังนั้นการวิจัยขั้นแนวหน้าจะเกิดขึ้นได้เฉพาะเมื่อฝ่ายการเมืองผู้กำหนดนโยบาย และฝ่ายนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยที่เป็นผู้ทำงาน มีความกล้า มุ่งมั่นและอดทน โดยที่ฝ่ายการเมืองให้ความเข้าใจและให้การสนับสนุนทรัพยากรที่เหมาะสม และฝ่ายนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยให้ความทุ่มเทและรับผิดชอบ เป็นพันธสัญญาต่อกัน

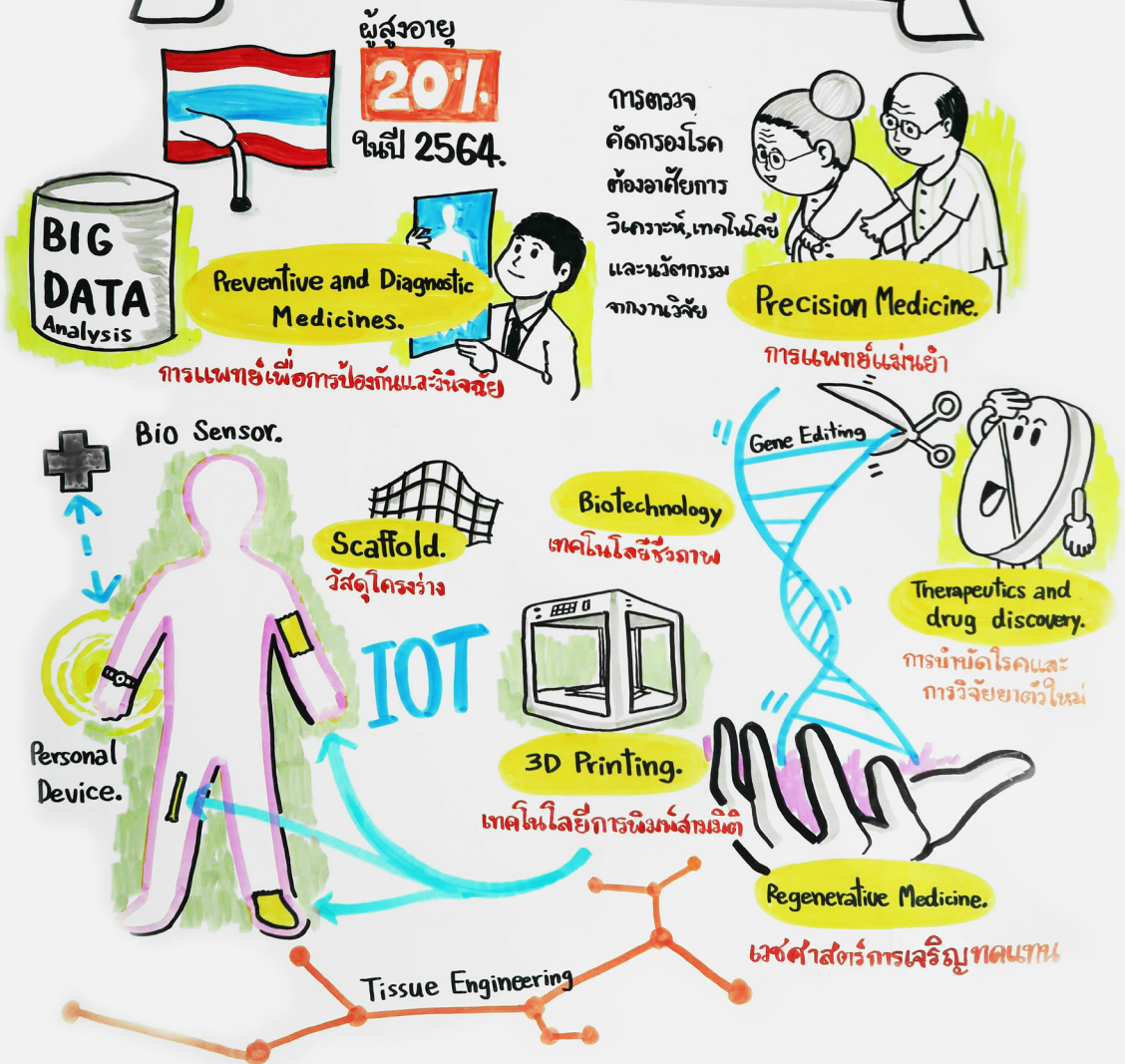
อาหารเพื่ออนาคต

FOOD FOR THE FUTURE



ประเด็นวิจัยด้านอาหารเพื่ออนาคต
(Food for the Future)

การแพทย์และสาธารณสุข ขั้นแนวหน้า HEALTH FRONTIER



ประเด็นวิจัยด้านการแพทย์และสาธารณสุขขั้นแนวหน้า
(Health Frontier)

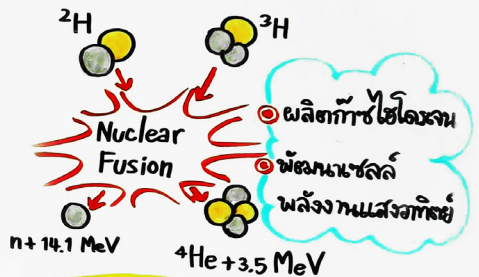
พลังงานแห่งอนาคต FUTURE ENERGY



- เทคโนโลยีการกักเก็บประจุไฟฟ้า
- การขนส่งไฮโดรเจนอัด, ไฮโดรเจนเหลว

LCA

เทคโนโลยีช่วยลด
การปล่อยก๊าซ
เรือนกระจก



Frontier Energy Conversion.

งานวิจัยด้านการผลิต
พลังงาน



Energy Storage and Electric Vehicle.

งานวิจัยด้านการกักเก็บพลังงาน
และรถไฟฟ้า

Grid Stabilization

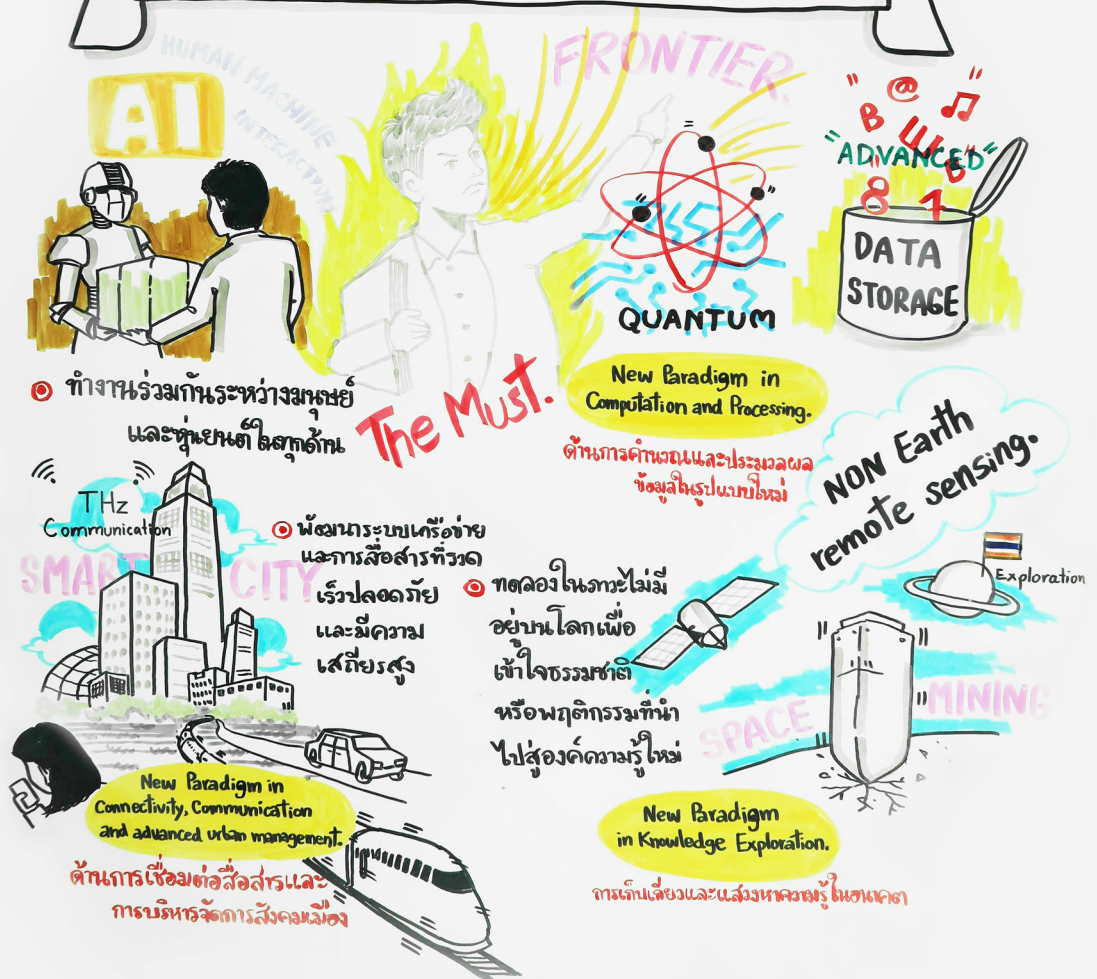
Management/Sustainability.

การบริหารจัดการและความยั่งยืน

ประเด็นวิจัยด้านพลังงานแห่งอนาคต
(Future Energy)

การป้องกันภัยคุกคามและรับมือความเสี่ยง, โอกาสในอนาคต

FUTURE THREATS AND OPPORTUNITIES



ประเด็นวิจัยการป้องกันภัยคุกคาม/รับมือความเสี่ยง และสร้างโอกาสในอนาคต
(Future Threats and Opportunities)

สารบัญ

1. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมรากฐานในการพัฒนาประเทศ	10
2. ความพร้อมที่ยังไม่ลงตัว	11
3. ต้องกล้าฝันที่จะแข่งกับโลก ไปอยู่แถวหน้าของโลกให้ได้	12
4. หนทางสู่การกำหนดอนาคตด้วยงานวิจัยขั้นแนวหน้าของประเทศไทย: การไปสู่จุดหมายที่ไม่มีใครเคยไปมาก่อน	13
5 Frontier Research กำหนดอนาคตประเทศไทย - พันธสัญญาจากนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	15
5.1 การวิจัยเฉพาะประเด็น	
5.1.1 อาหารเพื่ออนาคต (Food for the Future)	17
5.1.2 ด้านการแพทย์และสาธารณสุขขั้นแนวหน้า (Health Frontier)	20
5.1.3 พลังงานแห่งอนาคต (Future Energy)	
5.1.4 การเตรียมความพร้อมรับมือความท้าทายของศตวรรษ	23
5.2 วิทยาศาสตร์พื้นฐานขั้นแนวหน้าและโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง	26
5.2.1 วิทยาศาสตร์พื้นฐานขั้นแนวหน้า	29
5.2.2 โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง	
6. ปัจจัยความสำเร็จ	31
6.1 การสนับสนุนจากรัฐบาลและฝ่ายการเมือง	
6.2 ยุทธศาสตร์และการบริหารจัดการรูปแบบเฉพาะเพื่อการวิจัยขั้นแนวหน้า	32

ภาคผนวก 1	ผู้ร่วมจัดทำและสนับสนุนข้อมูล	32
ภาคผนวก 2	รายละเอียดประเด็นวิจัยชั้นแนวหน้า	38
	ประเด็นการวิจัยด้านอาหารเพื่ออนาคต (Food for the Future)	39
	ประเด็นการวิจัยด้านการแพทย์และสาธารณสุขชั้นแนวหน้า (Health Frontier)	45
	ประเด็นการวิจัยด้านพลังงานแห่งอนาคต (Future Energy)	50
	การป้องกันภัยคุกคาม/รับมือความเสี่ยงและสร้างโอกาสในอนาคต (Future Threats and Opportunities)	55
ภาคผนวก 3	ภาพบรรยากาศการประชุมเชิงปฏิบัติการ	70
	กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ เพื่อจัดทำประเด็นวิจัยชั้นแนวหน้า	
	เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561	

1. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม รากฐานในการพัฒนาประเทศ

ไม่มีประเทศใดในโลกที่สามารถก้าวข้ามกับดักประเทศรายได้ปานกลางและเข้าสู่การเป็นประเทศพัฒนาแล้วได้ โดยไม่มีฐานเทคโนโลยีเป็นของตนเอง การสร้างเทคโนโลยีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพียงพอ และมีความคิดสร้างสรรค์ที่จะแปลงความรู้นั้นมาเป็นเทคโนโลยี ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องยกระดับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในเรื่องที่เป็นจุดแข็งและโอกาสของประเทศ เพื่อใช้ประโยชน์จากจุดแข็งและโอกาสดังกล่าวในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม อาทิ การวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราในประเทศไทยที่มีอยู่สูงมาก ความได้เปรียบดังกล่าวนี้อาจทำให้ค้นพบสิ่งใหม่หรือเกิดความรู้ใหม่ ซึ่งอาจนำไปสู่การสร้างเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ความสามารถเฉพาะของเชื้อราสายพันธุ์ที่ค้นพบใหม่มาประยุกต์

ยิ่งไปกว่านั้นมนุษยชาติกำลังเผชิญกับความแปรปรวนที่เสี่ยงไม่ได้ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและนวัตกรรมแบบพลิกผัน เป็นผลให้การแข่งขันทางการค้าและความมั่นคงนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารและภัยพิบัติอย่างรุนแรงกว้างขวาง หรือแม้แต่การเข้าสู่สังคมสูงวัยของประเทศไทยที่จำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมในหลายด้าน เพื่อให้ประชากรสูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดี สามารถพึ่งตนเองได้และผลิตภาพของประเทศไม่ลดลง สิ่งเหล่านี้เองจะส่งผลกระทบต่อสมดุลของโลกและคนไทยในทุกมิติ ในสถานะเช่นนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำและความสามารถทางเทคโนโลยีที่เป็นเลิศจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเตรียมพร้อมเพื่อสร้างนวัตกรรมที่ช่วยให้รับมือกับความพลิกผันใดๆ ได้

ไม่มีประเทศใดในโลกที่สามารถก้าวข้ามกับดักประเทศรายได้ปานกลางและเข้าสู่การเป็นประเทศพัฒนาแล้วได้ โดยไม่มีฐานเทคโนโลยีเป็นของตนเอง

2. ความพร้อมที่ยังไม่ลงตัว

ประเทศไทยมีจุดเด่นทางทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายสูงที่สุดเป็นอันดับที่ 8 ของโลก เรามีอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ประเพณีและวิถีชีวิตที่โดดเด่น ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเรายังได้ส่งเยาวชนที่มีความสนใจและมีความสามารถที่โดดเด่นไปศึกษาเรียนรู้ศิลปวิทยาการและความก้าวหน้าในประเทศที่มีการพัฒนาจนเป็นเลิศในด้านนั้นๆ มาตลอดระยะเวลาที่สืบทอดอย่างต่อเนื่องและภาคภูมิใจ จนทำให้มีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในสาขาเฉพาะทั้งระดับอาวุโสและคนรุ่นใหม่ ที่ล้วนมีประสบการณ์ในการทำงานวิจัยขั้นแนวหน้าระดับโลกมาแล้วกว่า 5,000 คน ปฏิบัติหน้าที่อยู่ในมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัย ทั้งของรัฐและเอกชน ทั้งในและต่างประเทศ บุคลากรเหล่านี้ได้ทำหน้าที่เป็นผู้บุกเบิก บ้างก็เป็นนักพัฒนามตามวิธีของตนเอง บ้างก็เป็นกลุ่มก้อน จนทำให้เกิดการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย อุทยานวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการเฉพาะทางอีกจำนวนหนึ่งพอสมควรที่เทียบเคียงได้กับหลายประเทศที่เป็นผู้นำในภูมิภาค ตลอดเวลากว่าสี่สิบปีพวกเขาเหล่านี้ได้ทำหน้าที่อย่างภาคภูมิใจมาโดยตลอด ปัจจุบันวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมในประเทศไทยมีความตื่นตัวมากขึ้น ภาคเอกชนก็เริ่มตระหนักและให้ความสำคัญกับการลงทุนวิจัยและพัฒนาว่าคือเงื่อนไขที่สำคัญในการสร้างนวัตกรรม

จากความพร้อมดังกล่าว โจทย์ใหญ่ที่ต้องช่วยกันขบคิดคือ ทำไมประเทศไทยจึงไม่สามารถใช้ความพร้อมและศักยภาพการพัฒนาของประเทศในการก้าวกระโดดทางเศรษฐกิจ อะไรคือช่องว่างที่เรามองไม่เห็น มีสิ่งใดที่ควรทำ หรือจำเป็นต้องทำเพื่อให้ประเทศสามารถใช้ความพร้อมทั้งหลายสร้างความรู้และเทคโนโลยีของตนเอง เพื่อสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคม ยกกระดับประเทศสู่การเป็นประเทศที่ขับเคลื่อนด้วยความรู้และนวัตกรรม

ทำไมประเทศไทยจึงไม่สามารถใช้ความพร้อมและศักยภาพการพัฒนาของประเทศในการก้าวกระโดดทางเศรษฐกิจ มีสิ่งใดที่ควรทำ หรือจำเป็นต้องทำ

3. ต้องกล้าฝืนที่จะแข่งกับโลก ไปอยู่แถวหน้าของโลกให้ได้

การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงเวลานี้และต่อจากนี้ไป จะเป็นเทคโนโลยีที่ส่งผลให้เกิดการพลิกผันในหลายด้าน ทั้งต่อตัวเทคโนโลยีเอง การบริโภค ตลาดและวิถีชีวิตด้วย การพลิกผันนี้จะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมสมดุลของโลกอย่างรุนแรงและฉับพลัน และจะสร้างทั้งความท้าทายและโอกาสให้แก่ประเทศต่าง ๆ โจทย์ของประเทศชั้นนำคือการรับมือการเปลี่ยนแปลงโดยที่ต้องรักษาความสามารถในการแข่งขันและความเป็นผู้นำไว้ด้วย ในขณะเดียวกัน โจทย์ของประเทศกำลังพัฒนามาก็คือการใช้โอกาสของการพลิกผันนี้ก้าวกระโดดขึ้นมาเป็นผู้นำร่วม หรือผู้นำแทน โอกาสในการก้าวกระโดดนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวและความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งทั้งสองประการต้องใช้ความรู้และวิสัยทัศน์อย่างยิ่ง กลไกที่จำเป็นอันหนึ่งในการสร้างความรู้ ความคิดสร้างสรรค์และเทคโนโลยีที่เป็นฐานในการขับเคลื่อนประเทศเพื่อให้ก้าวขึ้นไปเป็นผู้นำด้านใดด้านหนึ่งของโลกคือการวิจัยขั้นแนวหน้า หรือ Frontier Research ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มุ่งหวังความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งการค้นพบสิ่งใหม่ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ดีที่สุด สร้างผลงานวิจัยที่มีคุณภาพและส่งผลกระทบสูง เพื่อกำหนดและสร้างอนาคตของประเทศในระยะยาว

การทำวิจัยขั้นแนวหน้าจำเป็นต้องกล้าฝืนและมุ่งมั่นที่จะไปยืนอยู่แถวหน้าของโลกให้ได้ ในการจะเป็นผู้นำให้ได้นั้น จะตั้งเป้าที่ตามให้ทันไม่ได้ เพราะจะไม่มีทางตามทันและไม่มีวันตามทันคู่แข่ง และหากยังคงคิดและทำเช่นนั้น เราจะต้องยังต้องรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อไป ไม่สามารถสร้างเทคโนโลยีของตนเองที่จะเปลี่ยนต้นทุนที่มีให้เป็นสินค้าและบริการมูลค่าสูงที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่เป็นของเราได้



นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยไทยพร้อมที่จะฝึกและลงมือทำ เพื่อร่วมกำหนดอนาคตประเทศ ได้ตั้งโจทย์เชิงยุทธศาสตร์ในการบุกเบิกความรู้ใหม่ ที่ท้าทายให้ทุกคนใช้ฝีมือและศักยภาพทั้งหมดหาคำตอบต่อไป

- ทำอย่างไรจึงจะมีความมั่นคงทางอาหาร พลังงานและสุขภาพ
- ทำอย่างไรจึงจะแปลงความมั่งคั่งทางทรัพยากรให้มาเป็นความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจได้
- ทำอย่างไรการพัฒนาจึงจะก่อให้เกิดสังคมที่เป็นธรรมและยั่งยืน

“ โจทย์ของประเทศชั้นนำคือการรับมือการเปลี่ยนแปลงโดยที่ต้องรักษาความสามารถในการแข่งขันและความเป็นผู้นำไว้ด้วย ในขณะที่เดียวกันโจทย์ของประเทศกำลังพัฒนามีการใช้โอกาสของการพลิกผันนี้ก้าวกระโดดขึ้นมาเป็นผู้นำร่วม หรือผู้นำแทน ”

4. หนทางสู่การกำหนดอนาคตด้วยการวิจัยขั้นแนวหน้า: การไปสู่จุดหมายที่ไม่เคยมีใครไปมาก่อน

การวิจัยขั้นแนวหน้าในต่างประเทศได้เกิดขึ้นมานานแล้วด้วยเหตุผลที่ต่างกัน สหรัฐอเมริกามีการพัฒนาด้านอวกาศ การทหารและความมั่นคงมายาวนานและเป็นชาติมหาอำนาจทางการเมืองและเศรษฐกิจตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง คิวบามีการพัฒนาการผลิตยาและการแพทย์ที่ประสบความสำเร็จอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อให้สามารถพึ่งตัวเองได้เนื่องจากการถูกคว่ำบาตรทางการเมืองเป็นระยะเวลายาวนาน สหภาพยุโรปทำการวิจัยขั้นแนวหน้าเพื่อเพิ่มความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเพื่อรักษาคนรุ่นใหม่ที่มีความสามารถไว้เป็นกำลังในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมยุโรป อิสราเอลต้องการเป็นผู้นำในการส่งออกเทคโนโลยี ในขณะที่จีนที่ต้องการเป็นมหาอำนาจในยุคดิจิทัล งานวิจัยขั้นแนวหน้าไม่ได้จำกัดอยู่ที่เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ไม่ได้จำกัดขอบเขตทางภูมิศาสตร์ สิ่งแวดล้อม หรือวัฒนธรรม

แต่อยู่ที่เจตนาปรารถนาและความปรารถนาที่จะทำ โดยมีเป้าหมายที่สำคัญเพียงข้อเดียว คือ “ความมุ่งมั่นที่จะไปสู่ความเป็นเลิศ” และ “ความเป็นเลิศ” นี้ควรเป็นเงื่อนไขข้อแรกในการประเมินความสำเร็จของการวิจัยขั้นแนวหน้า ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยที่นำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ (New discovery) การทำสำเร็จเป็นครั้งแรกในโลก (First in class) หรือการสร้างสิ่งที่ดีที่สุดในโลก (Best in class) ก็ตาม

ถึงเวลาแล้วที่จะต้องกำหนดอนาคตประเทศไทยด้วยการวิจัยขั้นแนวหน้า ที่จะเปลี่ยนบทบาทไปสู่การเป็นประเทศผู้นำ (Power to lead) มีความรู้และเป็นเจ้าของเทคโนโลยี สามารถใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมขับเคลื่อนประเทศสู่การเป็นผู้นำระดับโลก โดยมีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ดังต่อไปนี้

- 1. สร้างความเป็นเลิศเพื่อคนไทย:** พัฒนาศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของคนไทย เพื่อให้เกิดความสอดคล้องด้านพันธุกรรม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมไทย
- 2. สร้างความเป็นเลิศเพื่อความสามารถในการแข่งขัน:** เป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีที่เป็นโจทย์ท้าทายของโลก นำไปสู่การเป็นเจ้าของเทคโนโลยีและผู้ส่งออกเทคโนโลยีที่ตอบสนองกับความต้องการของโลกในอนาคต
- 3. สร้างความเป็นเลิศเพื่อความมั่นคงของประเทศ:** เพิ่มศักยภาพในการรับมือภัยคุกคามอันเกิดจากการพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างโอกาสในการก้าวกระโดดไปสู่การเป็นผู้นำด้านวิทยาศาสตร์ สามารถพึ่งพาตัวเองได้ในยุคที่มีการเชื่อมโยงระหว่างประเทศในทุกมิติของเศรษฐกิจและสังคม

“งานวิจัยขั้นแนวหน้าไม่ได้จำกัดอยู่ที่เรื่องใดเรื่องหนึ่ง
ไม่ได้จำกัดขอบเขตทางภูมิศาสตร์ สิ่งแวดล้อม
หรือวัฒนธรรม แต่อยู่ที่เจตนาปรารถนาและความปรารถนาที่จะทำ

5. Frontier Research กำหนดอนาคตประเทศ – พันธสัญญาจากนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

ประเทศกำลังพัฒนา หรือประเทศที่เศรษฐกิจและสังคมยังไม่มั่นคงมีความเชื่อว่าประเทศของตนยังไม่มีความพร้อมที่จะลงทุนเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและการวิจัยขั้นแนวหน้า เนื่องจากการลงทุนมูลค่าสูงและไม่เห็นผลลัพธ์ในระยะสั้น จึงมุ่งที่จะลงทุนที่ให้ผลตอบแทนอย่างรวดเร็ว และซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมและการเกษตร ผลลัพธ์คือการทำงานหนักแต่ได้ผลตอบแทนน้อย ความได้เปรียบทางด้านทรัพยากรธรรมชาติที่มีถูกใช้เพียงเป็นวัตถุดิบที่สร้างมูลค่าเพิ่มเองไม่ได้ และพึ่งพาการลงทุนจากต่างประเทศที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้และถ่ายทอดให้ ลักษณะดังกล่าวก่อให้เกิดการพึ่งผู้เชี่ยวชาญและเทคโนโลยีภายนอก นำไปสู่ความไม่มั่นคงและไม่ยั่งยืนในการพัฒนาประเทศ และในระยะยาว ต้นทุนในการซื้อเทคโนโลยีจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามระดับความซับซ้อนของอุตสาหกรรม กลายเป็นภาระทางการคลังของประเทศ ประเทศไทยกำลังเผชิญสภาวะการพึ่งพาเทคโนโลยีและการลงทุนจากต่างชาติ ดังกล่าวนี ซึ่งสะท้อนออกมาเป็นการขาดดุลทางเทคโนโลยีกว่าปีละสองแสนล้านบาท นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยรุ่นใหม่ซึ่งได้รับโอกาสให้ศึกษาและทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาอย่างเข้มข้น มองเห็นและเข้าใจสภาวะที่ประเทศกำลังเผชิญอยู่ มีความมุ่งมั่นที่จะเสนอทางแก้ปัญหาและร่วมแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยใช้ความรู้ความสามารถเฉพาะทางที่มี เพื่อให้ประเทศไทยเป็นอิสระทางเทคโนโลยี สามารถรักษาทรัพยากรธรรมชาติและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอันมีค่าอย่างคุ้มค่าที่สุด จึงเสนอแผนงานวิจัยขั้นแนวหน้า ฉบับที่ 1 เพื่อวางรากฐานการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาเทคโนโลยีในอนาคต เช่น องค์ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพทั้งระบบนิเวศ ระดับสิ่งมีชีวิตและระดับพันธุกรรม การสังเคราะห์ทางเคมี การเร่งและชะลอปฏิกิริยาเคมี เคมีระดับโมเลกุล ระบบของอนุภาคในสถานะควอนตัมในสองมิติ ความสัมพันธ์และการควบคุมอะตอม หรืออนุภาคด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การคำนวณเชิงควอนตัม การสื่อสารเชิงควอนตัม



และตัวรับรู้เชิงควอนตัม และการวิจัยเฉพาะประเด็น (issue specific) ที่จะทำให้เกิดการสร้างเทคโนโลยีของตัวเองในด้านเกษตรและอาหาร การแพทย์และสาธารณสุข พลังงานและการสื่อสาร ซึ่งจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากจุดแข็งและโอกาสของประเทศ รวมทั้งสร้างความสามารถที่จะทำให้ประเทศพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับความท้าทายในอนาคตอย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตาม การวิจัยขั้นแนวหน้าไม่สามารถสร้างผลลัพธ์ให้เกิดขึ้นในระยะสั้น ธรรมชาติของงานวิจัยมีความเสี่ยงสูง มีการแข่งขันสูง ต้องใช้งบประมาณมากและใช้เวลานาน แต่จะสามารถสร้างผลกระทบที่สำคัญและกว้างขวาง เกิดประโยชน์ได้ยืนยาว นับเป็นการลงทุนให้กับประเทศเพื่อสร้างฐานความรู้ที่มั่นคงถาวร นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยรุ่นใหม่ตระหนักในธรรมชาติของการวิจัยขั้นแนวหน้าเหล่านี้ดี เพื่อจะได้เตรียมการอย่างดีที่สุด โดยการหารือหรือร่วมมือกับนักวิทยาศาสตร์ประสบการณ์สูงทั้งในประเทศและต่างประเทศ การวิจัยขั้นแนวหน้านอกจากจะให้ผลลัพธ์เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางเทคโนโลยีแล้ว ยังสร้างผลกระทบอื่นอีกด้วย เช่น การพัฒนาเทคนิคด้านวิศวกรรม การสร้างนักวิจัยชั้นยอดของประเทศ การสร้างแรงบันดาลใจให้คนรุ่นใหม่ การสร้างบรรทัดฐานด้านความเป็นเลิศในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการเกิดธุรกิจที่ใช้เทคโนโลยีอย่างเข้มข้น (deep tech) ที่จะขับเคลื่อนประเทศไปสู่เศรษฐกิจฐานความรู้ เป็นต้น

“นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยรุ่นใหม่มีความมุ่งมั่นที่จะนำพาประเทศไทย ให้เป็นอิสระทางเทคโนโลยี... สามารถรักษาทรัพยากรธรรมชาติและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอันมีค่าอย่างคุ้มค่าที่สุด

5.1. การวิจัยเฉพาะประเด็น

5.1.1. อาหารเพื่ออนาคต (Food for the Future)

การทำวิจัยขั้นแนวหน้าด้านอาหารเพื่ออนาคตเป็นการรวมศาสตร์สองศาสตร์เข้าด้วยกัน คือเกษตรศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทางอาหาร โจทย์ท้าทายคือการผลิตอาหารที่เหมาะสมกับคนไทย ซึ่งต้องมีการทำวิจัยในอีกหลายหัวข้อ เช่น การพัฒนาชีวสารสนเทศ (Bioinformatics) สำหรับวิเคราะห์ผลจากการบริโภคอาหารในระดับยีนและเทคโนโลยีกับควบคุมการปลดปล่อยสารอาหารสำคัญในร่างกาย กลไกที่อาหารที่เรามีผลต่อการแสดงออกของยีน โดยเฉพาะยีนที่เกี่ยวข้องกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูงและโรคเมะเร็ง ซึ่งโรคเหล่านี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างก้าวกระโดด โจทย์วิจัยท้าทายคือการพัฒนาทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและยีน (Diet-gene interaction) เมื่อผู้บริโภคกลุ่มเสี่ยงสามารถเลือกบริโภคอาหารที่เหมาะสมกับลักษณะทางพันธุกรรมเฉพาะบุคคล (Personalized Food) จะสามารถลดโอกาสการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังลง ในอีกด้านหนึ่งเมื่อประชากรของประเทศมีอายุมากขึ้น ความต้องการอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพนอกเหนือไปจากคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานจะเพิ่มมากขึ้น การวิจัยอาหารเชิงหน้าที่ (Functionalized Food) จึงมีความสำคัญต่อการคุณภาพชีวิตของประชากร อาหารเชิงหน้าที่นี้เกิดจากการเติมสารสกัดสำคัญลงไปให้อาหาร ดังนั้นการค้นหารสชาติสำคัญจากวัตถุดิบในประเทศที่มีอยู่อย่างหลากหลาย และการพัฒนาเทคโนโลยีการสกัดสารสำคัญจากวัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพและเก็บรักษาสารที่สกัดได้ให้คงสภาพอยู่ได้นาน



➤ อาหารเพื่ออนาคต (Food for the Future)

จึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ นอกจากนี้สารสำคัญที่สกัดได้สามารถนำมาเป็น functional ingredients เพื่อเติมในอาหารที่ผลิตเพื่อเป็น functional foods ที่จะเป็อาหารที่สามารถป้องกันและยืดระยะเวลาในการเกิดโรคได้ อาหารกลุ่มนี้สามารถสร้างจุดแข็งให้แก่อุตสาหกรรมอาหารนวัตกรรมของประเทศได้ด้วย

อย่างไรก็ตาม การผลิตในระดับอุตสาหกรรมต้องการวัตถุดิบที่มีคุณภาพคงที่ในปริมาณที่เพียงพอสม่ำเสมอ ในขณะเดียวกันภาคการเกษตรทั่วโลกกำลังได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ พืชผักเติบโตช้า สัตว์เลี้ยงแคะแกรน เกิดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชชนิดใหม่ ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการปรับตัวทางการเกษตรเพื่อรองรับผลกระทบดังกล่าว และเป็นประเทศชั้นนำของโลกในการผลิตอาหาร เทคโนโลยีที่จำเป็นต้องพัฒนาให้มีความสามารถและมีประสิทธิภาพคือเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) โดยการใช้เทคโนโลยีระบบข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ เทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์ การใช้เซนเซอร์สำหรับการเพาะปลูก การใช้ระบบอัตโนมัติในการเก็บเกี่ยว

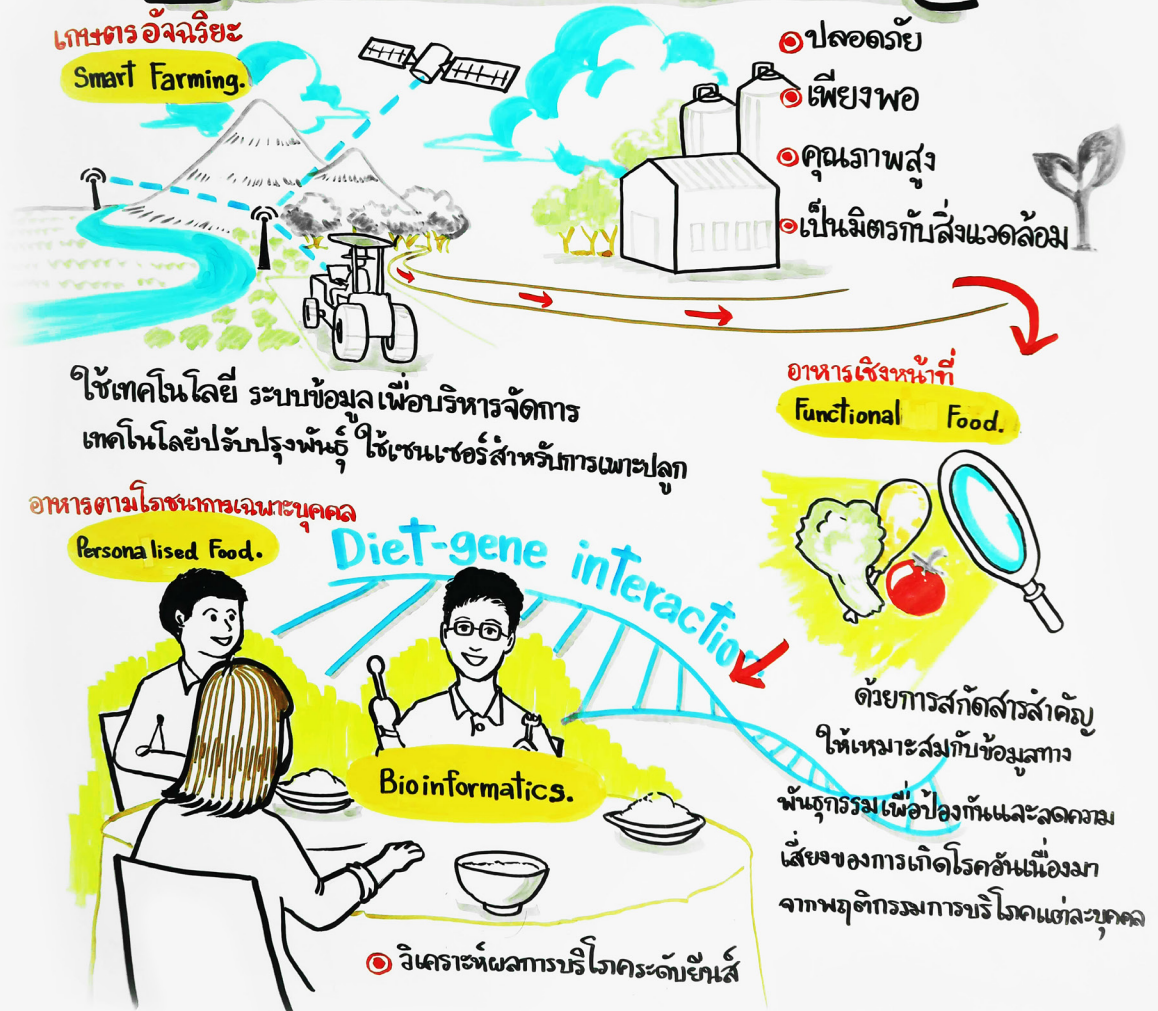
➤ พันธกิจของงานวิจัยขั้นแนวหน้า (Frontier Research Mission)

- สามารถผลิตอาหารคุณภาพสำหรับคนไทยด้วยเทคโนโลยีของตนเอง และมี Food security index อยู่ในกลุ่มบนสุดของโลก
- สามารถออกแบบและผลิตอาหารที่เหมาะสมกับกลุ่มคนไทยที่มียืนเกี่ยวข้องกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง
- สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัตถุดิบทางอาหาร (food ingredients) จากประเทศไทยโดยใช้ความได้เปรียบจากความหลากหลายทางชีวภาพ



อาหารเพื่ออนาคต

FOOD FOR THE FUTURE



ประเด็นวิจัยด้านอาหารเพื่ออนาคต
(Food for the Future)

5.1.2.

ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ขั้นแนวหน้า (Health Frontier)

การทำวิจัยขั้นแนวหน้าด้านการแพทย์และสาธารณสุขเป็นการวิจัยข้ามศาสตร์ระหว่าง แพทยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์การแพทย์และสารสนเทศ โจทย์ที่ท้าทายในด้านนี้คือการป้องกันและวินิจฉัยโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสถานการณ์เชื้อดื้อยาปฏิชีวนะในประเทศไทยที่มีความรุนแรงและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และความต้องการทดแทนซ่อมเสริมและฟื้นฟูเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะทั้งที่เป็นผลจากการบาดเจ็บและจากความชรา เพื่อตอบโจทย์ข้างต้น จำเป็นต้องมีการวิจัยอย่างน้อยใน 3 ประเด็น ดังนี้

1. การแพทย์แม่นยำ (Precision medicine) โดยการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรม ประกอบกับการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดโรคของผู้ป่วยในระดับโมเลกุล (molecular level) การรักษาที่มุ่งเป้าเพื่อจัดการกับกระบวนการของโรคอย่างเฉพาะเจาะจง และปรับการรักษาให้สอดคล้องกับการตอบสนองของร่างกายผู้ป่วยต่อการรักษา โดยการแพทย์แม่นยำนี้ใช้การวิจัยด้านชีววิทยาโมเลกุล และเทคโนโลยีที่อยู่ระหว่างการพัฒนาใช้กระบวนการสเปกโตรสโกปี (spectroscopy) ความสามารถในการจำลองภาพแบบทันที (real-time) ของผลของยาที่เกิดกับร่างกายและปัญหาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ

2. การบำบัดโรคและการวิจัยยาตัวใหม่ (Therapeutics and drug discovery) ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพที่เอื้อต่อการศึกษาวิจัยสารสำคัญจากพืชสมุนไพร เพื่อหาศักยภาพที่จะพัฒนาต่อไปเป็นยาได้ เทคโนโลยีหลักที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ **ชีวสารสนเทศ (Bioinformatics)** สำหรับการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลทางชีววิทยา รวมถึงเทคโนโลยี **ชีวภาพ (Biotechnology)** ในการบำบัดด้วยยีน (Gene therapy) การตัดต่อยีน (Gene editing) และการวิจัยกลุ่มยาชีววัตถุ



3. เวชศาสตร์การเจริญทดแทน (Regenerative medicine) ซึ่งมุ่งหาวิธีทดแทน ซ่อมแซมและฟื้นฟูเซลล์ เนื้อเยื่อ หรืออวัยวะ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้แก่ **เทคโนโลยีสเต็มเซลล์ (Stem cells)** เพื่อพัฒนาสเต็มเซลล์ให้สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์จำเพาะของเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ **เทคโนโลยีวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue Engineering)** สำหรับสร้างผิวหนังเทียม อวัยวะเทียม การปลูกถ่ายเซลล์ หรือเนื้อเยื่อ และ **เทคโนโลยีชีววัสดุ (Biomaterials)** สำหรับพัฒนาวัสดุที่มีคุณสมบัติการใช้งานเฉพาะด้าน สามารถเข้ากับร่างกายได้ เพื่อใช้เป็นวัสดุโครงร่าง (scaffold) ให้เซลล์มายึดเกาะและเจริญเติบโตไปเป็นเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะที่ต้องการ เป็นต้น

➤ **พันธกิจของงานวิจัยขั้นแนวหน้าด้านการแพทย์และสาธารณสุข คือ**

- ลดการพึ่งพาการนำเข้ายาจากต่างประเทศ สามารถผลิตยาได้อย่างเพียงพอต่อเมือง มีคุณภาพและได้รับการรับรองตามมาตรฐานระหว่างประเทศ
- เพิ่มการส่งออกยาและเวชภัณฑ์ รวมทั้งนวัตกรรมทางการแพทย์ เป็นผู้นำทางการแพทย์และสาธารณสุขที่สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้
- สร้างองค์ความรู้และผู้เชี่ยวชาญในประเทศ ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างชาติ พัฒนาและบริหารจัดการอุตสาหกรรมยาและเวชภัณฑ์ และลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงระบบประกันสุขภาพด้วยราคาที่ต่ำลง

การแพทย์และสาธารณสุข ชั้นนำ HEALTH FRONTIER

ผู้สูงอายุ

20%
ในปี 2564.



Preventive and Diagnostic
Medicines.

การแพทย์เพื่อการป้องกันและวินิจฉัย



การตรวจ
คัดกรองโรค
ต้องอาศัยการ
วิเคราะห์, เทคโนโลยี
และนวัตกรรม
ทางการแพทย์



Precision Medicine.

การแพทย์แม่นยำ



Bio Sensor.

Scaffold.
วัสดุโครงร่าง

IOT

Personal
Device.



Biotechnology

เทคโนโลยีชีวภาพ

3D Printing.

เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

Gene Editing



Therapeutics and
drug discovery.

การบำบัดโรคและ
การวิจัยตัวใหม่

Regenerative Medicine.

เวชศาสตร์การเจริญทดแทน

Tissue Engineering

ประเด็นวิจัยด้านการแพทย์และสาธารณสุขชั้นนำ

(Health Frontier)

5.1.3

พลังงานแห่งอนาคต (Future Energy)

พลังงานมีความสำคัญกับการดำเนินชีวิตและคุณภาพชีวิตของสังคมสมัยใหม่มาก ความต้องการใช้พลังงานจึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แหล่งพลังงานในธรรมชาติ เช่น แสงแดด ลม หรือความร้อนใต้พิภพ แม้จะมีอยู่มากมายแต่การเปลี่ยนพลังงานเหล่านี้ให้มาอยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้งานได้กับเครื่องมือ เครื่องจักรกล ยานพาหนะ และสิ่งอื่นๆ ยังคงเป็นโจทย์ที่สำคัญ เช่นเดียวกับการกักเก็บพลังงาน ข้อเสนอการวิจัยขั้นแนวหน้าด้านพลังงาน มีดังนี้

1. งานวิจัยด้านวัสดุขั้นสูง (Advanced Materials for Energy Conversion and Energy Storage)

มุ่งเน้นการค้นคว้าหาวัสดุที่มีศักยภาพในการนำมาสร้างและการเก็บพลังงาน เช่น กราฟีน (graphene) และงานวิจัยด้าน artificial atom ที่เปลี่ยนสภาวะทางธรรมชาติของวัสดุให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ด้านพลังงาน

2. งานวิจัยด้านการผลิตพลังงาน (Frontier Energy Conversion)

มุ่งเน้นค้นหาการผลิตพลังงานเช่น การผลิตพลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน การผลิตพลังงานจากก๊าซไฮโดรเจน และเซลล์แสงอาทิตย์รุ่นถัดไปที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า 31%



➤ พลังงานแห่งอนาคต (Future Energy)



3. งานวิจัยด้านการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน เช่น เทคโนโลยีการกักเก็บประจุไฟฟ้า (battery หรือ supercapacitor) เทคโนโลยีการกักเก็บก๊าซไฮโดรเจน รวมทั้งการจัดเก็บทางเคมีโดยใช้โมเลกุลรูปแบบต่างๆ เป็นต้น

➤ **พันธกิจของงานวิจัยพลังงานขั้นแนวหน้า (Frontier Research Mission)**

- มีนวัตกรรมจากวัสดุที่สามารถสร้างและการเก็บพลังงานได้
- มีเทคโนโลยีการผลิตตัวกักเก็บพลังงานประสิทธิภาพสูง
- สามารถผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานในธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ



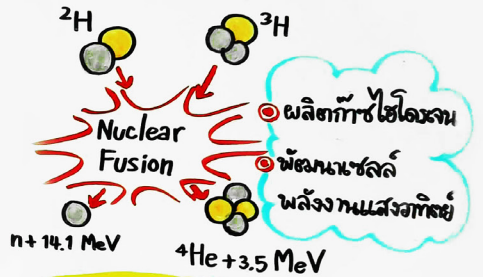
พลังงานแห่งอนาคต FUTURE ENERGY



- เทคโนโลยีการกักเก็บประจุไฟฟ้า
- การขนส่ง ไฮโดรเจนอัด, ไฮโดรเจนเหลว

LCA

เทคโนโลยีลด
การปล่อยก๊าซ
เรือนกระจก



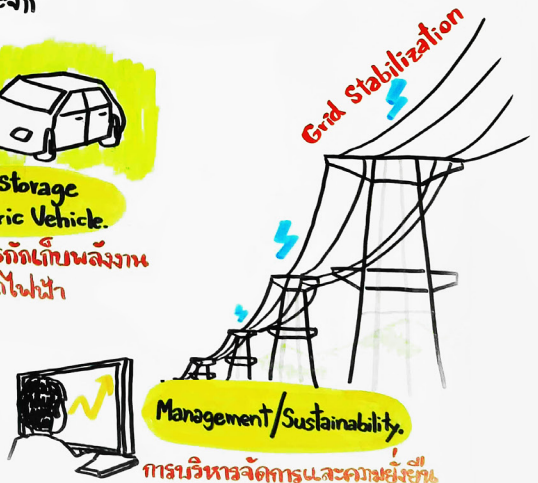
Frontier Energy Conversion

งานวิจัยด้านการผลิต
พลังงาน



Energy Storage and Electric Vehicle

งานวิจัยด้านการกักเก็บพลังงาน
และรถไฟฟ้า



Grid Stabilization

Management/Sustainability

การบริหารจัดการและความยั่งยืน

ประเด็นวิจัยด้านพลังงานแห่งอนาคต
(Future Energy)

- การป้องกันภัยคุกคาม/รับมือความเสี่ยง และสร้างโอกาสในอนาคต (Future Threats and Opportunities)

5.1.4

การเตรียมความพร้อมรับความท้าทาย ของศตวรรษ

สังคมไทยในอนาคตจะเป็น สังคมขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและการเชื่อมต่อกันในทุกมิติ มีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง และจะดำเนินชีวิตร่วมกับระบบอัตโนมัติ และปัญญาประดิษฐ์ มีการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์ในทุกด้านที่สามารถค้นหาตรรกะที่ชัดเจนได้ ลักษณะดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความท้าทาย ซึ่งจะเป็นทั้งโอกาสและความเสี่ยงในเวลาเดียวกัน ตัวอย่างที่ชัดเจนอันหนึ่งคือระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพที่ออกแบบให้สามารถตอบสนองได้ในระดับบุคคล แต่ก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูล หรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลนั้น เพื่อเผชิญหน้ากับความท้าทายของศตวรรษดังกล่าว จึงจำเป็นต้องสร้างความพร้อมและความเป็นเลิศใน 3 ด้าน นี้

1. **ด้านการคำนวณและประมวลผลข้อมูลในรูปแบบใหม่ (New Paradigm in Computation and Processing)** งานวิจัยที่มีความท้าทายและเป็นหัวใจสำคัญ ได้แก่ การพัฒนาด้าน supercomputer งานวิจัยด้าน Data Storage เพื่อเพิ่มความสามารถและประสิทธิภาพในประมวลผลข้อมูลและการเก็บข้อมูล รวมทั้งเป็นฐานไปสู่การวิจัยด้านคอมพิวเตอร์เชิงควอนตัมต่อไป
2. **ด้านการเชื่อมต่อสื่อสารและการบริหารจัดการสังคมเมือง (New Paradigm in Connectivity, Communication and Advanced Urban Management)** เป้าหมายสำคัญคือ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูง



- การป้องกันภัยคุกคาม/รับมือความเสี่ยง และสร้างโอกาสในอนาคต (Future Threats and Opportunities)

ที่สุดและพร้อมรับการเปลี่ยนโฉมของ IoT platform ที่จะก้าวไปสู่เทคโนโลยีชุดใหม่ เช่น THz devices, supersensitive sensors และ participatory sensing เป็นต้น และเพื่อพัฒนาระบบเครือข่ายและการสื่อสารที่รวดเร็วปลอดภัยและมีความเสถียรสูงด้วยเทคโนโลยี Blockchain รวมทั้งการวิจัยด้าน Human-Machine Interaction เพื่อรองรับการทำงานร่วมกันของมนุษย์และหุ่นยนต์ให้เกิดความปลอดภัยและประสิทธิภาพ

3. การเก็บเกี่ยวและแสวงหาความรู้ในอนาคต (New Paradigm in Knowledge Exploration) เพื่อสร้างทุนทางความรู้สำหรับอนาคต การสำรวจดินแดนที่ยังไม่เคยไปถึง หรือการจำลองหรือทดลองในสภาวะที่ไม่มีอยู่บนโลก อาจทำให้เข้าใจธรรมชาติในมุมมองใหม่ นำไปสู่องค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น space exploration ทั้งการสังเกตจากโลกและการสำรวจในอวกาศยังคงเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ดังกล่าว และสร้างแรงบันดาลใจให้เกิดการค้นหาคำอธิบายธรรมชาติต่อไป ซึ่งอาจรวมถึงการวิจัยกลุ่ม Earth-Planet-Space teleconnection, Space-Gravity signal warning, non-earth remote sensing รวมทั้งการทดลองในสภาวะ microgravity หรือ extreme condition ด้วย

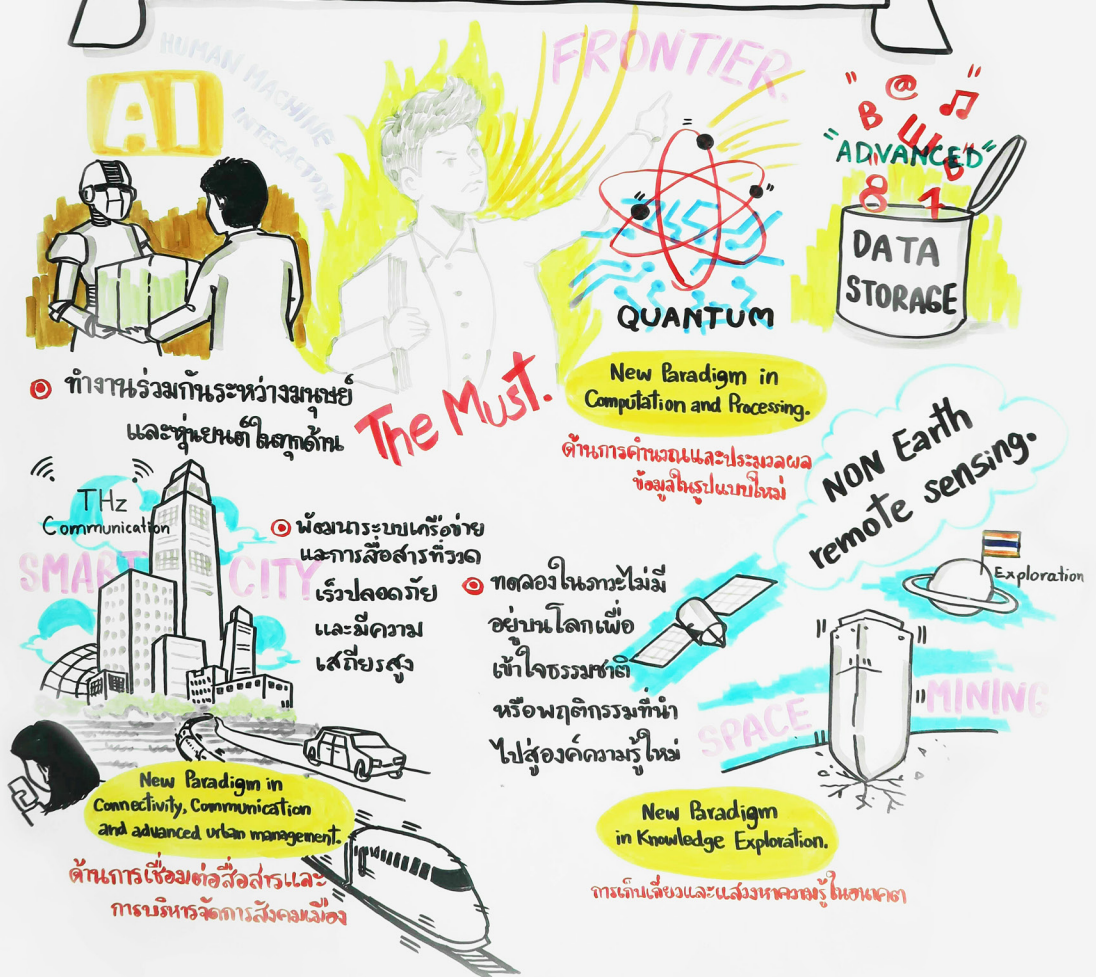
➤ พันธกิจของงานวิจัยขั้นแนวหน้าเพื่อการเตรียมความพร้อมรับความท้าทายของศตวรรษ

- มีกลุ่มของ supercomputer ที่พร้อมใช้งานในด้านต่างๆ ที่ต้องการพลังในการคำนวณสูง
- มีระบบการสื่อสารที่รวดเร็วและปลอดภัย
- คนไทยสามารถดำเนินชีวิตร่วมกับระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ และทำงานร่วมหุ่นยนต์ได้อย่างปกติและใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่



การป้องกันภัยคุกคามและรับมือความเสี่ยง, โอกาสในอนาคต

FUTURE THREATS AND OPPORTUNITIES



ประเด็นวิจัยการป้องกันภัยคุกคาม/รับมือความเสี่ยง และสร้างโอกาสในอนาคต
(Future Threats and Opportunities)

5.2 วิทยาศาสตร์พื้นฐานขั้นแนวหน้าและ โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

การวิจัยขั้นแนวหน้าโดยธรรมชาติมักเป็นการวิจัยข้ามศาสตร์หรือผสมผสานระหว่าง
ศาสตร์พื้นฐาน เพื่อนำความรู้และเครื่องมือที่พัฒนาในศาสตร์อื่นเข้ามาตั้งคำถาม
และศึกษาระบบในอีกศาสตร์หนึ่งที่ต่างออกไปเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ หรือการวิจัย
ที่ขยายขอบเขตของวิทยาศาสตร์พื้นฐานให้กว้างขึ้น อย่างไรก็ตามสิ่งเหล่านี้จะเกิด
ได้ก็ต่อเมื่อการศึกษาภายในศาสตร์นั้นเข้มแข็งและอยู่ในขั้นแนวหน้า และกล่าที่จะ
จินตนาการและทำในสิ่งที่ขัดกับกฎของธรรมชาติ ซึ่งการทำวิจัยขั้นแนวหน้านี้จะ
เกิดไม่ได้เลย หากไม่มีการพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนไปพร้อมกันไม่ว่าจะเป็นด้าน
บุคลากร แหล่งข้อมูลทางวิชาการ โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และบรรยากาศ
วิชาการที่ดีพอและเพียงพอ

5.2.1 วิทยาศาสตร์พื้นฐานขั้นแนวหน้า

การวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีเป้าหมายหลักเพื่อเข้าใจธรรมชาติ สร้างกรอบและ
กฎเพื่อจะอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งต้องการหาทางเอาชนะกฎของธรรมชาติ
เหล่านั้น เพื่อแก้ปัญหาที่มีอยู่ หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้น ซึ่งสามารถ
นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้พื้นฐานแขนงใหม่ได้ด้วย

การวิจัยฟิสิกส์เชิงควอนตัมและเทคโนโลยีเชิงควอนตัมจะยังคงเป็น
วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ผลักดันให้เกิดความรู้และความสามารถใหม่ รวมทั้งจะเป็น
เครื่องมือในการศึกษาระบบทางชีววิทยาและระบบทางเคมีด้วย ในส่วนของเทคโนโลยี
เชิงควอนตัมที่มีความเป็นไปได้ในประเทศไทยได้แก่ การวิจัยด้านข้อมูลเชิงควอนตัม
(Quantum Information) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ การสื่อสารเชิงควอนตัม (Quan-
tum Communication) การวัดและการรับรู้เชิงควอนตัม (Quantum Metrology and
Sensing) การคำนวณเชิงควอนตัม (Quantum Computing) และ การจำลองเชิงคว
อนตัม (Quantum Simulation) ซึ่งได้รับการคาดการณ์ว่าจะทำให้เกิดเทคโนโลยี
ใหม่ที่จะเปลี่ยนทิศทางจากเทคโนโลยีเก่าอย่างสิ้นเชิง โดยเฉพาะในเทคโนโลยี
สื่อสาร เทคโนโลยีการคำนวณและการประมวลผลที่จะมีกำลังในการคำนวณเพิ่ม
ขึ้นอย่างมีนัย รวมไปถึงการออกแบบระบบที่ซับซ้อน ไม่ว่าจะเป็นระบบทางชีวภาพ
หรือระบบทางกายภาพ

การวิจัยด้านพันธุกรรม ระบบชีววิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพ ยังคงเป็นพื้นฐานในการขับเคลื่อนงานวิจัยขั้นแนวหน้า การพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการตัดต่อพันธุกรรม (genome editing) ทำให้เราสามารถปรับปรุงและควบคุมการแสดงออกทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต ทำให้เราทดสอบสมมุติฐานเพื่อเข้าใจพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตและนำไปสู่การควบคุมได้ จนถึงการศึกษาของธรรมชาติเพื่อสร้างสรรค์สิ่งมีชีวิตใหม่หรือตอบโจทย์การใช้ชีวิตในอนาคต การวิจัยด้านระบบชีววิทยา (biological system) ตั้งแต่ความสัมพันธ์ของโมเลกุลระดับต่ำกว่าเซลล์ จนถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงและมีวิวัฒนาการไปเรื่อยๆ งานวิจัยด้านนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการคาดการณ์และเพื่อให้มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง หรือการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) เพื่อเป็นการขยายพรมแดนของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานทางชีววิทยาในการค้นพบสิ่งใหม่ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตในสภาวะแวดล้อมที่สุดขั้ว (extreme environment)

การวิจัยด้านเคมีและวัสดุ เป็นอีกหนึ่งด้านที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก งานวิจัยพื้นฐานอย่างปฏิกิริยาเคมี พันธะเคมีที่ส่งผลต่อสมบัติเชิงไฟฟ้าและเชิงกายภาพ ความเข้าใจเหล่านี้พื้นฐานเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมต่อไปยังการเกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ปฏิกิริยาเคมีมีลักษณะเด่นคือสามารถ scale up จากระดับ lab scale ไปสู่การผลิตและใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การวิจัยขั้นแนวหน้าเชิงวัสดุเพื่อการสร้างสรรค์วัสดุใหม่ หรือโมเลกุลที่ไม่มีอยู่ในธรรมชาติเพื่อให้มีสมบัติตามที่ต้องการนำไปใช้งาน ทะลุขีดจำกัดทางธรรมชาติ และนำจินตนาการมาทำให้เป็นจริง งานวิจัยขั้นแนวหน้าที่จะเพิ่มความสามารถและประโยชน์ของวัสดุจะต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เป็นสมบัติของสาร หรือวัสดุเหล่านั้น เพื่อนำความรู้ดังกล่าวไปสร้างวัสดุเหนือธรรมชาติ อย่างเช่นอะตอมประดิษฐ์ (artificial atoms) หรือวัสดุประดิษฐ์อย่าง “เมตาแมททีเรียลส์” (metamaterials) ซึ่งมีสมบัติที่เหนือขีดจำกัดของธรรมชาติและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมเช่น ตัวเก็บประจุยิ่งยวด (supercapacitor) วัสดุที่มีน้ำหนักเบาและยืดหยุ่นแต่แข็งแรงกว่าเหล็ก วัสดุที่ทนและกันความร้อนสูง หรือเซนเซอร์ที่ยังมีขนาดเล็กแต่รับสัญญาณได้มากขึ้น นอกจากนี้การศึกษาเพื่อค้นพบอนุภาคใหม่ หรือเพื่อสังเคราะห์ธาตุ หรือโมเลกุลใหม่ ก็จัดเป็นงานวิจัยที่เพิ่มทั้งองค์ความรู้และศักยภาพในการนำสิ่งใหม่ที่ค้นพบไปใช้ให้เกิดประโยชน์

5.2.2 โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

การวิจัยขั้นแนวหน้าจำเป็นต้องใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ซึ่งการสร้าง ติดตั้ง และใช้งานเครื่องมือเหล่านี้ด้วยตัวมันเองก็ต้องการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งประสบการณ์และทักษะเฉพาะ ในส่วนของการพัฒนาเครื่องมือเหล่านี้ต้องใช้การวิจัยและการทดสอบขั้นแนวหน้า และมีโอกาสที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่และเทคโนโลยีใหม่ด้วย นอกเหนือไปจากนั้น โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงเหล่านี้ยังทำหน้าที่เป็น platform ให้นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยมาทำงานร่วมกันอีกด้วย โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่จำเป็นเหล่านี้ ประเทศไทยมีอยู่แล้วบางส่วน ซึ่งอาจจะจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยและมีความสามารถมากขึ้น เช่น เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน และกล้องจุลทรรศน์ขนาดใหญ่ ในฐานะโครงสร้างพื้นฐานการวิจัยระดับชาติ แต่ประเทศไทยยังขาดห้องปฏิบัติการร่วมระดับชาติที่มีความพร้อมทางเครื่องมือและบุคลากรเพื่อสนับสนุนการวิจัยขั้นแนวหน้าของนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัย เพื่อให้การวิจัยขั้นแนวหน้าด้านเทคโนโลยีเชิงควอนตัมและวัสดุขั้นสูงเป็นไปได้จำเป็นต้องมีห้องปฏิบัติการที่สามารถผลิต (fabrication) วิเคราะห์ (characterization) ทดสอบ (test) และจำลอง (simulation) ระบบที่ต้องการศึกษาได้ ทั้งหมดนี้เป็นองค์ประกอบที่ต้องมีการพัฒนาควบคู่กันไปกับงานวิจัยขั้นแนวหน้าอย่างต่อเนื่อง

6. ปัจจัยแห่งความสำเร็จ

6.1 การสนับสนุนจากรัฐบาล และฝ่ายการเมือง

เนื่องจากการวิจัยขั้นแนวหน้าเป็นการลงทุนเพื่อบุกเบิกการสร้างความรู้และความสามารถที่ไม่เคยมีมาก่อนเพื่อสร้างความเป็นเลิศในอนาคต จึงต้องการการลงทุนทั้งทางงบประมาณและเวลา รวมทั้งต้องยอมรับธรรมชาติของงานวิจัยกลุ่มนี้ที่มีความเสี่ยงสูง มีการแข่งขันสูง แต่หากทำสำเร็จจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ดังนั้นการวิจัยขั้นแนวหน้าจะเกิดขึ้นได้เฉพาะเมื่อฝ่ายรัฐบาลและการเมืองผู้กำหนดนโยบาย และฝ่ายนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยที่เป็นผู้ทำงาน มีความกล้า มุ่งมั่นและอดทน โดยที่ฝ่ายการเมืองให้ความเข้าใจและให้การสนับสนุนทรัพยากรที่เหมาะสมและต่อเนื่อง โดยต้องมีงบประมาณที่เพียงพอ เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยสามารถรวมกลุ่มกันทำงานได้ และสามารถสร้างและจัดหาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการวิจัยขั้นแนวหน้าที่เหมาะสม ให้สามารถสร้างงานวิจัยต้นน้ำที่ดีและมีคุณภาพ พร้อมๆ กับเก็บเกี่ยวผลผลิตจากองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นระหว่างทางจากต้นน้ำถึงปลายน้ำ เพื่อให้เกิดวัฏจักรความรู้ที่สมบูรณ์ ต่อเนื่อง และยั่งยืน

6.2 ยุทธศาสตร์และการบริหารจัดการ รูปแบบเฉพาะเพื่อการวิจัยขั้นแนวหน้า

การกำหนดยุทธศาสตร์การวิจัยขั้นแนวหน้านั้น จะต้องอาศัยพันธะในทางนโยบายที่จะสร้างประเทศในระยะยาว ด้วยการมีฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นของตนเอง ดังนั้น ระบบและกลไกในการบริหารจัดการงานวิจัยขั้นแนวหน้านี้ ต้องได้รับการออกแบบเป็นการเฉพาะแตกต่างจากการวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมที่หวังผล

เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในปัจจุบันหรือในระยะสั้น การวิจัยขั้นแนวหน้าต้องตั้งเป้าเพื่อสร้างความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์ ไปอยู่ในจุดที่เป็นแนวหน้าของการสร้างความรู้ในเรื่องนั้นๆ การตั้งโจทย์วิจัยต้องไม่ติดกรอบนิยาม โดยการวิจัยขั้นแนวหน้า (Frontier Research) อาจเป็นการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Basic Research) หรือการวิจัยขั้นประยุกต์ (Applied Research) หรืออาจเป็นทั้งการวิจัยขั้นพื้นฐานและการวิจัยขั้นประยุกต์ร่วมกันก็ได้ ทั้งนี้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบทั้งการวิจัยขั้นพื้นฐานและการวิจัยขั้นประยุกต์ร่วมกัน นอกจากนี้ งานวิจัยขั้นแนวหน้าอาจจะเป็นการผสมผสานของงานวิจัยหลายสาขาวิชา (Multidisciplinary) และข้ามสาขาวิชา (Interdisciplinary) เพื่อให้สามารถก้าวไปสู่ความเป็นเลิศของงานวิจัยในเรื่องนั้นๆ นอกจากนี้ การออกแบบระบบงบประมาณ การติดตามและประเมินผล ต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของงานวิจัยขั้นแนวหน้าที่มักมีความเสี่ยงสูง มีการแข่งขันสูง แต่หากทำสำเร็จจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ทั้งนี้ ระบบและกลไกสำหรับการสร้างงานวิจัยขั้นแนวหน้าจะต้องเชื่อมโยงกับการสร้างงานวิจัยระดับอื่นๆ ให้เกิดเป็นระบบวิจัยที่เข้มแข็งของประเทศ การวิจัยขั้นแนวหน้าเป็นการเติมพื้นที่อนาคตประเทศ หากรัฐให้การสนับสนุนวงการวิทยาศาสตร์ก็พร้อมที่จะก้าวเดินไปกับรัฐบาล นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่เชื่อเป็นอย่างยิ่งว่าศักยภาพของนักวิทยาศาสตร์ไทยที่สั่งสมมานาน จะสามารถช่วยกันส่งประเทศไทยไปสู่การเป็นประเทศชั้นนำทางวิทยาศาสตร์ของโลกได้ ... นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นำไทยไปด้วยกัน

ภาคผนวก 1

ผู้ร่วมจัดทำ
และสนับสนุนข้อมูล



ผู้ร่วมจัดทำและสนับสนุนข้อมูล

กัญญาณนต์ ต่วนชื่น

กัณฐิกา ประยูรรักษ์

กัมปนาท ชิลวา

กาญจนา ต่วนเทศ

กาญจนา วาณิชกร

กิตติชัย ไศพิพันธุ์

กิตติพงศ์ พร้อมวงศ์

ข้าว ต้นสมบูรณ์

เชมฤทัย ถามะพัฒน์

คมสันต์ สุทธิสินทอง

จักรวาล ไม้ทิพย์

จิระ เพชรวิโรจน์

จุฑารัตน์ รักประสิทธิ์

เจษฎา ป่อทรัพย์

ชยุตม์ ถานะภิรมย์

ชลิสา ไชยพัฒนะพฤษ

ชโลธร บุญเหลือ

จิตพัฒน์ เงินสุทธีวรกุล

จิตติมา สงเคราะห์

ณัฐกิตติ์ เสี่ยม

ณัฐวัธ ปรมาณพล

ณัฐวัฒน์ จารุโชคทวีชัย

ณัฐวุฒิ อนุทวีวัฒน์

ณิศรา จันทรประทีน

ทัญพงค์ ตุลยานนท์

ทิพย์วาทิ กกรัมย์

ธงไทย วิฑูรย์

ธนชาติ เอกนภากุล

ธนพล ไชยแสน

ธนพล เดชวิริยะกิจ

ธนภัทร์ ดีสุวรรณ

ธนชสิทธิ์ พูนไพบูลย์พัฒนา

ธนาคาร วงษ์ดีไทย

ธวัชชัย อิทธิพูนธนกร

ธวิน เอี่ยมปรีดี

นนท์ ทองโปร่ง

นพมาศ จารย์คำมา

นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร

ปฏิวะธ วุฒิสารวัฒนา

ปพิชญา ชัยสกุล

ประเมษฐ์ ชุ่มยิ้ม

ประสิทธิ์ เผ่าทองคำ

ปราการเกียรติ ยังคง

ปราณปรียา ศรีวรรณวิทย์ ลุนด์แบร์ย

ปรินันท์ วรรณสว่าง

ปานทิพย์ อัมพรรัตน์

ปิยนุช อ้อพงษ์

ปิยพัฒน์ พูลทอง

ปิยวัฒน์ ทักษิณ

พลชาติ โชติการ

ผู้ร่วมจัดทำและสนับสนุนข้อมูล

พัชรพล กอกิตรัตนกุล
พัชรภรณ์ วีระชนะศักดิ์
พาขวัญ ชาญประโคน
พิกุลทอง ขอเพิ่มทรัพย์
พินิจ กิจขุนทด
พิพัฒน์ เรือนคำ
พีรญา ตันตือนุภาพ
พีรพัฒน์ ทองนีก
ภัทรา เลิศศราวฐ
ภาสุ พูนภักดี
มนตรี สุขเลื่อง
มนันยา ชุณหะวัณยานนท์
มนัสชัย คุณาเศรษฐ
ยอดธง เม่นสิน
ยุทธนา รุ่งธรรมสกุล
รกรอง เจียเจริญ
รัชนิพร จันทรสา
รุ่งโรจน์ กมลเดชเดชา
รุจจพันธ์ เกตุกล้า
ลลิตา อัดนโถ
ลีดา มิตรายน
วชิรพันธุ์ พันธุ์กระวี
วันชพร อรุณมณี
วรมย์ญลิน ทิพย์มณี
วรวิภัลยา เกียรติพงษ์ลาภ

วรวิทย์ มีสุข
วโรตม เจริญสวรรค์
วศะพร จันทรพัฒน์
วศิน เวชกามา
วินัย เขาวนวิวัฒน์
วิภาพร อัสวพิศิษฐ์
วีรยุทธ กิตติโชติรัตน์
วีระวัฒน์ พรุ่งเรืองโชค
ศวรรณี สุธีร์วรพงศ์
ศักรพงษ์ วรรณวัฒนา
ศิวนนท์ จิรวัดโนทัย
ศุภพัชร พวงแก้ว
ศุภวงศ์ ท้าวรอบ
สรทศ ตันติธีรวิทย์
สลิลพร กิตติวัฒนากุล
สิทธิพงศ์ สรเดช
สิรินยา ลิ้ม
สิริมา เกกิงวงศ์ตระกูล
สิวินัย สวัสดิ์อารี
สุชีวา ینگค์ประเสริฐ
สุธารัตน์ หมั่นมี
สุนิตย์ พุกกลาง
สุพัชรี ศิริวงศ์
สุภัค วิรุพหการุญ
สุรัชย์ สถิตคุณารัตน์

ผู้ร่วมจัดทำและสนับสนุนข้อมูล

สุรศักดิ์ รัชชชาพิศุทธิ์
เสาวคนธ์ วงศาสุลักษณ์

โสภิตา ทองโสภิต

อภิชาติ อภัยวงศ์

อรณิชา เวชปาน

อรนุช รัตนะ

อรพรรณ เวียรชัย

อ้อยใจ อ่องห่วย

อัมรินทร์ พิมพ์หนู

อาคม ปะหลามานิต

อาทิตย์ ทิพย์พิชัย

อาภาภรณ์ สกุลการะเวก

อารีรัตน์ เจียมประเสริฐบุญ

อิทธิพล ฟองแก้ว

อิสรา ราศรีทัศน์

อุดม แซ่อึ้ง

เอกชัย วารินศิริรักษ์

เอกรัฐ พงษ์ไธมาส

ภาพประกอบ

ตุลย์ เล็กอุทัย

ออกแบบรูปเล่ม

กิตติชัย กวีกิจมณี

ภาคผนวก 2

รายละเอียดประเด็นวิจัย ชั้นแนวหน้า



ประเด็นการวิจัย
ด้านอาหารเพื่ออนาคต
(Food for the Future)



ประเด็นการวิจัยด้านอาหาร เพื่ออนาคต (Food for the Future)

ภาคการเกษตรทั่วโลกได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ พืชผักเติบโตช้า สัตว์เลี้ยงและแคว้น เกิดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชชนิดใหม่ แนวโน้มแรงงานทำการเกษตรและประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรลดลงอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย และทั่วโลก ในปี 2564 ประเทศไทยจะมีสัดส่วนผู้สูงอายุเป็นร้อยละ 20 ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการปรับตัวทางการเกษตรเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง และเพื่อเป็นประเทศชั้นนำของโลกในการผลิตอาหาร โดยมีเป้าหมายในการผลิตอาหารอย่างมีประสิทธิภาพครบวงจร กล่าวคือ ปลอดภัยตลอดห่วงโซ่คุณค่า ผลผลิตสูง ต้นทุนต่ำ ยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในปี 2560 คนไทยเสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ประมาณ 320,000 คน โดยเป็นโรคหลอดเลือดสมองอันดับหนึ่ง รองลงมาเป็นโรคหัวใจขาดเลือด เบาหวาน ความดันโลหิตสูง โดยส่วนมากเป็นประชากรวัยทำงาน ปัจจุบันรัฐบาลให้ความสำคัญในการรักษาประมาณ 4 แสนล้านบาทต่อปี สาเหตุส่วนใหญ่ของโรค NCDs ไม่ได้เกิดจากรูปแบบการใช้ชีวิตของผู้บริโภคเท่านั้น แต่ยังมีสาเหตุทางพันธุกรรมที่ทำให้คนบางกลุ่มมีความไวต่อการเป็นโรค NCDs มากกว่ากลุ่มอื่น พันธุกรรมดังกล่าวคือการมียีนที่แสดงออกได้ไวเมื่อได้รับสิ่งกระตุ้น หากเมื่อตัดสิ่งกระตุ้นดังกล่าวเพื่อควบคุมยีนไม่ให้มีการแสดงออก หรือเพิ่มการบริโภคสารบางกลุ่มเพื่อให้ยีนกลุ่มที่ต้องการแสดงออก จะเป็นการสร้างทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและยีน (Diet-gene interaction) และผู้บริโภคกลุ่มเสี่ยงสามารถเลือกบริโภคอาหารที่เหมาะสม (Personalized diet) เพื่อลดการเกิดโรค NCD

กรอบแนวคิดของการวิจัยด้านอาหารเพื่ออนาคต มีเป้าหมายเพื่อให้ประเทศไทยสามารถผลิตอาหารที่มีคุณภาพสำหรับประชาชนในประเทศได้ด้วยตนเอง และมี Food security index อยู่ในระดับ Top rank ของโลก มีอาหารที่เหมาะสมกับกลุ่มคนที่มียีนเกี่ยวกับโรค NCDs โดยครอบคลุมด้าน Genome sequencing, Food ingredient technology และ Nutrigenomics สำหรับ NCDs และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับ

food ingredients จากประเทศไทยมีความหลายทางชีวภาพสูง มีกระบวนการผลิต และการบริหารจัดการวัตถุดิบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดตลอดห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) มีความปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเด็นย่อย (Subtheme) ดังนี้

1. เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming)

การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารจัดการทางการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพทั้งปริมาณและคุณภาพ ต้นทุนลดลง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเทคโนโลยีหลักที่มีความสำคัญต่อเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) มีดังนี้ **IoT & Big Data** เป็นการนำระบบข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อใช้ในการบริหารจัดการด้านการเกษตร **เทคโนโลยีที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ยีน (gene)** มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีในการศึกษาและวิเคราะห์ยีนที่มีผลต่อการสร้างสารสำคัญในพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ และศึกษาวิเคราะห์ยีนเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อสร้างอาหารใหม่ๆ **เซ็นเซอร์ (sensors)** เป็นการนำเทคโนโลยีเซ็นเซอร์มาใช้ในการตรวจจับ (detect) เช่น ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ที่จำเป็นสำหรับการเพาะปลูกเพื่อใช้ในการตัดสินใจวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วเพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบในการบริหารจัดการการทำเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ **Natural Pesticides** มุ่งเน้นในการลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ **Biocontrol** เป็นการควบคุมแมลงและศัตรูพืชโดยนำสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ อาทิ นำเอาแมลงและสัตว์อื่นๆ ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติมาช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืช

2. อาหารเชิงหน้าที่และอาหารโภชนาการเฉพาะบุคคล (Functional and Personalized Food)

อาหารเชิงหน้าที่ (Functional Food) ประเทศไทยมีความโดดเด่นในด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ที่สามารถนำวัตถุดิบมาสกัดสารออกฤทธิ์สำคัญ และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่ (functional food) ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ นอกเหนือไปจากคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐาน **อาหารตามโภชนาการเฉพาะบุคคล (Personalized Food)** เป็นอาหารที่มีแนวคิดในการบริโภคอาหารให้เป็นยาและเหมาะสมกับยีนส์ (Gene) ของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อป้องกัน

และลดความเสี่ยงของการเกิดโรคอันเนื่องมาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสมกับยีนส์ของแต่ละบุคคล เทคโนโลยีหลักที่มีความเกี่ยวข้องต่ออาหารเชิงหน้าที่และอาหารโภชนาการเฉพาะบุคคล มีดังนี้ **ชีวสารสนเทศ (Bioinformatic)** การวิจัยและพัฒนาเพื่อนำเทคโนโลยี OMIC มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อศึกษาคคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อสุขภาพของผู้บริโภค และวิเคราะห์ว่าอาหารที่บริโภคเข้าไปมีผลอย่างไรในระดับยีนส์ **อาหารควบคุมเพื่อคนสูงอายุ (Aging food control)** ที่ต้องเหมาะกับลักษณะทางโภชนาการและการบริโภคที่มีความแตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นของประชากร **Control release system** เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยสารไปยัง target ในร่างกาย อาทิเช่น Encapsulation Technology เป็นต้น

3. อาหารปลอดภัย (Food Safety)

Plasma, Synchrotron, Nuclear เป็นเทคโนโลยีทางเลือกที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพอาหาร เช่น การปนเปื้อน และการปลอมปน ซึ่งการใช้เทคโนโลยีกลุ่มนี้จะได้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว แม่นยำ และลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ แต่ทั้งนี้ปัจจุบันมาตรฐานการวิเคราะห์ยังกำหนดให้ใช้วิธีดั้งเดิม จึงควรผลักดันให้เทคโนโลยีเหล่านี้มีบทบาทในการนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์หรือฆ่าเชื้อ **Sensor Array** การใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารในรูปแบบการตรวจวิเคราะห์ครั้งเดียวแล้วสามารถรู้ผล toxicity ได้หมดทุกสาร **Functional Material** เป็นการนำวัสดุที่ได้รับการพัฒนาให้มีสมบัติการใช้งานเฉพาะด้าน พัฒนาขึ้นจากวัสดุต่างๆ โดยสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ หรือตัวชี้วัดคุณภาพอาหารเพื่อให้อาหารมีความปลอดภัย **Toxicity testing** การตรวจวิเคราะห์อย่างรวดเร็วและแม่นยำสูง

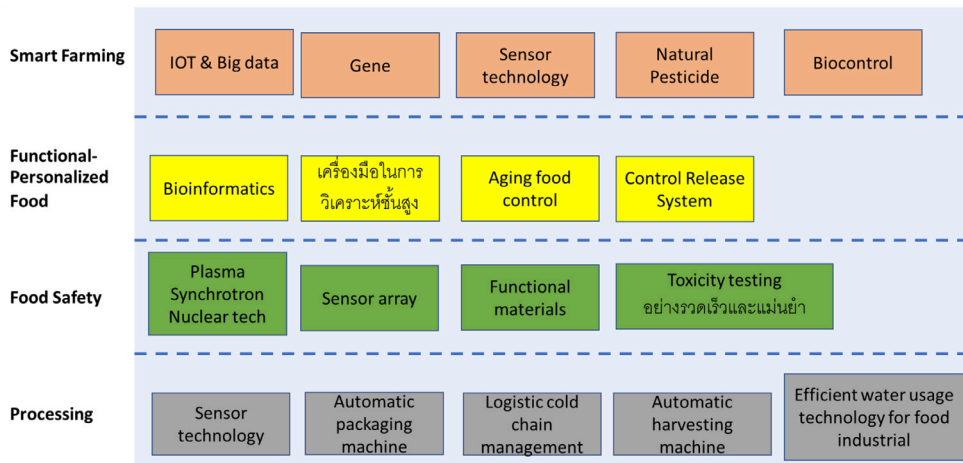


4. เทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิต (Processing Technology)

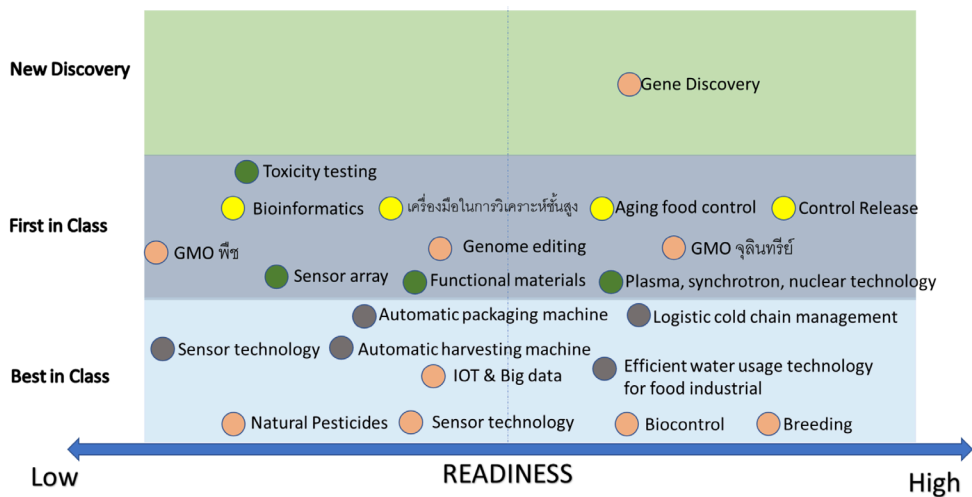
การนำเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูง ลด Waste และเพิ่ม Productivity

Automation harvesting machine นำระบบอัตโนมัติมาใช้ในการเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ ความสุกของผลผลิตเพื่อเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ Automatic packaging machine การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์มาช่วยในการเก็บรักษาและยืดอายุ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนาน Logistic cold chain management การบริหารจัดการกระบวนการขนส่งสินค้าโดยควบคุมอุณหภูมิที่มีความเหมาะสม Efficient water usage technology การนำเทคโนโลยีมาทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการ ประหยัดน้ำ และกำหนดมาตรฐานการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำ

> ภาพผนวก 2 : รายละเอียดประเด็นวิจัยชั้นแนวหน้า



ภาพที่ 1: กลุ่มอาหารเพื่ออนาคต แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นย่อย (Subtheme)



ภาพที่ 2: Potential Research Output

ประเด็นการวิจัยด้าน
การแพทย์และสาธารณสุข
ชั้นแนวหน้า
Health Frontier

ประเด็นการวิจัยด้านการแพทย์ และสาธารณสุขชั้นแนวหน้า (Health Frontier)

กรอบแนวคิดของการแพทย์และสาธารณสุขจะเป็นการวิจัยเพื่อสนับสนุนภาพอนาคตของคนไทยให้มีคุณภาพชีวิตที่ดี โดยจากรายงานสถานการณ์ทางสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ปี 2561 (มกราคม – มีนาคม) ของกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ ปัจจุบันมีผู้สูงอายุประมาณ 11 ล้านคน ซึ่งคิดเป็น 16.5 % ของประชากรไทย ซึ่งจะเพิ่มเป็น 20% ในปี 2564 และเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ ดังนั้นการวิจัยด้านการแพทย์และสาธารณสุขจึงควรมุ่งเน้นให้คนไทยมีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีในอนาคต โดยเมื่อพิจารณาถึงการวางยุทธศาสตร์การวิจัยชั้นแนวหน้าจะสามารถแบ่งได้ 3 ประเด็นย่อยสำคัญ

1. การแพทย์เพื่อการป้องกันและวินิจฉัย (Preventive and Diagnostic Medicines) ในผู้สูงอายุนั้นจะมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านจิตใจและร่างกายมากกว่าประชากรเด็กที่จะมีลักษณะใกล้เคียงกัน การเตรียมพร้อมทางร่างกายเพื่อการป้องกันและวินิจฉัยจึงมีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะการตรวจคัดกรองโรคที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมจากงานวิจัย ซึ่งการแพทย์แม่นยำ (Precision medicine หรือเดิมที่ใช้คำว่า Personalized medicine) จัดเป็นประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์เพื่อการป้องกันและวินิจฉัย โดยเริ่มตั้งแต่การวินิจฉัยโรคไปจนถึงการจ่ายยาและผลิตยาตามลักษณะพันธุกรรมและข้อมูลสุขภาพเฉพาะบุคคล

2. การบำบัดโรคและการวิจัยยาตัวใหม่ (Therapeutics and Drug Discovery) สำหรับการบำบัดโรครวมไปถึงการวิจัยยาใหม่ยังคงเป็นประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะสถานการณ์เชื้อดื้อยาปฏิชีวนะในประเทศไทยที่รุนแรงและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นงานวิจัยในด้านการวิจัยยาใหม่จึงมีความสำคัญอยู่มาก อีกทั้งไทยยังมีจุดเด่นในด้านความหลากหลายทางชีวภาพที่เอื้อต่อการศึกษาวิจัยสาร

สำคัญจากพืชสมุนไพรเพื่อหาศักยภาพที่จะพัฒนาต่อไปเป็นยาได้ โดยเทคโนโลยีหลักที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดโรครวมไปถึงการวิจัยยาใหม่โดยเทคโนโลยีหลักที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดโรครวมไปถึงการวิจัยยาใหม่ ได้แก่ **ชีวสารสนเทศศาสตร์ (Bioinformatics)** สำหรับการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลทางชีววิทยา รวมถึง **เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)** ในการบำบัดด้วยยีน (Gene therapy), การตัดต่อยีน (Gene editing), การวิจัยกลุ่มยาชีววัตถุต่างๆ

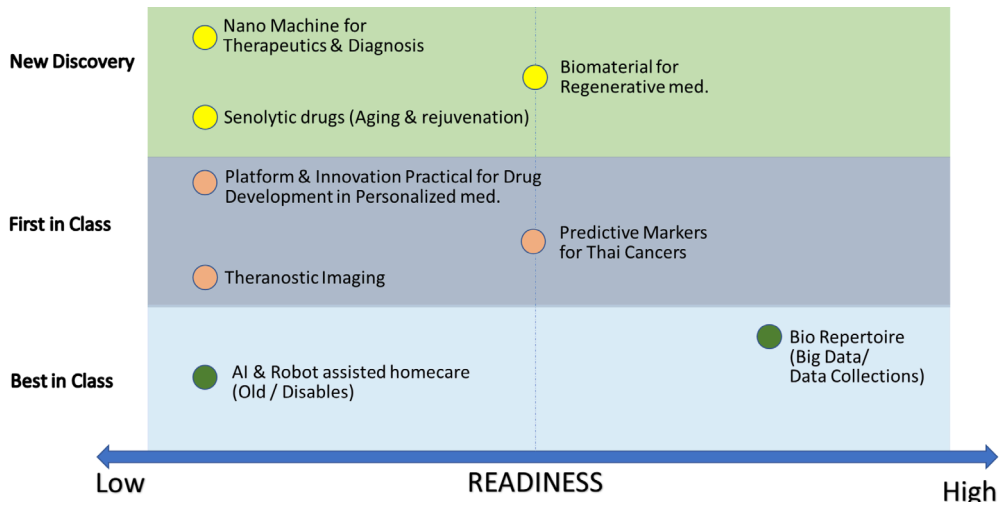
3. เวชศาสตร์การฟื้นฟู (Regenerative medicine) เวชศาสตร์การฟื้นฟูนั้นเป็นการเน้นวิจัยในด้าน

การทดแทนซ่อมเสริมและฟื้นฟูเซลล์ เนื้อเยื่อ หรืออวัยวะเสื่อมถอย หรือที่ได้รับจากการบาดเจ็บ จากความชรา หรือจากโรคภัยไข้เจ็บเทคโนโลยีที่สำคัญที่ได้แก่ **เทคโนโลยีเซลล์ต้นกำเนิด หรือสเต็มเซลล์ (Stem cells)** เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา สเต็มเซลล์ให้สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์จำเพาะของเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ **เทคโนโลยีวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue Engineering)** เพื่อใช้ในการสร้างผิวหนังเทียม อวัยวะเทียม การปลูกถ่ายเซลล์ หรือเนื้อเยื่อ เพื่อใช้ในการฟื้นฟูรักษา โดยเฉพาะ **เทคโนโลยีชีววัสดุ (Biomaterials)** เป็นการพัฒनावัสดุที่มีสมบัติการใช้งานเฉพาะด้าน สามารถเข้ากับร่างกายได้ เพื่อใช้เป็นวัสดุโครงร่าง (scaffold) สำหรับให้เซลล์มายึดเกาะและเจริญเติบโตไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่ต้องการ **เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ (3D Printing)** ในทางการแพทย์นั้นสามารถนำมาใช้ในการพิมพ์อวัยวะเทียม กระดูกเทียม ทดแทน เป็นต้น

ผลจากการระดมความคิดเบื้องต้น จะสามารถจัดกลุ่มเป็น 4 Sub Theme ประกอบด้วย

ตารางที่ 1: กลุ่มการแพทย์และสาธารณสุขชั้นแนวหน้า (Health Frontier)
แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นย่อย (Subtheme)

Subtheme	Frontier research topic related to subtheme
1) Personalized Medicine	- Genome sequencing - Precision Cellular Traits - Metagenomics - Transcriptomics - Multi-omic integrative analysis - Single cell technologies - Personalized cancer diagnosis / treatment - Immunotherapy ; Cancer vaccines, car T-cells - Biomaterial discovery (esp. for Therapeutics response) - Protein crystallography (Synchrotron application) - Microbiome sequencing - Bio bank - Precision Oncology - Systems Biology
2) AI/ Big Data (Health Bioinformatics)	- Nano sensors analysis - Systems Biology - Bioinformatics - Data Manipulation / Extraction - Machine-learning for healthcare data - Brain wave - Multi-omic integrative analysis - Molecular design - Ethics related to medical data use
3) Regenerative Medicine (Biomaterials , Tissue Engineering)	- Encapsulation Technology - Biomimetics - Nanotechnology - 3D Scaffold for TE system - Disease Modelling based - STEM cells - Drug Delivery - Polymer
4) Preventive Medicine	- High-throughput screening - Disease modelling - screening test for diagnosis - Artificial cells - Rapid



รูปที่ 3: Potential Research Output ด้านการแพทย์และสาธารณสุข

ประเด็นการวิจัยด้าน พลังงานแห่งอนาคต (Future Energy)



ประเด็นการวิจัยด้านพลังงาน แห่งอนาคต (Future Energy)

ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงาน เทคโนโลยีพลังงานสะอาด มีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม มีระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่ครอบคลุม และมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน เมื่อโดยพิจารณาตามห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain) ของอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน เริ่มตั้งแต่การออกแบบและผลิตวัสดุที่ใช้ การผลิตพลังงาน การกักเก็บพลังงานไว้ใช้ และการบริหารจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและยั่งยืน กลุ่มพลังงานเพื่ออนาคต แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นย่อย (Subtheme) ดังนี้

1. วัสดุขั้นสูง (Advanced Materials) วัสดุชนิดใหม่และวัสดุที่ได้รับการดัดแปลงให้มีสมบัติที่ดีขึ้นจนเหมาะสมที่จะนำมาใช้ วัสดุขั้นสูงนี้สามารถผลิตได้จากวัสดุเกือบทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นโลหะ เซรามิก หรือ พอลิเมอร์ โดยใช้เทคโนโลยี Synchrotron, Plasma Science, Electron beam, Electrodes, Quantum Simulation เป็นต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้ **Synchrotron / Plasma Science / Electron-beam** การวิจัยทางด้านแสงซินโครตรอน เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาวัสดุทางด้านพลังงานอย่างกว้างขวาง โดยมีงานวิจัยหลายชิ้นที่มีแนวโน้มที่จะเป็นการค้นพบใหม่ (New discovery) และอาจสร้างความเปลี่ยนแปลงอย่างยิ่งใหญ่ในอนาคต (Breakthrough) เช่น ความน่าจะเป็นในการสร้างกราฟีนโซลาเซลล์ที่จะมีประสิทธิภาพสูงถึงร้อยละ 60 การใช้สมบัติเชิงควอนตัม (Negative electronic compressibility) ในการพัฒนาตัวเก็บประจุยิ่งยวด การพัฒนาวัสดุควอนตัมที่มีสถานะ Topological states สำหรับวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ยุคใหม่ **Active Materials** การวิจัยและพัฒนาด้านวัสดุทำปฏิกิริยา **Two-dimensional (2D) materials** หรือการพัฒนาวัสดุ 2 มิติ เช่น กราฟีน (Graphene) ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความหนาแค่อะตอมเดียว แต่มีคุณสมบัติแข็งแกร่งกว่าเหล็กและเพชร มีความยืดหยุ่นสูง นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี และคาดว่าจะใช้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แทนซิลิคอนเร็ว ๆ นี้ การวิจัยและพัฒนาเพื่อหาวัสดุใหม่ที่ทำหน้าที่ **Electrodes** ในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับด้านพลังงาน **Quantum Simulation** เพื่อสร้างความเข้าใจและออกแบบวัสดุโดย

ใช้แบบจำลองวัสดุที่ประกอบด้วยธาตุต่างชนิดกันรวมถึงปฏิกิริยาระหว่างอะตอมในวัสดุนั้นๆ เป็นต้น

2. การแปลงพลังงาน (Energy Conversion)

หนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของพลังงาน คือสามารถเปลี่ยนจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่งได้ง่าย ในอนาคตรูปแบบของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจะมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและการค้นคว้าวิจัยสำหรับประเทศไทยเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มและศักยภาพการพัฒนาที่ดี สรุปได้ดังนี้ Nuclear Energy การวิจัยด้านเทคโนโลยีฟิชชัน หรือด้านเทคโนโลยีฟลัสมาฟิวชันจะเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีพลังงานสะอาดสำหรับอนาคต เทคโนโลยีด้านฟลัสมายังสามารถนำไปใช้เพื่อการเกษตรและการแพทย์ และเทคโนโลยีพื้นฐานสำหรับ 10 อุตสาหกรรมของประเทศและโครงการขนาดใหญ่ ได้อีกด้วย **H₂ Production** การผลิต Hydrogen gas จากปฏิกิริยาการแยกสลายน้ำ (Water splitting) โดยใช้พลังงานสะอาด (Green energy) **New Emerging Solar Cell** แม้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยยังมีสัดส่วนที่น้อยเมื่อเทียบกับพลังงานรูปแบบอื่น แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพและราคาถูก **กังหันลมแบบแนวตั้ง (Vertical Wind Turbine)** จุดมุ่งหมายของการออกแบบกังหันลมเพื่อให้ทำงานที่ความเร็วลมต่ำ โดยที่ออกแบบให้มีราคาถูกและให้ง่ายต่อการผลิต กังหันลมแบบแนวตั้ง (Vertical axis turbine) เป็นแนวคิดหนึ่งที่มีความสามารถในการสร้างในราคาที่ประหยัด และใช้รอบต่ำในการผลิตไฟฟ้า **Biomass 2nd Generation** เป็นการนำส่วนที่เหลือทางการเกษตร (Agricultural residues) เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย และขี้เลื่อยหรือเปลือกไม้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ เป็นต้น การแปรรูปชีวมวลรุ่นนี้จำเป็นต้องใช้มีการพัฒนาและวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับกระบวนการปรับสภาพเซลลูโลส (Pre-treatment process) เพื่อปรับสภาพโครงสร้างเซลลูโลสในชีวมวลให้เหมาะสม และกระบวนการสลายเซลลูโลส (Hydrolysis process) เพื่อเปลี่ยนเซลลูโลสเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ โดยต้องทำให้มีประสิทธิภาพและราคาที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานปริมาณมาก

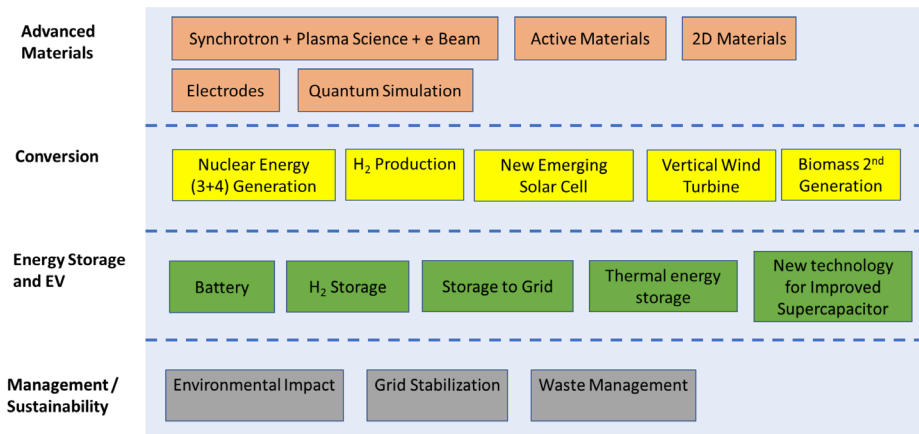
3. การกักเก็บพลังงานและรถไฟฟ้า (Energy Storage and Electric Vehicle)

การพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียนของประเทศไทยมีความก้าวหน้าไปอย่างเห็นได้ชัด ทำให้ต้องมีการเร่งวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพ มีศักยภาพเพียงพอในการเก็บสะสมพลังงานส่วนเกินจากที่ผลิตได้ แล้วนำมาเก็บสำรองไว้ใช้ในยามขาดแคลน อาทิ เทคโนโลยีการกักเก็บประจุไฟฟ้า (Battery, Supercapacitor) เทคโนโลยีการกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนทั้งในด้านการกายภาพเพื่อความปลอดภัยในการเก็บและขนส่ง (ไฮโดรเจนอัด ไฮโดรเจนเหลว และ สลัชไฮโดรเจน) รวมถึงการจัดเก็บทางเคมีโดยใช้โมเลกุลรูปแบบต่างๆ งานวิจัยที่เก็บพลังงานในรูปแบบอื่นๆ เป็นต้น

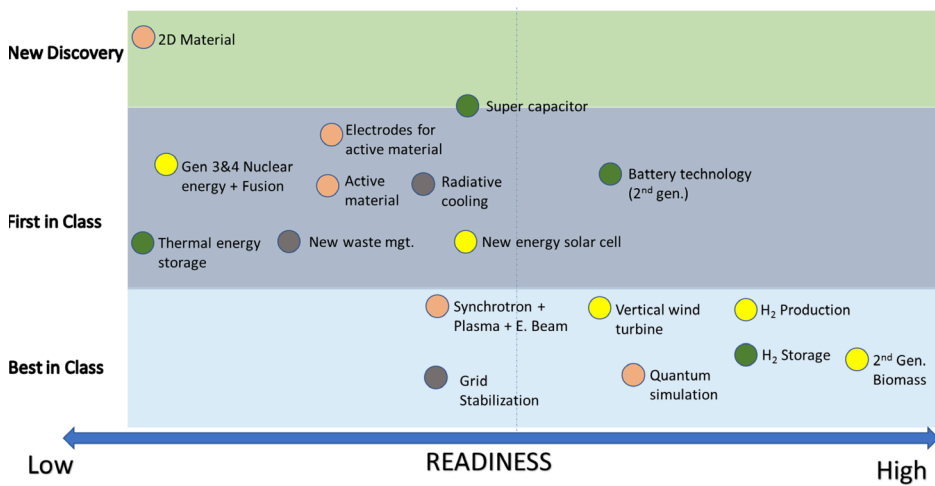
4. การบริหารจัดการและความยั่งยืน (Management / Sustainability)

การบริหารจัดการด้านผลกระทบที่อาจเกิดจากการผลิตไฟฟ้า ทั้งในด้านสังคม สิ่งแวดล้อม การจัดการของเสียหรือของเหลือใช้จากการผลิต เพื่อให้เกิดความยั่งยืน และเป็นพลังงานสะอาดอย่างแท้จริง และต้องมีความเหมาะสมกับสภาพสังคมของประเทศไทย งานวิจัยด้านนี้จึงเน้นไปในด้านความเป็นเลิศในการทำ technology localization ในด้านต่างๆ ดังนี้ 1) Environmental Impact ต้องมีการพัฒนาและวิจัยเทคโนโลยีที่จะช่วยลดหรือบรรเทาผลกระทบจากการดำเนินกิจการด้านพลังงานของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (LCA) เทคโนโลยีที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม การป้องกันสารกัมมันตรังสี เป็นต้น 2) Grid Stabilization การพัฒนาและวิจัยที่ทำให้สายส่งไฟฟ้า หรือเครือข่ายไฟฟ้ามีความเสถียร กำลังไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอ และตอบสนองต่อ Peak load ได้อย่างต่อเนื่อง 3) Waste Management การพัฒนาและวิจัยเทคโนโลยีที่จัดการของเสียตามขั้นตอนทั้งหมด ตั้งแต่การเกิด การโยกย้าย เก็บ ขนส่ง บำบัด การทิ้งขั้นสุดท้าย รวมไปถึงการนำกลับไปใช้ใหม่

> ภาคผนวก 2 : รายละเอียดประเด็นวิจัยชั้นแนวหน้า



รูปที่ 4: Frontier Research Areas/Topics



รูปที่ 5: Potential Research Output



การป้องกันภัยคุกคาม/
รับมือความเสี่ยง
และสร้างโอกาสในอนาคต
**Future Threats and
Opportunities**

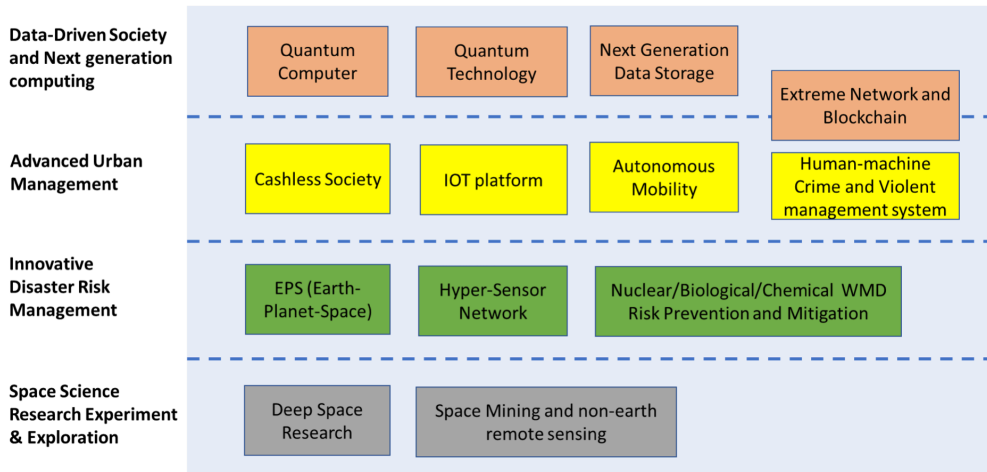
ประเด็นการวิจัยด้านการ สร้างโอกาสและป้องกันภัย คุกคามในอนาคต (Future Opportunity and Threat)

ในอนาคตอันใกล้สังคมที่เต็มไปด้วยข้อมูลในทุกๆด้านจากวิวัฒนาการของการเก็บและประมวลผลข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจมากขึ้นในแทบจะทุกมิติตั้งแต่การใช้ชีวิตประจำวัน การดำเนินธุรกิจ หรือแม้แต่ระบบการให้บริการภาครัฐ ซึ่งแนวโน้มการใช้ข้อมูลจะมีความหลากหลายอันเนื่องมาจากความแตกต่างของสังคมไม่ว่าจะเป็น ด้าน demographic ด้านวัฒนธรรม การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากกระแสสังคมใน social media เป็นต้น ในสังคมที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data Driven Society) นี้ หัวใจสำคัญคือการเก็บและประมวลผลข้อมูลแบบ real time และความสามารถในการใช้ข้อมูลในแบบ mass customization

สังคมที่เต็มไปด้วยข้อมูลและการเชื่อมต่อกันในทุกมิตินี้ก่อให้เกิดทั้งโอกาสและความเสี่ยงขึ้นในเวลาเดียวกัน อาทิ ระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพที่ออกแบบให้สามารถตอบสนองได้ในระดับบุคคลแต่ก็ตามมาด้วยความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูลหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลนั้น ความสะดวกสบายของสังคมที่เชื่อมต่อกันในทุกด้านอาจก่อให้เกิดภัยคุกคามในรูปแบบใหม่ของสังคมเมือง การวางแผนการอพยพ/ป้องกันภัยพิบัติที่ต้องปรับให้เข้ากับสังคมและการใช้เทคโนโลยี หรือแม้แต่ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ในสถานะที่ไม่เคยมีมาก่อนบนโลกนี้ เป็นต้น

ทั้งนี้กลุ่ม 4 ได้จัดทำประเด็นสำคัญที่เป็นทั้งโอกาสและภัยคุกคามต่อสังคมอนาคต ดังแสดงดัง

ตารางนี้ พร้อมทั้งได้ identify Frontier Research Topic ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าวไว้ใน รูปที่ 6



รูปที่ 3: Potential Research Output ด้านการแพทย์และสาธารณสุข

Data-Driven Society and Next generation computing

สังคมที่เต็มไปด้วยข้อมูลนั้นองค์ประกอบหลักอาจแบ่งได้ตามกลุ่มดังนี้คือ 1) การคำนวณและประมวลผลข้อมูล 2) การเก็บข้อมูล 3) การบริหารจัดการระบบเชื่อมโยงข้อมูล

Quantum Computer and Quantum Technology:

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการคำนวณ การวิเคราะห์และประมวลผล การควบคุมตัวระบบอัตโนมัติ การเชื่อมต่อในสังคม หรือแม้แต่การคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ ในปัจจุบัน และจะยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นในสังคมอนาคตที่เต็มไปด้วย

ด้วยข้อมูลที่หลากหลาย ปัจจุบันความสามารถทางเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ใกล้ถึงขีดจำกัดแล้วอาจจะไม่สามารถรองรับความต้องการในอนาคตได้ คอมพิวเตอร์แบบใหม่จึงมีความจำเป็นที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน จะเห็นได้จากการลงทุนจากหลายๆประเทศในด้านนี้ ไม่ว่าจะเป็น USA China Canada Singapore Japan Israel เป็นต้น การลงทุนด้าน quantum computer นี้จึงมีความสำคัญต่อประเทศไทยในการที่จะไปอยู่ชั้นแนวหน้าได้ เนื่องจาก quantum computer นั้นยังอยู่ใน early-stage ทำให้เรามีโอกาสในการร่วมพัฒนาตั้งแต่ต้นกับนานาประเทศ ซึ่งในการพัฒนา quantum computer นี้ สิ่งที่ต้องพัฒนาควบคู่กันไปด้วยคือ quantum technology เพื่อใช้ในการวัดหรือควบคุมปรากฏการณ์ด้าน quantum mechanics และอาจนำไปสู่การต่อยอดเชิงเทคโนโลยีหลายๆอย่างที่เป็นประโยชน์

Next Generation Data Storage

ข้อมูลที่มีมากมายย่อมต้องมีที่เก็บ งานวิจัยด้าน Data Storage ในปัจจุบันมีมานานแล้วและมีการพัฒนาไปจนถึงระดับ commercial อย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังได้มีการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ๆ วิธีการใหม่ๆเพื่อ push limit ของ product performance ให้ดียิ่งขึ้น (High Density, Ultra-fast, Low power) จึงมีโอกาที่จะก้าวเข้ามาเป็น best in class ได้ นอกเหนือจากการวิจัยเพื่อนำไปสู่ next generation data storage แล้วนั้น สิ่งที่ต้องพัฒนาคู่ขนานไปด้วย คือ new kind of storage สำหรับ quantum computer ซึ่งการเก็บข้อมูลเชิง quantum ต้องอาศัยองค์ความรู้ใหม่ วิธีการใหม่

Extreme Network and Blockchain

การบริหารจัดการระบบเครือข่ายในสังคมที่เชื่อมต่อกันในทุกมิตินั้นต้องมีการพัฒนาให้มีความเสถียร รวดเร็วและเหมาะสมกับการใช้งานของ users งานวิจัยด้านนี้จำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มีความเฉพาะกับสังคมและมีความเป็นเลิศด้านประสิทธิภาพการทำงาน เป็นลักษณะของ technology localization

Advanced Urban Technology

สังคมเมืองได้มีการเปลี่ยนรูปแบบอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด การใช้ชีวิตของประชากรรวมถึงระบบสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันกำลังก้าวเข้าสู่สังคมดิจิทัลเต็มรูปแบบ **Cashless Society**: แทบจะเป็นก้าวแรกของการเข้าสู่สังคมดิจิทัลเต็มรูปแบบ งานวิจัยพัฒนาด้าน **Blockchain** ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้จ่ายของประชากรจะมีส่วนช่วยเป็นอย่างมากในการอำนวยความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัย นอกจากนี้ยังได้มีการนำเอาระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ เพิ่มความสะดวกสบายทั้งในด้านการบริหารจัดการ และการบริการประชากรอย่างเห็นได้ชัด งานวิจัยชั้นแนวหน้าที่เกี่ยวข้องได้แก่ **Autonomous Mobility** และ **Human-Machine Interaction** มีความสำคัญยิ่งในการอำนวยความสะดวก ความปลอดภัยรวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม ซึ่งแน่นอนว่างานวิจัยที่เป็นรากฐานสำคัญอย่าง **Big Data and AI** ยังเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จในด้านนี้ **Internet of Thing (IoT)** กำลังถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นฐานรากในการเชื่อมต่อสังคมเข้ากับเทคโนโลยี ระบบการสื่อสารที่ต้องมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่มากขึ้นเรื่อยๆ งานวิจัยด้าน **sensors ที่มีขนาดเล็ก** และทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เพื่อการเป็น best in class ต้องถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ของ IoT ได้อย่างเต็มที่ งานวิจัยด้าน **THz devices and Communication** จะเป็นการยกระดับ IoT ไปอีกขั้น เป็นการมองไกลกว่าเทคโนโลยี 5G ที่ใกล้เข้ามาถึง

Space Science and Research Exploration

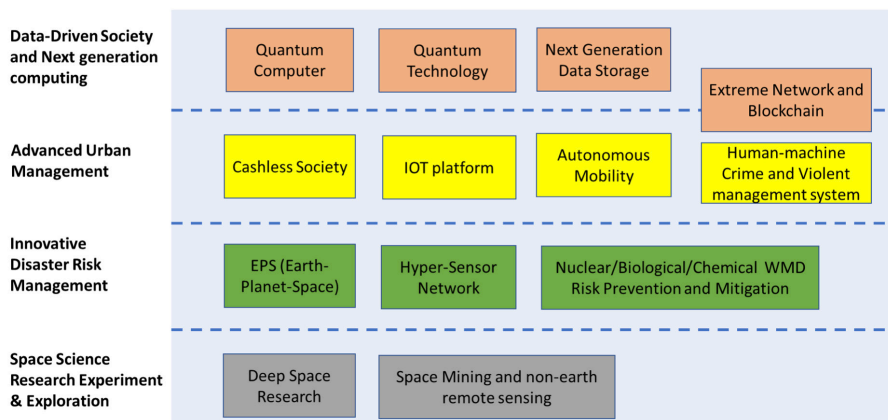
เทคโนโลยีอวกาศ เป็นการนำรวมเอาศาสตร์ทุกด้าน ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ชั้นสูง มาผนวกรวมกันเพื่อสร้างออกมาเป็นระบบที่สามารถปฏิบัติการเพื่อนำคุณค่าจากอวกาศมาสู่โลกมนุษย์ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าศักยภาพและขีดความสามารถทางด้านเทคโนโลยีอวกาศ เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดที่สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความเจริญรุ่งเรือง ความมั่นคง และพัฒนาการที่ยั่งยืนของประเทศ ประเทศชั้นนำของโลกล้วนแล้วแต่มีขีดความสามารถด้านอวกาศที่แข็งแกร่งทั้งสิ้น ทั้งนี้

➤ ภาพผนวก 2 : รายละเอียดประเด็นวิจัยชั้นแนวหน้า

เพราะว่าศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้จากโครงการอวกาศจะเป็นรากฐานที่สามารถนำไปประยุกต์และสร้างคุณค่าต่อยอดในด้านอื่น ๆ ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุดในทุก ๆ รูปแบบของอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นด้าน พลังงาน วัสดุศาสตร์ หรือ Robotics

EPS (Earth-Planet-Space) เป็นงานวิจัยชั้นแนวหน้า อันเนื่องมาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติมองไม่ครบ/ความรู้ด้านความสัมพันธ์(Teleconnection) ของ Earth-Planet-Space ยังไม่ชัด และรวมถึงความสัมพันธ์ในตัวของ earth (bio,atmos,hydro,litro,cryo) เองเช่นกัน ความรู้ในด้านนี้อาจจะนำไปสู่ระบบการเตือนภัยพิบัติได้แม่นยำ และสามารถช่วยลดความเสียหายจากภัยธรรมชาติได้มากขึ้น

โครงการ Space Consortium เป็นหนึ่งในภารกิจของกระทรวงวิทยาศาสตร์ ที่นำจุดแข็งของแต่ละหน่วยงาน มาร่วมมือกันเพื่อสร้างนวัตกรรมอวกาศ ทั้งด้าน Space Utilization และ Space Exploration ด้วยคนไทย ภายในประเทศไทย ตั้งแต่การออกแบบพัฒนาดาวเทียมไปจนถึงการใช้ประโยชน์จากอวกาศ ให้เกิดความเชื่อมโยงกันตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำอย่างครบวงจร เพื่อขยายไปให้เกิดอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศไทยอย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ Thai Space Consortium ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกำลังคนที่มีคุณภาพ วางรากฐาน และสร้างกลไกในการทำงานร่วมกัน เพื่อดึงศักยภาพจากในประเทศทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษา ภาคเอกชน พัฒนาและสร้างนวัตกรรมข้ามจากพัฒนาการแบบดั้งเดิมไปสู่ระดับ frontier innovation เปิดกว้างไปจนถึงภาคอุตสาหกรรมในประเทศ มาบูรณาการเพื่อสร้าง Ecosystem ด้านอวกาศ นำประเทศไทยก้าวขึ้นสู่การเป็นผู้นำด้านอวกาศของภูมิภาค และก้าวต่อไปข้างหน้าสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนในอนาคต

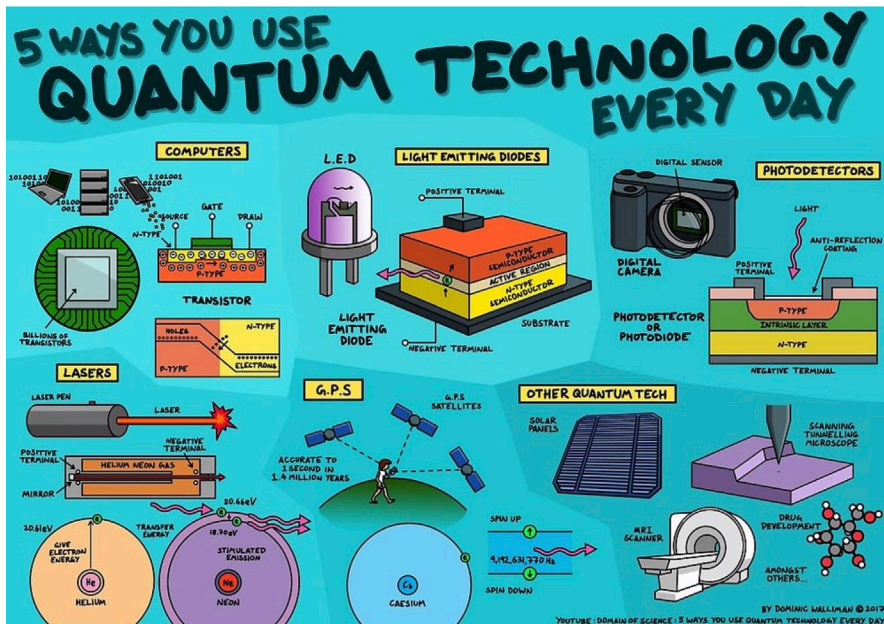


รูปที่ 7: Potential Research Output

ข้อเสนอโครงการ (ฉบับย่อ) โครงการวิจัยชั้นแนวหน้าของประเทศไทย

1.Quantum Initiative Thailand

ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา กลศาสตร์เชิงควอนตัม ทำให้มนุษย์เริ่มเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับอนุภาคที่มีขนาดเล็กระดับอะตอม ทำให้เกิดการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกิดการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมอย่างก้าวกระโดด องค์ความรู้ในสาขากลศาสตร์เชิงควอนตัมจึงนับได้ว่าเป็นรากฐานของการเติบโตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เกิดเป็นเทคโนโลยีที่เราใช้กันในชีวิตประจำวัน อุปกรณ์ทางการแพทย์สมัยใหม่ การติดต่อสื่อสารข้ามทวีป นวัตกรรมยานยนต์ที่ล้ำสมัย และทำให้มนุษย์สามารถทะยานไปสู่



รูปที่ 1 การใช้งานเทคโนโลยีควอนตัมในปัจจุบัน

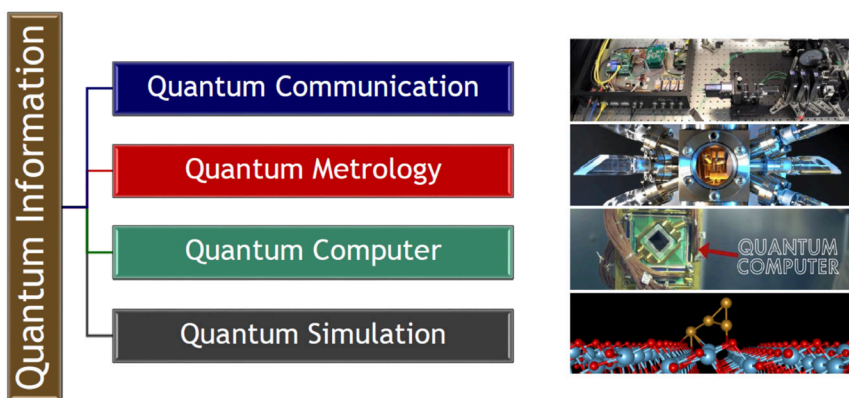
อวกาศได้ ความทันสมัยของโลกในยุคปัจจุบัน ก้าวมาถึงจุดนี้ได้ ก็ด้วยเทคโนโลยีควอนตัมแทบทั้งสิ้น แต่สำหรับในแง่ของเทคโนโลยีควอนตัมนั้นเป็นแค่เพียงจุดเริ่มต้น หรือเรียกกันว่า Quantum Revolution 1.0 ซึ่งในยุคถัดไปจากนี้จะเป็นยุคใหม่ของเทคโนโลยีควอนตัม เป็นยุคที่เราจะสามารถควบคุมอะตอมแต่ละตัวได้ เรียกกันว่า Quantum Revolution 2.0 ทำให้เปิดโลกงานวิจัย Frontier Research เช่น ควอนตัมคอมพิวเตอร์ การเข้ารหัสเชิงควอนตัม นาฬิกาอะตอมที่มีความแม่นยำสูง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนนำไปสู่โอกาสในอนาคต ไม่ว่าจะเป็น โอกาสในเป็นเจ้าของเทคโนโลยีใหม่ โอกาสในการพัฒนาอุตสาหกรรมของไทยที่ใช้เทคโนโลยีควอนตัมขั้นสูง โอกาสในการเพิ่มความเชื่อมั่นในการลงทุนจากต่างประเทศ และสำคัญที่สุดเป็นโอกาสในการสร้าง บุคลากรที่มีความรู้พร้อมเข้าสู่โลกยุคใหม่ ที่เป็นโลกของเทคโนโลยีควอนตัม

เทคโนโลยีควอนตัมในอนาคตจะเป็นโลกแห่งข้อมูลเชิงควอนตัม (Quantum Information) แทบทั้งสิ้น ซึ่งอาจแบ่งได้คร่าวๆ ดังนี้

1. **Quantum Communication** การติดต่อสื่อสารเชิงควอนตัม เป็นการศึกษการส่งผ่านข้อมูล และการแปลรหัส ซึ่งต้องพิจารณาการพัวพันทางควอนตัม ทำให้การโจรกรรมข้อมูลทำได้ยากยิ่งขึ้น ส่งผลดีต่อระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น ระบบการทำธุรกรรม
2. **Quantum Metrology/Sensing** การวัดหรือการรับรู้เชิงควอนตัม ซึ่งอาศัยหลักการเชิงควอนตัม ที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เพื่อนำมาใช้ในการตรวจวัดสิ่งต่างๆ ทำให้การวัดนั้นมีความแม่นยำสูงมาก เช่น นาฬิกาอะตอม (Atomic Clock) หรือเครื่องวัดสนามแม่เหล็กด้วยอะตอม (Atomic Magnetometer)
3. **Quantum Computing** การคำนวณเชิงควอนตัม ซึ่งรวมถึงการสร้างคอมพิวเตอร์เชิงควอนตัม (Quantum Computer) และการพัฒนากระบวนการคำนวณเชิงควอนตัม (Quantum Algorithm) ด้วยคุณสมบัติทางควอนตัมทำให้รูปแบบการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์เชิงควอนตัมมีความเร็วในการคำนวณมากกว่าคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันหลายพันเท่า

ทำให้เกิดการประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น การคำนวณโครงสร้างโมเลกุลเพื่อการออกแบบยา การคำนวณข้อมูลปริมาณมากและซับซ้อน ทำได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้น

4. Quantum Simulation เป็นการศึกษากระบวนการของโครงข่ายควอนตัมเพื่อเข้าใจและคาดการณ์ระบบที่จะนำมาใช้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ ในระบบการคำนวณที่ใหญ่และซับซ้อนมากๆ เช่นการออกแบบโครงสร้างโมเลกุลเพื่อหาวัสดุที่ใช้ในการกักเก็บพลังงาน เป็นต้น



รูปที่ 2 สาขาของเทคโนโลยีควอนตัม (Quantum Revolution 2.0)

ท้ายที่สุดเทคโนโลยีควอนตัมจะทำให้เกิดควอนตัมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีพลังในการประมวลผลอย่างมหาศาล ช่วยให้การออกแบบโครงสร้างยา อาหาร (functional food) และวัสดุใหม่ๆ ทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้พลังการคำนวณดังกล่าวยังจะมีส่วนช่วยในการหาลำดับรหัสทางพันธุกรรม การประมวลผลและการคำนวณข้อมูลที่มีความซับซ้อน รวมถึงการเพิ่มความปลอดภัยในการสื่อสารและการทำธุรกรรม

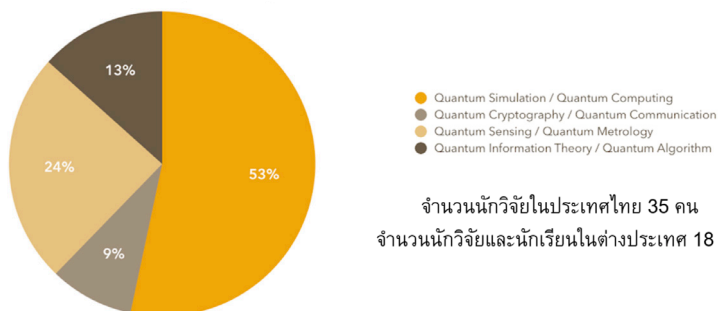
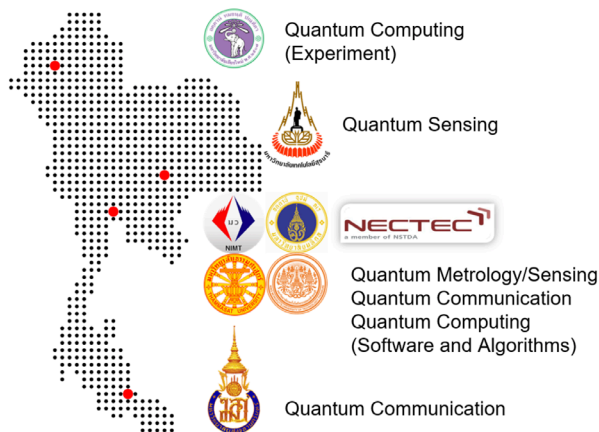
สำหรับเทคโนโลยีควอนตัมยุคใหม่ยังคงอยู่ในขั้นงานวิจัยของทุกประเทศ ทำให้เกิดการทุ่มงบประมาณมหาศาลในงานวิจัยเทคโนโลยีควอนตัมเพื่อช่วงชิงโอกาสของการเป็นเจ้าของเทคโนโลยี ประเทศไทยซึ่งกำลังติดกับดักรายได้ปานกลางจึง

➢ ภาคผนวก 2 : รายละเอียดประเด็นวิจัยชั้นแนวหน้า

จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนางานวิจัยชั้นแนวหน้า เพื่อให้เรามีความพร้อมและมีความสามารถทัดเทียมนานาชาติประเทศและอาจมีโอกาเป็นเจ้าของเทคโนโลยีควอนตัมในบางสาขาในอนาคต

ความพร้อมด้านเทคโนโลยีควอนตัมของประเทศไทย

ประเทศไทยมีกำลังคนทางด้านเทคโนโลยีควอนตัม 35 คนกระจายตัวอยู่ในมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยทั่วประเทศ โดยทำงานวิจัยเทคโนโลยีควอนตัมในสาขาที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีความพร้อมเป็นอย่างยิ่งที่จะเริ่มเดินหน้านางานวิจัยด้านเทคโนโลยีควอนตัม

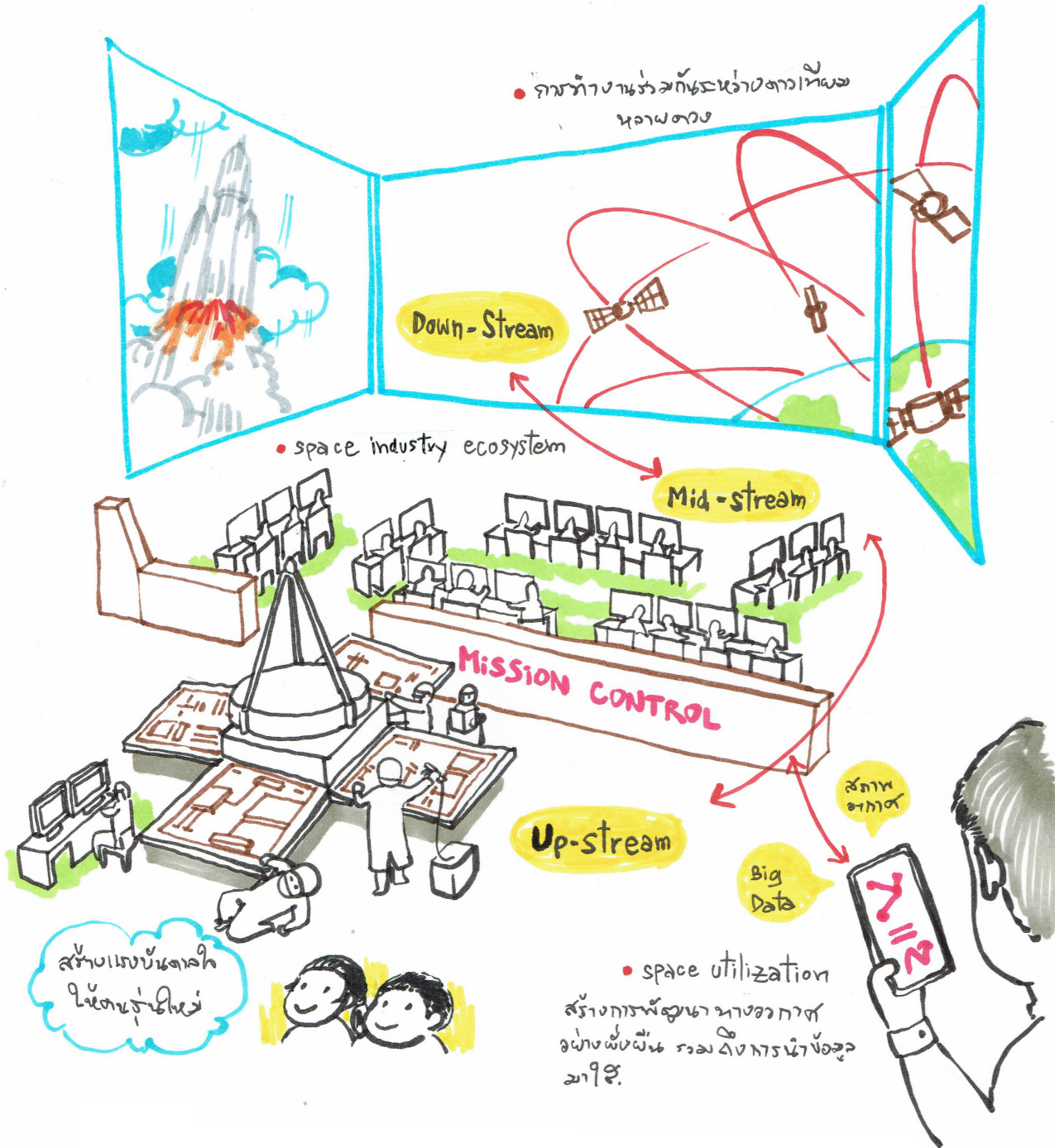


รูปที่ 3 มหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยที่มีงานวิจัยด้านเทคโนโลยีควอนตัม

	ระยะสั้น				ระยะกลาง	ระยะยาว	
	ปี 62	ปี 63	ปี 64	ปี 65			ปี 66
Solid-state quantum computing/ devices	Working Qubits		Qubit Gates/Control			Being a part in creating the first quantum computer with the international community	Utilizing and building infrastructure of quantum computing in Thailand
	Discoveries of new quantum state of matters / Sensors						
	Coherent time exceeding 100 micro-seconds at RT						
Trapped-ion quantum computing	Quantum-analog computer of multiple qubits						
Quantum optics/cryptography	Integrated waveguide in compact version					Utilization with quantum computing	
Theoretical studies/ algorithm	Stabilization algorithm/ decoherence cancelation						
	New algorithms for utilizing QC for specific tasks						
Education and Human development	> 200 of Thai experts/researchers in quantum computing					> 1000 of Thai experts/researchers	
	> 1000 general people knowing QC		> 5000 people knowing QC			> 25000 people knowing QC	
Commercialization	> 2 innovations of by-product knowledge		> 10 innovations of by-product knowledge			Full utilization of quantum computers	

แผนที่นำทาง Quantum Initiative Thailand

ยุทธศาสตร์ประเทศไทยสู่กลุ่มผู้นำด้านอวกาศ.
Uplifting Thailand to Spacefaring Nation



2. โครงการภาคีความร่วมมือพัฒนาความสามารถเทคโนโลยีอวกาศไทย (Thai Space Consortium)

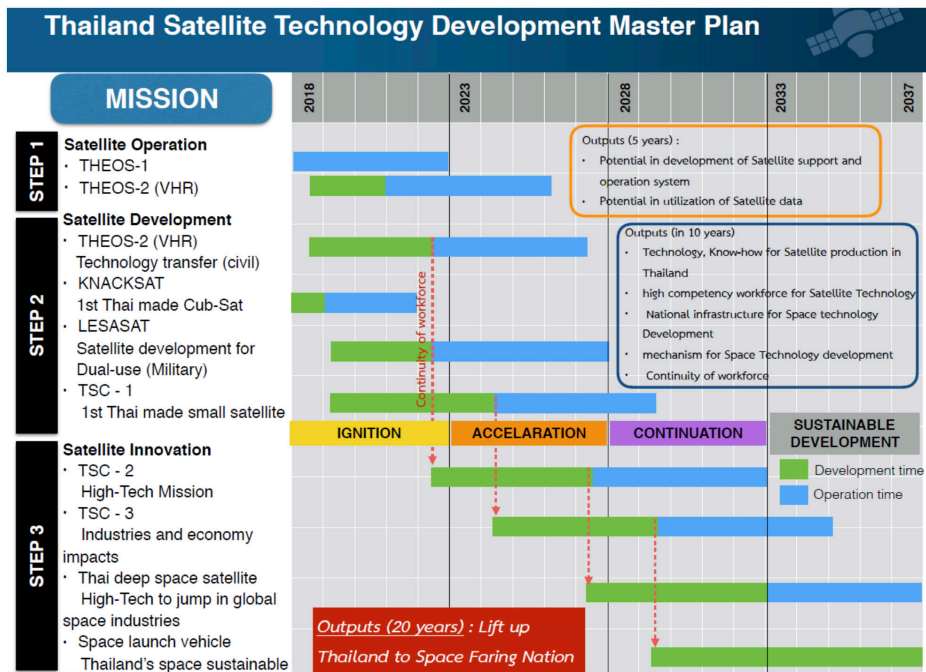
เทคโนโลยีอวกาศ เป็นการนำรวมเอาศาสตร์ทุกด้าน ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ชั้นสูง มาผนวกรวมกันเพื่อสร้างให้เป็นระบบที่สามารถปฏิบัติการเพื่อนำคุณค่าจากอวกาศมาสู่โลกมนุษย์จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีอวกาศ เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดที่สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความเจริญรุ่งเรือง, ความมั่นคง และพัฒนาการที่ยั่งยืนของประเทศ, ประเทศชั้นนำของโลกล้วนแล้วแต่เริ่มจากการมีขีดความสามารถด้านอวกาศที่แข็งแกร่งทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะว่าศาสตร์ที่ได้จากโครงการอวกาศจะเป็นรากฐานที่สามารถนำไปประยุกต์และสร้างคุณค่าต่อยอดในด้านอื่น ๆ ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ในทุก ๆ รูปแบบของอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นด้าน BIO, Energy, Materials หรือ Robotics

โครงการ Thai Space Consortium เป็นหนึ่งในโครงการหลักของกระทรวงวิทยาศาสตร์โดยเกิดจากความร่วมมือของ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ หรือ GISTDA, สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ และสถาบันแสงซินโครตรอน ที่นำจุดแข็งและความถนัดของแต่ละหน่วยงาน มาร่วมมือกันเพื่อสร้างแรงกระตุ้นให้เกิดการสร้างนวัตกรรมอวกาศด้วยคนไทย ภายในประเทศไทย ตั้งแต่การออกแบบพัฒนาดาวเทียมประกอบและทดสอบ การใช้งานดาวเทียม ตลอดจนการใช้ประโยชน์จากดาวเทียม ให้เกิดความเชื่อมโยงกันตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำอย่างครบวงจร



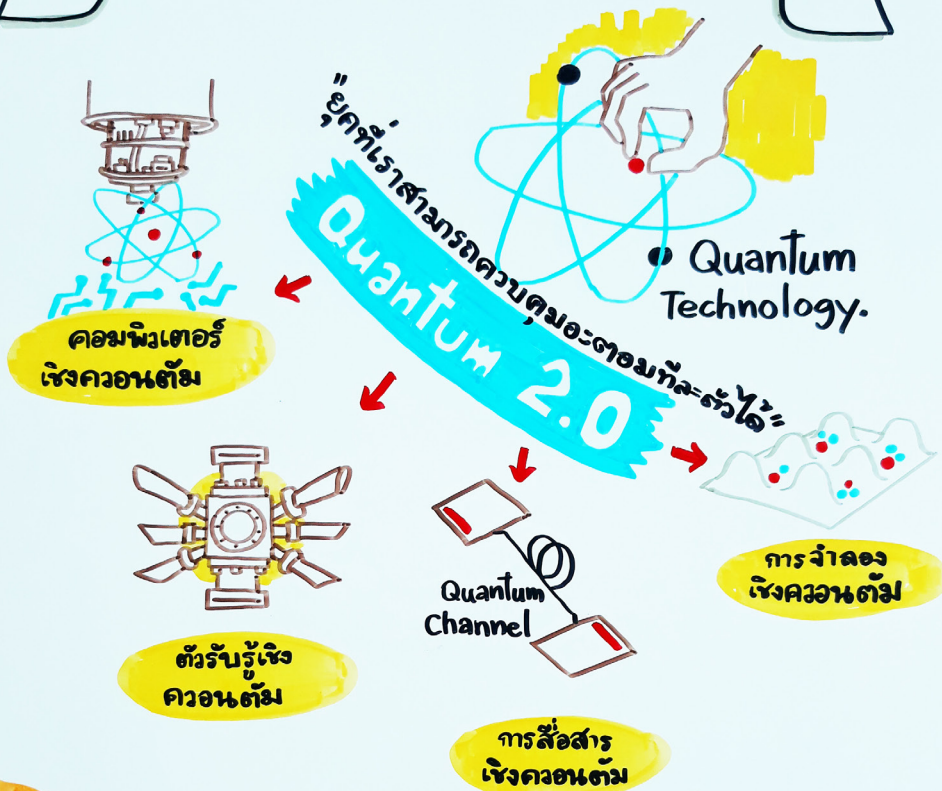
➢ ภาพผนวก 2 : รายละเอียดประเด็นวิจัยขั้นแนวหน้า

นอกจากนี้ Thai Space Consortium ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อวางรากฐาน และสร้างกลไกในการทำงานร่วมกัน เพื่อดึงศักยภาพในประเทศจากทั้งภาครัฐ, ภาคการศึกษา, Start-Up และเปิดกว้างไปจนถึงภาคอุตสาหกรรมในประเทศ มาบูรณาการเพื่อสร้าง Ecosystem ด้านอวกาศให้กับประเทศไทย โดยโครงการนี้จะเน้นพื้นที่ที่สร้างความต่อเนื่องของการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศของประเทศ และขยายผลที่จะได้รับสู่ทุกส่วนของประเทศไทย นำประเทศไทยก้าวขึ้นสู่การเป็นผู้นำด้านอวกาศของภูมิภาค และพร้อมที่จะก้าวไปข้างหน้าสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนในอนาคต



เทคโนโลยีควอนตัม

Quantum Initiative Thailand



เทคโนโลยีควอนตัมทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ อีกมากมาย

ความปลอดภัยทางไซเบอร์

วัสดุอัจฉริยะ

การออกแบบโครงสร้างยา

ปัญญาประดิษฐ์

วัสดุกักเก็บพลังงาน

การหาลำดับทางพันธุกรรม



ภาคผนวก 3

ภาพบรรยากาศการประชุมเชิงปฏิบัติการ
กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่
เพื่อจัดทำประเด็นวิจัยขึ้นแนวทาง
เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561









