ระเบียบวาระการประชุมคณะกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (Thai Space Consortium: TSC) ครั้งที่ 1/2564

วันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2564 เวลา 14.00-16.00 น.

ประชุมผ่านสื่ออิเล็คทรอนิกส์

ระเบียบวาระที่ 1 เรื่องที่ประธานแจ้งเพื่อทราบ

1.1 คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (TSC board)

1.2 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.เอนก เหล่าธรรมทัศน์) มอบนโยบายการดำเนินงานของ TSC

ระเบียบวาระที่ 2 เรื่องเพื่อทราบ

2.1 ความเป็นมาของ TSC

2.2 ผลการพิจารณากรอบและแผนงานโครงการของ TSC โดยสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2564

2.3 แนวทางการสนับสนุนงบประมาณให้แก่โครงการของ TSC

ระเบียบวาระที่ 3 เรื่องเพื่อพิจารณา

3.1 การเข้าร่วมเป็นสมาชิก TSC ของกระทรวงกลาโหม

3.2 โครงสร้างการบริหารจัดการของ TSC

3.3 แนวทางการแต่งตั้ง

- คณะอนุกรรมการด้านวิทยาศาสตร์ (Science Advisory Committee)
- คณะอนุกรรมการด้านเทคนิคและวิศวกรรม (Engineering and Technical Advisory Committee)
- คณะอนุกรรมการที่ปรึกษานานาชาติทางเทคนิคสำหรับ TSC-1 (International Technical Advisory Committee for TSC-1)

3.4 การจัดตั้งสำนักงานประสานงาน TSC ภายในอาคารของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ

3.5 กำหนดการประชุมครั้งต่อไป

ระเบียบวาระที่ 4 เรื่องอื่นๆ (ถ้ามี)

ระเบียบวาระที่ 1 เรื่องที่ประธานแจ้งเพื่อทราบ

ระเบียบวาระที่ 1.1 คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (TSC board)

ตามที่หน่วยงานภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 12 หน่วยงาน ได้ลงนามบันทึกความเข้าใจว่าด้วยความร่วมมือ ด้านการศึกษา วิจัยและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศไทย เมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2564 นั้น เพื่อให้การดำเนินงานตามบันทึกความเข้าใจดังกล่าว เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จึงออกคำสั่งที่ 96/2564 แต่งตั้งคณะกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย เมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2564 โดยมีองค์ประกอบ หน้าที่และอำนาจ ดังรายละเอียดปรากฏในเอกสารประกอบ 1

เอกสารประกอบ

1. คำสั่งกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ 96/2564 ลงวันที่ 27 พฤษภาคม 2564 เรื่องแต่งตั้งคณะกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารประกอบ 1

คำสั่งกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ที่ ๙๖ /๒๕๖๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (Thai Space Consortium)

ตามที่หน่วยงานภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้จัดทำบันทึกความเข้าใจ ว่าด้วยความร่วมมือด้านการศึกษา วิจัยและพัฒนานวัตกรรม เกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศไทย เมื่อวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๖๔ เพื่อร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีดาวเทียมและนวัตกรรม รวมถึงการนำโครงสร้างพื้นฐาน องค์ความรู้ของแต่ละหน่วยงานมาพัฒนาร่วมกัน ตลอดจนผลักดันให้เกิดการนำประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศไปพัฒนาประเทศ นั้น

เพื่อให้การดำเนินงานตามบันทึกความเข้าใจดังกล่าว เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (Thai Space Consortium) โดยมีองค์ประกอบ หน้าที่และอำนาจ ดังนี้

องค์ประกอบ

๑. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	ประธานกรรมการ
๒. ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)	กรรมการ
๓. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)	กรรมการ
๔. ผู้อำนวยการสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)	กรรมการ
๕. ผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	กรรมการ
๖. ผู้อำนวยการสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ	กรรมการ
๗. ผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม	กรรมการ
๘. ผู้อำนวยการสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ	กรรมการ
๙. ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	กรรมการ
๑๐. อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	กรรมการ
๑๑. อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กรรมการ
๑๒. อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง	กรรมการ
๑๓. อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
๑๔. อธิการบดีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	กรรมการ
๑๕. อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล	กรรมการ
๑๖. เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	เลขานุการ

/หน้าที่และอำนาจ...

หน้าที่และอำนาจ

๑. กำหนดนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแนวทางการดำเนินงานของภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

๒. กำกับดูแล อำนวยความสะดวก สนับสนุน และติดตาม การดำเนินการของภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

๓. แต่งตั้งคณะอนุกรรมการ หรือคณะทำงาน เพื่อปฏิบัติการตามที่มอบหมาย แล้วเสนอคณะกรรมการเพื่อพิจารณา หรือเพื่อทราบก็ได้

๔. รายงานผลการดำเนินการต่อรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

(นายเอนก เหล่าธรรมทัศน์)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ระเบียบวาระที่ 1.2 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.เอนก เหล่าธรรมทัศน์) มอบนโยบายการดำเนินงานของ TSC

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ระเบียบวาระที่ 2 เรื่องเพื่อทราบ

ระเบียบวาระที่ 2.1 ความเป็นมาของ TSC

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ระเบียบวาระที่ 2.2 ผลการพิจารณากรอบและแผนงานโครงการของ TSC โดยสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2564

ในการประชุมสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2564 ครั้งที่ 2/2564 ท่านปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ศ.นพ.สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล) ในฐานะเลขานุการคณะกรรมการสภานโยบายฯ ได้นำเสนอ "**โครงการความร่วมมือภาคีอวกาศไทย: ดาวเทียมสำรวจพื้นพิภพเพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันของชาติ (2565-2569)**" ดังรายละเอียดปรากฏในเอกสารประกอบ 2 ซึ่งสภานโยบายฯ เห็นชอบในหลักการสำหรับโครงการดาวเทียม TSC-1 (สำรวจโลก) และ TSC-2 (สำรวจดวงจันทร์) และมอบหมายให้ กสว. พิจารณาจัดสรรงบประมาณสนับสนุนโครงการข้างต้นของ TSC ดังรายละเอียดปรากฏในเอกสารประกอบ 3

เอกสารประกอบ

2. โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย: ดาวเทียมสำรวจพื้นพิภพโดยคนไทยเพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันของชาติ
3. บันทึกข้อความ สอวช. ที่ อว 6201/1297 ลงวันที่ 25 สิงหาคม 2564 เรื่อง แจ้งมติการประชุมสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 2/2564

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารประกอบ 2

โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

ดาวเทียมสำรวจพื้นพิภพโดยคนไทย เพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันของชาติ

หน่วยงานที่รับผิดชอบ: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

หน่วยงานร่วม:

1. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
2. สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
3. สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
5. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
6. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
7. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
9. มหาวิทยาลัยมหิดล
10. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
11. สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ระยะเวลาโครงการ: ปีงบประมาณ 2565 - 2569 (5 ปี)
งบประมาณรวม: 891,000,000 บาท

ปีงบประมาณ	งบประมาณ (บาท)
2565	202,807,921
2566	249,760,000
2567	244,452,079
2568	105,193,333
2569	88,786,667
รวม	**891,000,000**

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (Thai Space Consortium หรือ TSC) คือการผนึกกำลังของ 12 หน่วยงานวิทยาศาสตร์ชั้นนำและสถาบันอุดมศึกษาภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) เพื่อสร้างดาวเทียมสำรวจโลกมวลมากกว่า 100 กิโลกรัมขึ้นเองภายในประเทศ ดาวเทียมดวงแรกที่จะสร้างขึ้นเองภายในปี 2568 นี้ (TSC-1) จะใช้สำรวจผิวโลกด้วยการบันทึกสเปกตรัมของทุกพื้นที่ในประเทศไทย ซึ่งจะให้ข้อมูลเชิงลึกถึงลักษณะของสิ่งปกคลุมดินโดยการวิเคราะห์ทางสถิติและปัญญาประดิษฐ์ (AI) เช่น ความสมบูรณ์ป่าไม้ ชนิดของวัชพืชในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ชนิดและปริมาณของพืชเศรษฐกิจทั่วประเทศในฤดูกาลต่างๆ หรือแม้แต่การขาดน้ำหรือสารอาหารของพืชเศรษฐกิจในบริเวณเพาะปลูกหนึ่งๆ อันเป็นมิติใหม่ในการสร้างและการใช้เทคโนโลยีอวกาศขั้นสูงเป็นข้อมูลตั้งต้นอย่างละเอียดจำเพาะในทุกพื้นที่ผลักดันนโยบายเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตประชาชน

ภาคีฯ วางแผนที่จะพัฒนาเทคโนโลยีของดาวเทียม TSC-1 ต่อยอดเป็นดาวเทียม TSC-2 ที่จะส่งไปโคจรรอบดวงจันทร์เพื่อสำรวจวิจัยพื้นผิวในปี 2570 ซึ่งจะเป็นตัวเทียบวัด (benchmarking) ที่ชัดแจ้งถึงศักยภาพด้านการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศภายในประเทศ ที่มีความพร้อมถ่ายทอดสู่ภาคอุตสาหกรรมเพื่อการใช้งานเชิงพาณิชย์ อีกทั้งเป็นการสร้างความตระหนักตื่นรู้และแรงบันดาลใจแก่สาธารณชนถึงขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของคนไทย

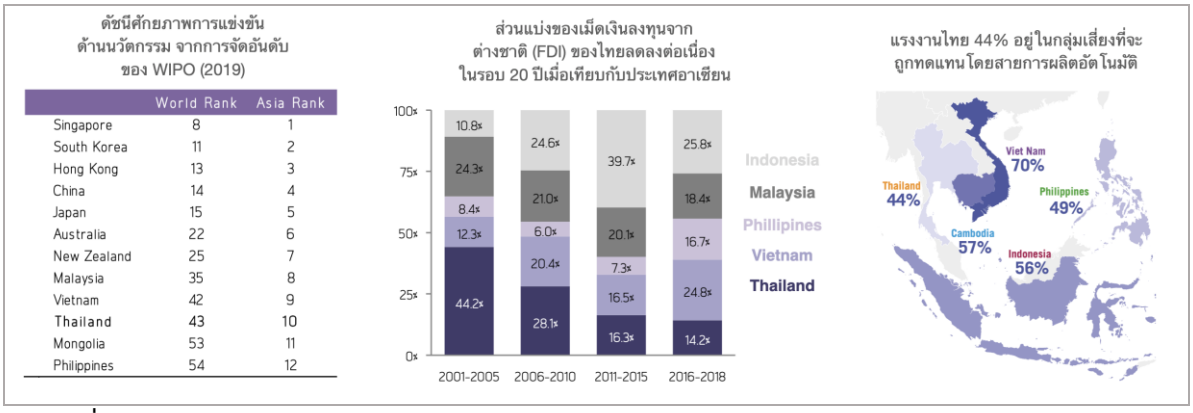
การสร้างดาวเทียมเองในประเทศเป็นการยกระดับศักยภาพการแข่งขันของชาติด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีตัวเทียบวัดกับชาติอื่นๆ ชัดเจนในรูปของดาวเทียมและอวกาศยานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นโดยลำดับ ผลักดันให้เกิดการสร้างกำลังคนที่มีทักษะความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคเอกชน สร้างงานวิศวกรรมขั้นสูงในประเทศ การลงทุนด้านอวกาศในประเทศของภาครัฐจะเหนี่ยวนำให้เกิดห่วงโซ่อุปทานใหม่ในประเทศ เป็นการบ่มเพาะระบบนิเวศเทคโนโลยีอวกาศไทย ที่เมื่อเติบโตขึ้นอย่างมั่นคงจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มพลอยได้ (spin-off value) เป็นผลกระทบกว้างขวางสู่อุตสาหกรรมอื่นๆ นอกเหนือจากอุตสาหกรรมอวกาศ เช่น สนับสนุนเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) โดยเป้าประสงค์ด้านผลกระทบสูงสุดของโครงการนี้ คือ การยกระดับระบบนิเวศเทคโนโลยีอวกาศไทยให้มีศักยภาพในการต่อเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่มูลค่าเพิ่มการผลิตระหว่างประเทศ (global value chain) ในระยะเวลา 20 ปีของการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ชาติในระยะ พ.ศ. 2580

ข้อเสนอต่อสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

1. ให้ความเห็นชอบในหลักการโครงการและแผนดำเนินงานของภาคีความร่วมมืออวกาศไทยเพื่อพัฒนาและสร้างดาวเทียม TSC-1 (ดาวเทียมสำหรับสำรวจและวิจัยใกล้ผิวโลก)
2. ให้ความเห็นชอบในหลักการโครงการของภาคีความร่วมมืออวกาศไทยเพื่อพัฒนาและสร้างดาวเทียม TSC-2 (ดาวเทียมสำหรับสำรวจและวิจัยจากวงโคจรรอบดวงจันทร์)
3. มอบหมายสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) พิจารณาการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนโครงการข้างต้นตามมติของสภานโยบาย

1. หลักการและเหตุผล

หลังจากสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทุเลาลง ความท้าทายระลอกต่อไปของไทย คือ การที่แรงงานไทยกำลังถูกทดแทนด้วยสายการผลิตอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ (AI) การถดถอยของเม็ดเงินลงทุนโดยตรงจากต่างชาติ (FDI) และการที่ต่างชาติทยอยถอยจากไทยในฐานะฐานการผลิตของโลก[1,2,3] แนวโน้มที่เริ่มปรากฏชัดในทศวรรษที่ผ่านมาดังภาพที่ 1 บ่งชี้ความจำเป็นเร่งด่วนที่ประเทศไทยจะต้องเฟ้นหากระบวนทัศน์ใหม่ในการปฏิรูปศักยภาพการผลิต การสร้างนวัตกรรมขั้นสูง การพัฒนากำลังคน และการสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการยกระดับศักยภาพการแข่งขัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมสาขาที่จะมีบทบาทสำคัญระดับโลกในระยะเวลาดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี



ภาพที่ 1 (ซ้าย) ดัชนีศักยภาพการแข่งขันด้านนวัตกรรม (Global Innovation Index) จากการจัดอันดับของ World Intellectual Property Organization (WIPO) ซึ่งไทยอยู่ในอันดับที่ 43 ของโลกและอันดับ 10 ของเอเชีย[1] **(กลาง)** ส่วนแบ่งของการลงทุนโดยตรงจากต่างชาติ (Foreign Direct Investment หรือ FDI) ของไทยในกลุ่มประเทศอาเซียนลดลงอย่างต่อเนื่องในสองทศวรรษที่ผ่านมา[2] **(ขวา)** แรงงานไทยประมาณ 44% มีความเสี่ยงที่จะถูกทดแทนโดยสายการผลิตอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์[3]

หนึ่งในอุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) ที่จะมีบทบาทสำคัญยิ่งในระยะ 20 ปีข้างหน้า และประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการพัฒนา คือ อุตสาหกรรมอวกาศ ที่คาดการณ์ว่าจะมีมูลค่ารวมทั่วโลก[4]สูงถึง 2.7 ล้านล้านเหรียญสหรัฐในทศวรรษ 2580 ซึ่งหากเทียบกับอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ทั่วโลกที่มีมูลค่ารวมประมาณ 0.5 ล้านล้านเหรียญสหรัฐในขณะนี้ (2563) จะเห็นฉากทัศน์ที่ชัดเจนถึงขนาดของผลกระทบจากอุตสาหกรรมอวกาศ เห็นโอกาสที่ประเทศไทยจะบูรณาการการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอวกาศ การพัฒนากำลังคน และการพัฒนาระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศ เป็นพาหนะขับดันไทยออกจากประเทศกับดักรายได้ปานกลางเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมอวกาศด้วยความเร่ง เกิดจากเทคโนโลยีอวกาศใหม่ๆ[5] โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีดิจิทัล และเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง (advanced manufacturing) ที่ทำให้การสำรวจและใช้ประโยชน์จากอวกาศมีต้นทุนต่ำลง มีประสิทธิภาพมากขึ้น เปิด

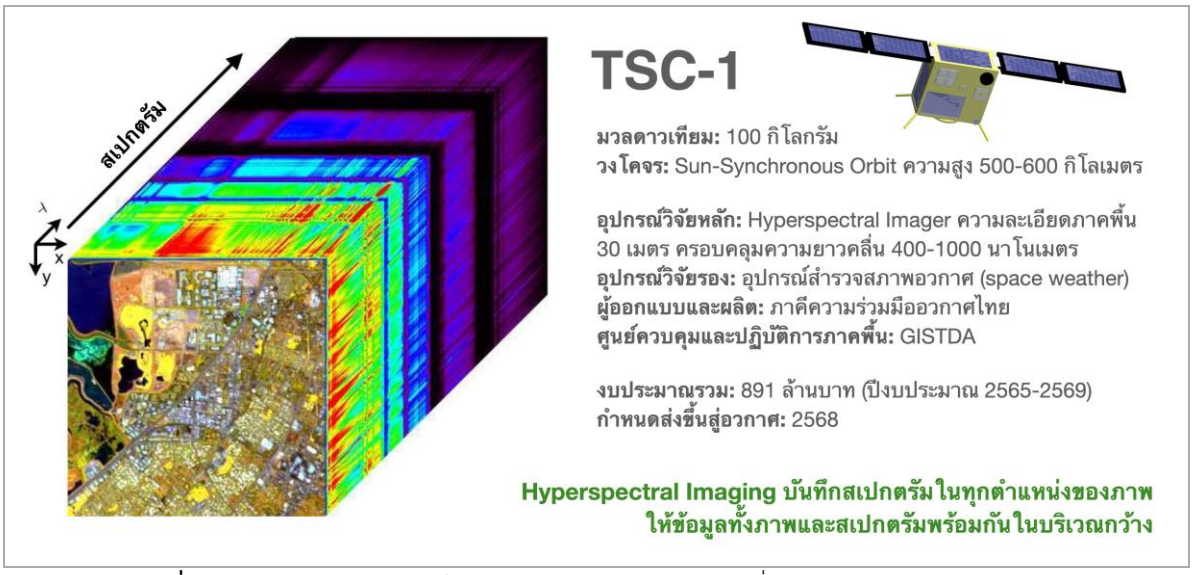
โอกาสให้ภาคเอกชนโดยเฉพาะบริษัท start-up ขนาดกลางและเล็กเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาธุรกิจอวกาศ เช่น ดาวเทียมที่มีขนาดเล็กลงแต่ประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อผนวกกับต้นทุนที่ต่ำลงในการส่งขึ้นสู่อวกาศด้วยจรวดของเอกชน ทำให้เกิดธุรกิจและบริการใหม่ด้านการสื่อสาร เช่น internet-of-things (IoT) จากอวกาศ หรือเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่ขับเคลื่อนด้วย AI อันเป็นรากฐานของการสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยเกษตรอัจฉริยะและการสร้างการเติบโตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อนึ่ง ยุทธศาสตร์การใช้การวิจัยและสำรวจอวกาศเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุตสาหกรรม ได้รับความสนใจอย่างยิ่งจากหลายประเทศ ดังจะเห็นจากการที่มูลค่าการลงทุนด้านอวกาศของภาครัฐทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 8 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ[6] (2562) ซึ่งนับว่าสูงที่สุดนับตั้งแต่ยุคโครงการอะพอลโลเมื่อกว่า 5 ทศวรรษที่แล้ว

ระบบนิเวศอวกาศ ประกอบด้วยสามส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ (1) ส่วนต้นน้ำ (upstream segment) ที่เป็นกลไกนำในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานให้แก่ส่วนอื่นๆ คือ การผลิตดาวเทียม ยานอวกาศ และจรวด ซึ่งต้องอาศัยเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง วิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล คอมพิวเตอร์ (สามสาขานี้เมื่อบูรณาการร่วมกันเรียกว่า เมคาทรอนิกส์) วิศวกรรมอัตโนมัติ (automation) ส่วนต้นน้ำนี้มีมูลค่าประมาณ 30% ของตลาดเทคโนโลยีอวกาศทั่วโลก (2) ส่วนกลางน้ำ (midstream segment) คือ ศูนย์ควบคุมและปฏิบัติการดาวเทียม (ground control and operation) ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 10% ของตลาดเทคโนโลยีอวกาศทั่วโลก (3) อีก 60% ของตลาดอยู่ในส่วนปลายน้ำ (downstream segment) ที่เป็นการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ อาทิ การสื่อสาร ภูมิสารสนเทศ เกษตรอัจฉริยะ การเตือนภัยพิบัติ การนำร่อง และความมั่นคง[7] (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 ระบบนิเวศอวกาศประกอบด้วยสามส่วน คือ ต้นน้ำ (upstream) กลางน้ำ (midstream) และปลายน้ำ (downstream) หน่วยงานและสถาบันภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ร่วมกันก่อตั้ง Thai Space Consortium เพื่อพัฒนาระบบนิเวศทั้งสามส่วนขึ้นในประเทศไทย (Global market size เป็นข้อมูลปี 2560 จากการวิเคราะห์ของ Morgan Stanley และ OECD[7])

ทั้งนี้ การใช้ประโยชน์อย่างสูงสุดจากอวกาศ ย่อมต้องพัฒนาระบบนิเวศทั้งสามส่วนให้เกิดขึ้นอย่างแข็งแกร่งในประเทศไทย เติบโตจากการเป็นผู้ซื้อเทคโนโลยี เป็นผู้ผลิตในประเทศ และก้าวต่อไปยังการเป็นผู้ส่งออกที่มีสถานะมั่นคงในห่วงโซ่มูลค่าเพิ่มการผลิตระหว่างประเทศ (global value chain)

ภายใต้ฉากทัศน์อุตสาหกรรมอวกาศระลอกใหม่ของโลก ประเทศไทยมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะพัฒนาขีดความสามารถสำหรับอุตสาหกรรมอวกาศภายในประเทศ ทั้งเพื่อให้อุตสาหกรรมไทยในยุค 2580 มีศักยภาพระดับโลกที่จะตักตวงผลประโยชน์จากห่วงโซ่มูลค่าเพิ่มการผลิตระหว่างประเทศ และเพื่อให้เกิดผลพลอยได้ (spill over) จากการพัฒนาอุตสาหกรรมอวกาศสู่อุตสาหกรรมอื่นๆ อันเกิดจากกำลังคนที่มีศักยภาพสูงขึ้น และการเพิ่มขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีขั้นสูง ที่จะช่วยลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้กับอุตสาหกรรมที่กว้างขวางไปกว่าด้านอวกาศ เช่น วิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (automation and robotics) อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (smart electronics) ยานยนต์แห่งอนาคต อวกาศยาน การขนส่ง ความมั่นคงของชาติ เกษตรอัจฉริยะ เทคโนโลยีดิจิทัล ทั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราส่วนของมูลค่าเพิ่มพลอยได้ (spill-over value) ต่ออัตราการลงทุนด้านอวกาศนี้มีอัตราส่วนประมาณ 1:3 ถึง 1:5 ในประเทศที่ระบบนิเวศอวกาศเติบโตเต็มที่[5,8,9]

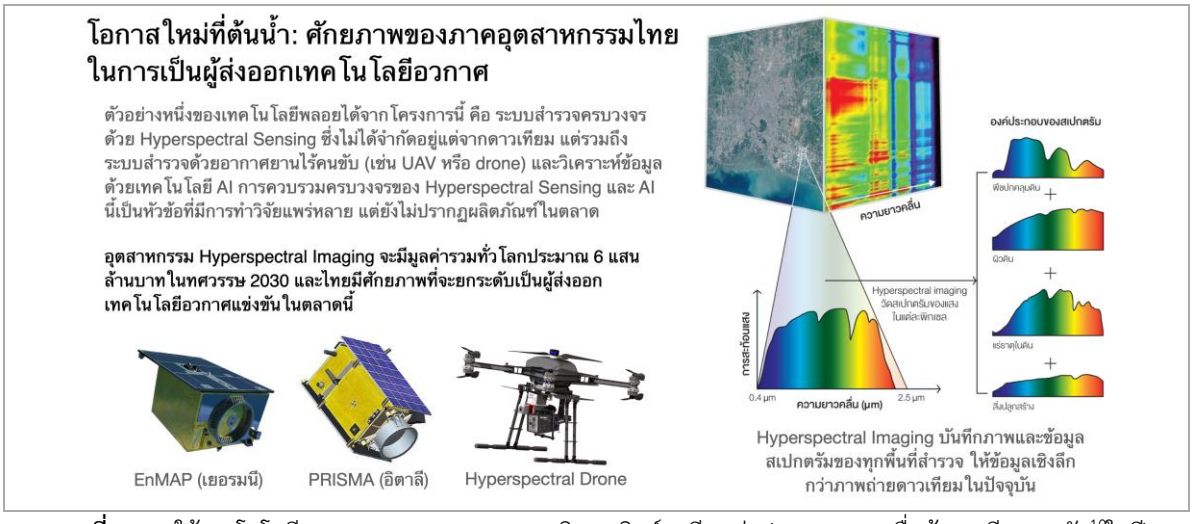


ภาพที่ 3 ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย มุ่งสร้างดาวเทียม TSC-1 เพื่อสำรวจโลกด้วย hyperspectral imager ที่จะบันทึกสเปกตรัมของทุกพื้นที่ ศึกษาพื้นที่การเกษตร และทรัพยากรธรรมชาติอย่างละเอียด โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการเกษตรแม่นยำและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยความตระหนักในความจำเป็นนี้ หน่วยงานภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) 12 หน่วยงาน จึงได้ร่วมกันก่อตั้ง โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (Thai Space Consortium) เพื่อบ่มเพาะระบบนิเวศทั้งสามส่วน โดยมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีและกำลังคน

ภายในประเทศด้วยการสร้างดาวเทียมขึ้นเอง ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมอวกาศมีส่วนคล้ายคลึงกับเทคโนโลยีที่ทั้ง 12 หน่วยงานได้มีการพัฒนาอยู่แล้วตามพันธกิจ พร้อมที่จะพัฒนาต่อยอดให้มีความคงทนและสามารถทำงานอย่างเป็นเอกเทศในสภาพแวดล้อมของอวกาศได้ เช่น เทคโนโลยีขั้นสูงทางดาราศาสตร์ (สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ องค์การมหาชน) ระบบสุญญากาศสำหรับทดสอบดาวเทียม (สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน องค์การมหาชน) เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและดาวเทียม (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ องค์การมหาชน) เป็นต้น

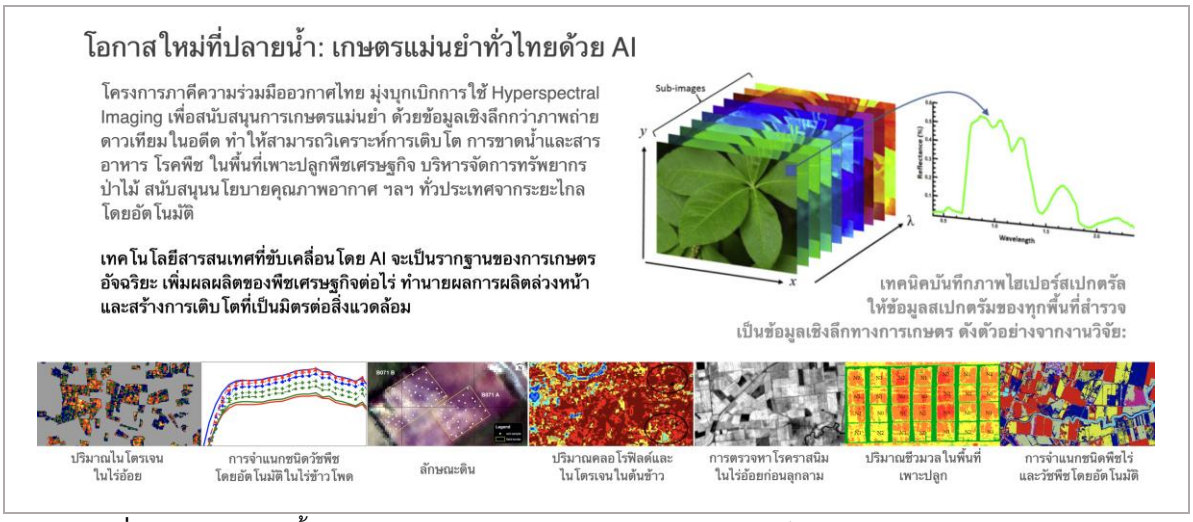
ดาวเทียมดวงแรกที่ภาคีฯ จะสร้างขึ้น (ดาวเทียม TSC-1; ภาพที่ 3) จะใช้สำรวจพื้นโลกตลอดช่วงคลื่นที่ตามองเห็นด้วยเทคนิค hyperspectral imaging ที่บันทึกทั้งภาพและสเปกตรัมของผิวโลกไปพร้อมๆ กัน เพื่อวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ในหลากหลายมิติ ในขณะนี้มีดาวเทียมน้อยกว่า 30 ดวงจากทั่วโลกที่สามารถทำได้ และในเอเชียมีเพียงประเทศญี่ปุ่น จีน และอินเดีย ที่มีศักยภาพในการศึกษาพื้นโลกด้วยเทคโนโลยี hyperspectral imaging เพราะขณะนี้ยังเป็นเทคโนโลยีที่ไม่สามารถซื้อหาได้ ต้องพัฒนาขึ้นเอง การสร้างดาวเทียมเองในประเทศ จะก่อให้เกิดการพัฒนาระบบนิเวศต้นน้ำจากการพัฒนาขีดความสามารถทางวิศวกรรม และของอุตสาหกรรมขั้นสูง (ภาพที่ 4) ที่จะเกิดขึ้นได้หากมีกำลังซื้อที่ผลักดันโดยภาครัฐ (anchor customer) ซึ่งจะสร้างห่วงโซ่อุปทานใหม่ ส่งผลให้มีการจ้างงานด้านวิศวกรรมขั้นสูง ลดภาวการณ์สูญเสียแรงงานคุณภาพสูงไปสู่ต่างประเทศ



ภาพที่ 4 การใช้เทคโนโลยี hyperspectral imager เชิงพาณิชย์จะมีมูลค่าประมาณ 2 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ[10]ในปี 2573 เป็นตัวอย่างหนึ่ง ที่การพัฒนาเทคโนโลยีในส่วนต้นน้ำของระบบนิเวศอวกาศเพื่อสร้างดาวเทียมในประเทศของภาคีความร่วมมืออวกาศไทย จะสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรมในประเทศ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมมูลค่าสูงในฐานะผู้ส่งออกเทคโนโลยีสำรวจพื้นที่บริเวณกว้างเชิงลึกจากอากาศยานไร้คนขับหรือดาวเทียม

ในส่วนปลายน้ำ ดาวเทียม TSC-1 จะให้ข้อมูลภาพและสเปกตรัมของทุกพื้นที่ในประเทศไทย ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ที่มีศักยภาพสูง เพราะสามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกไปกว่าการถ่ายภาพดาวเทียม

ธรรมดา เช่น ทราบได้ถึงชนิดของพืชปกคลุมดิน[11] องค์ประกอบของดิน[12] การขาดน้ำหรือสารอาหารของพืชไร่[13,14] โรคพืช[15] ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นสำคัญของการเกษตรแม่นยำ (precision farming) ศึกษาพืชเศรษฐกิจในสถานะการเติบโตต่างๆ[16,17] เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายและศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ สามารถทำนายผลผลิตล่วงหน้าด้วยวิธีทางสถิติและเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ เป็นข้อมูลสำหรับภาครัฐในการกำหนดนโยบายเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร (ภาพที่ 5) การพัฒนากำลังคนที่เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเหล่านี้จะเป็นปัจจัยสำคัญในการพึ่งพาตนเองในอนาคต ในยุคที่เทคโนโลยีอวกาศเข้ามามีบทบาทสำคัญในการศึกษาวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตคนไทย



ภาพที่ 5. ในส่วนปลายน้ำของระบบนิเวศ โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทยมุ่งบุกเบิกการใช้งานเทคโนโลยี hyperspectral imaging เพื่อสนับสนุนการเกษตรแม่นยำ การบันทึกสเปกตรัมของทุกบริเวณให้ข้อมูลเชิงลึกไปกว่าภาพถ่ายดาวเทียมในอดีต ทำให้สามารถใช้วิเคราะห์การเติบโต โรคพืช การขาดน้ำหรือสารอาหาร ได้จากระยะไกลโดยอัตโนมัติ[11-17] การบุกเบิกการวิจัยนี้ในไทยจะมีประโยชน์เพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชเศรษฐกิจต่อไร่ ทำนายผลผลิตล่วงหน้า บริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ และควบคุมมลภาวะทางอากาศ

ตัวอย่างประเทศกำลังพัฒนาที่ประสบความสำเร็จอย่างมากในการพัฒนาระบบนิเวศเทคโนโลยีอวกาศในประเทศ คือ ประเทศอินเดีย ภายใต้การนำของ Indian Space Research Organisation (ISRO) ที่ส่งดาวเทียมดวงแรกที่สร้างในประเทศขึ้นสู่วงโคจรในปี 2518 ISRO มุ่งเน้นการสร้างเทคโนโลยีในประเทศเพื่อการพึ่งพาตนเอง และด้วยการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างต่อเนื่อง ISRO จึงมีบทบาทนำในการสร้างระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศอินเดีย (ภาพที่ 7) ที่ปัจจุบันมีบริษัทเอกชนผู้ผลิตเทคโนโลยีอวกาศกว่า 500 บริษัท และมีบริษัท start-up ด้านอวกาศเกิดขึ้นกว่า 40 บริษัท[18,19] จนมีศักยภาพการแข่งขันระดับโลกภายใต้ต้นทุนต่ำ เช่น ดาวเทียมกล้องโทรทรรศน์อวกาศช่วงคลื่นอัลตราไวโอเลตอาทิตยา (Aditya-L1) ที่มีกล้องและอุปกรณ์สำรวจดวงอาทิตย์ ส่งไปประจำการในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ที่ระยะ 1.5 ล้านกิโลเมตรจากโลก ภายใต้งบประมาณเพียง 52 ล้านเหรียญสหรัฐ อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ ยานสำรวจ

ดาวอังคาร มังคลยาน (Mangalyaan) ที่เดินทางถึงดาวอังคารในปี 2557 นับเป็นประเทศในเอเชียชาติแรกที่ส่งยานไปโคจรรอบดาวอังคารได้สำเร็จ และเป็นยานสำรวจดาวอังคารที่ใช้งบประมาณน้อยที่สุดในประวัติศาสตร์ ทั้งสองตัวอย่างเป็นกรณีศึกษาของโครงการสำรวจอวกาศระดับ best-in-class ของโลก ในบริบทที่ประเทศกำลังพัฒนาใช้โจทย์อวกาศเป็นเครื่องมือผลักดันการพัฒนาเทคโนโลยี กำลังคน และระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศให้ก้าวรุดหน้าไปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 6 ดาวเทียม TSC-2 จะใช้ hyperspectral imager เช่นเดียวกับดาวเทียม TSC-1 โดยจะส่งไปโคจรสำรวจพื้นผิวดวงจันทร์ในปี 2570 โดยมีจุดประสงค์ทั้งเพื่อการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการเทียบวัด (benchmarking) ศักยภาพเทคโนโลยีและกำลังคนด้านอวกาศในประเทศ ความสามารถทางวิศวกรรมขั้นสูงจากการสร้างดาวเทียม TSC-2 จะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มพลอยได้ (spill-over value) กับอุตสาหกรรมอื่นๆ กว้างขวางกว่าอุตสาหกรรมอวกาศ

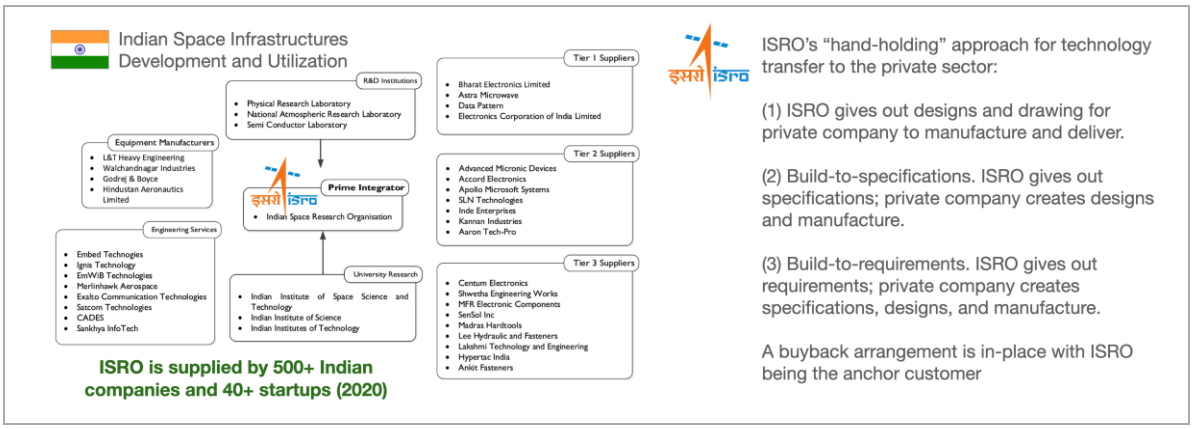
ควรเป็นที่สังเกตว่าประเทศเพื่อนบ้านของไทยให้ความสนใจการพัฒนาขีดความสามารถด้านอวกาศโดยการสร้างดาวเทียมเพิ่มขึ้นอย่างมากในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา เห็นได้จากการส่งดาวเทียมสำรวจโลก RazakSAT (มวล 180 กิโลกรัม) ของมาเลเซียในปี 2552 ภายใต้ความร่วมมือกับบริษัทเอกชนของเกาหลีใต้ ดาวเทียมสำรวจโลก Diwata-1 (2559) และ Diwata-2 (2561) ของฟิลิปปินส์ ดาวเทียมสำรวจโลก MicroDragon (2562) ของเวียดนาม ดาวเทียมของทั้งฟิลิปปินส์และเวียดนามมีมวลประมาณ 50 กิโลกรัม พัฒนาขึ้นภายใต้ความกับมหาวิทยาลัยและองค์การอวกาศของญี่ปุ่น อินโดนีเซียมีความก้าวหน้ากว่าสองประเทศข้างต้น มีองค์การอวกาศของตนเอง (LAPAN) และได้ส่งดาวเทียมสำรวจโลกและสื่อสาร LAPAN-A1, A2, และ A3 (มวล 56, 68, และ 115 กิโลกรัม ตามลำดับ) ระหว่างปี 2550-2559 อย่างไรก็ตาม ดาวเทียมสำรวจโลกของทั้งสี่ชาติข้างต้นใช้เทคโนโลยีสำรวจด้วยการบันทึกภาพถ่ายดาวเทียมเป็นช่วงๆ คลื่น (multispectral imaging) ต่างจากแผนของโครงการ TSC-1 ของไทยที่จะบันทึกสเปกตรัมต่อเนื่องตลอดทุกช่วงคลื่นของทุกพื้นที่ (hyperspectral imaging)

แผนแม่บทระยะยาวของภาคีความร่วมมืออวกาศไทย คือ พัฒนาเทคโนโลยีอวกาศที่มีความซับซ้อนล้ำหน้าขึ้นโดยลำดับ กล่าวคือ ดาวเทียม TSC-2 (ภาพที่ 6) ที่จะใช้เทคโนโลยีเดียวกับ TSC-1 แต่เพิ่มระบบขับดันให้ยานเดินทางออกจากวงโคจรของโลกเพื่อไปศึกษาดวงจันทร์ ซึ่งจะต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงยิ่งขึ้นไปที่จะพัฒนาขึ้นในประเทศไทย เป็นการสร้างปัจจัยเร่งให้เกิดระบบนิเวศอวกาศในประเทศ ทั้งนี้กำลังคนเชี่ยวชาญสูงที่พัฒนาขึ้นโดยใช้การสร้างดาวเทียมเป็นหลักชัย จะเป็นทรัพยากรอันมีค่าที่สุดของชาติในภาคอุตสาหกรรมอวกาศ การลงทุนของภาครัฐเพื่อการพัฒนาดาวเทียมและเทคโนโลยีอวกาศจึงเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างหลักประกันศักยภาพในการแข่งขันของชาติตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

2. วัตถุประสงค์

2.1 สร้างระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศ (space industry ecosystem) ตั้งแต่ส่วนต้นน้ำถึงปลายน้ำ ด้วยการใช้การสร้างดาวเทียมสำรวจอวกาศด้วยตนเอง เป็นตัวเชื่อมโยงผู้สร้างเทคโนโลยีเข้มข้นภายในประเทศ (deep tech) เข้ากับผู้ใช้

2.2 บ่มเพาะให้ระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศมีศักยภาพในการแข่งขันและสามารถเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่มูลค่าเพิ่มการผลิตระหว่างประเทศภายในระยะเวลา 20 ปีข้างหน้า ที่อุตสาหกรรมอวกาศจะเป็นอุตสาหกรรมมูลค่าสูงของโลก



ภาพที่ 7 อินเดียเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่ประสบความสำเร็จอย่างสูงในการสร้างระบบนิเวศเทคโนโลยีอวกาศในประเทศ **(ซ้าย)** โดยมีองค์การวิจัยอวกาศแห่งอินเดีย (ISRO) เป็นแกนนำสร้างห่วงโซ่อุปทานใหม่ด้วยกำลังซื้อที่ผลักดันโดยภาครัฐ (anchor customer) ด้วยโครงการสำรวจอวกาศที่มีความซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ อีกทั้งสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคเอกชนอย่างเป็นระบบ[18,19] **(ขวา)** กระทั่งปัจจุบันมีบริษัทเอกชนกว่า 500 แห่ง (และ startup กว่า 40 แห่ง) เป็นผู้ร่วมผลิตเทคโนโลยีอวกาศในประเทศและได้รับประโยชน์จากมูลค่าเพิ่มพลอยได้จากกิจการอวกาศ

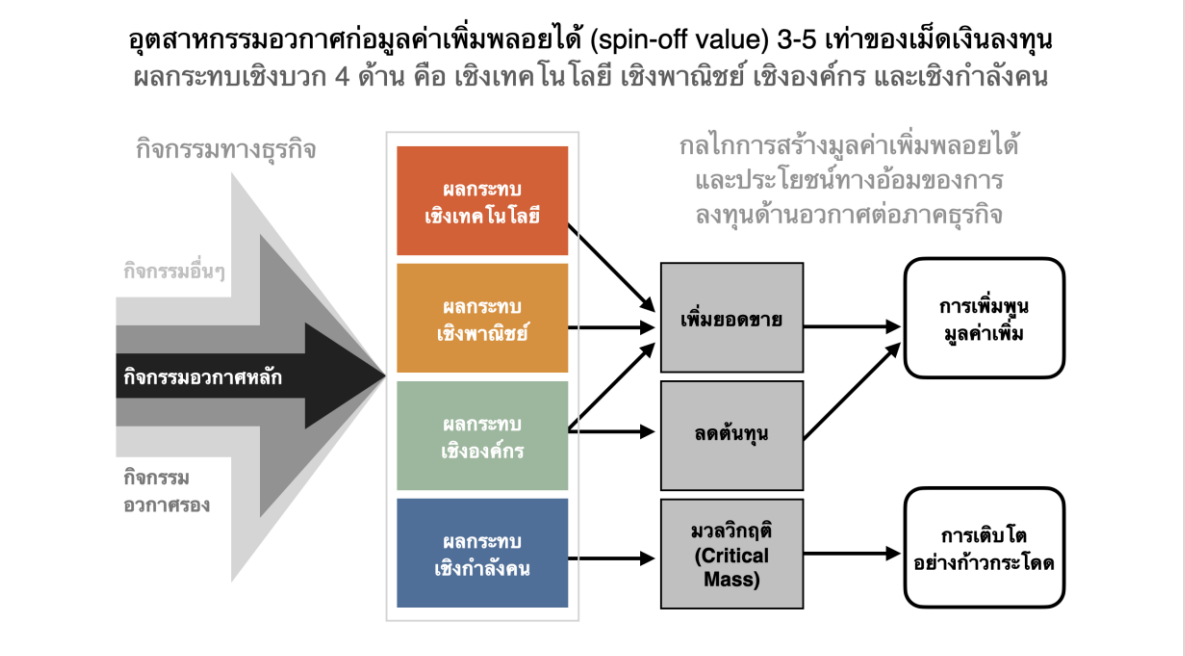
2.3 พัฒนากำลังคนและขีดความสามารถของประเทศด้านเทคโนโลยีอวกาศ โดยมีตัวเทียบวัดขีดความสามารถ (benchmarking) ในทุกขณะอย่างชัดเจน ทั้งภายในโครงการและเทียบวัดขีดความสามารถของไทยกับประเทศอื่นๆ อันเป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพยิ่งในการวางกลยุทธ์เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของชาติ พร้อมไปกับการสร้างงานที่ใช้ความรู้และทักษะขั้นสูงด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมภายในประเทศ ลดภาวะการสูญเสียแรงงานคุณภาพสูง

2.4 ใช้ดาวเทียม TSC-1 บันทึกข้อมูลสเปกตรัมของทุกตำแหน่งในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงลึกไปกว่าภาพถ่ายดาวเทียมในอดีต เป็นตัวผลักดันการใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศยุคใหม่เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตคนไทย เช่น ปฏิวัติเกษตรแม่นยำเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เป็นข้อมูลสำหรับภาครัฐในการกำหนดนโยบายเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร และช่วยทำนายเตือนภัยพิบัติ (เช่น น้ำท่วม น้ำแล้ง ไฟป่า PM2.5) อย่างเป็นองค์รวม

ภาพที่ 8. การพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีและกำลังคนในประเทศด้วยโจทย์อวกาศ จะก่อประโยชน์ไปสู่ภาคอุตสาหกรรมกว้างขวางไปกว่ากิจการอวกาศ (spill-over effect ในภาพที่ 9) ตัวอย่างเช่น กลุ่มอุตสาหกรรมของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ที่จะได้ประโยชน์จากทั้งส่วนต้นน้ำและปลายน้ำของระบบนิเวศอวกาศ การลงทุนด้านอวกาศในประเทศ จึงเป็นการลงทุนในเทคโนโลยีเพื่อสร้างหลักประกันศักยภาพการแข่งขันของชาติ

2.5 ใช้มูลค่าเพิ่มพลอยได้ (spill-over value) ที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในรูปของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ การพัฒนากระบวนการ (เช่น กระบวนการผลิต กระบวนการประกันคุณภาพ กระบวนการตรวจสอบ) การพัฒนากำลังคน อันสืบเนื่องมาจากการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ ยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรม

อื่นๆ นอกเหนือจากอุตสาหกรรมอวกาศ (non-space industry) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เช่น วิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (automation and robotics) อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (smart electronics) ยานยนต์แห่งอนาคต อวกาศยาน การขนส่ง เกษตรอัจฉริยะ และเทคโนโลยีดิจิทัล (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 9 งานวิจัยในระบบนิเวศเทคโนโลยีอวกาศที่โตเต็มที่[8] ชี้ว่าอุตสาหกรรมอวกาศก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มพลอยได้ (spin-off value) ไปสู่อุตสาหกรรมอื่นๆ ที่กว้างขวางออกไป โดยมีตัวคูณมูลค่าเพิ่มพลอยได้ประมาณ 3-5 เท่าของเม็ดเงินลงทุนด้านอวกาศ ตัวคูณนี้เป็นผลรวมของผลกระทบเชิงบวกสี่ด้าน[9] **คือ (1) ผลกระทบด้านเทคโนโลยี (technological effects)** เช่น การถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ **(2) ผลกระทบเชิงพาณิชย์ (commercial effect)** เช่น การสร้างเครือข่ายในหมู่ผู้ผลิตเทคโนโลยีอวกาศ หรือชื่อเสียงในฐานะผู้ผลิตเทคโนโลยี**อวกาศ (3) ผลกระทบด้านองค์กร (organizational effect)** เช่น การพัฒนากระบวนการผลิต ตรวจสอบ หรือบริหารจัดการ **และ (4) ผลกระทบด้านกำลังคน (work factor effect)** เช่น ทักษะความรู้ขั้นสูงของวิศวกรและช่างเทคนิคที่เมื่อเกิด critical mass จะสามารถผลักดันการเติบโตอย่างก้าวกระโดด

3 ขอบเขตงานของโครงการ

3.1 ออกแบบและพัฒนาต้นแบบของดาวเทียม TSC-1 ในทุกระบบย่อย (subsystem) ภายในประเทศ ได้แก่ ระบบระบุวิถีโคจรและควบคุมทิศทาง ระบบผลิตและจัดการไฟฟ้า ระบบคอมพิวเตอร์ที่ปฏิบัติงานเป็นเอกเทศบนดาวเทียม ระบบซอฟต์แวร์ดาวเทียม ระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบบันทึกภาพผิวโลกด้วย hyperspectral imager ระบบสื่อสารกับศูนย์ควบคุมบนโลก ระบบรับสัญญาณภาคพื้น เพื่อพัฒนากำลังคนผ่านการปฏิบัติงานในสภาวะแวดล้อมการสร้างดาวเทียมจริง ให้บุคลากรมีความพร้อมในการสร้าง ประกอบ และทดสอบดาวเทียม (Assembly Integration and Testing) และมีศักยภาพในการต่อยอดสู่ภาคอุตสาหกรรม

3.2 สร้างห้องปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีอวกาศ เป็นกำลังผลักดันการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและดาวเทียมของหน่วยงานภายในประเทศ

3.3 ออกแบบ พัฒนา ผลิต ประกอบ และทดสอบดาวเทียม TSC-1 (ขนาดประมาณ 100 กิโลกรัม) ที่มีคุณลักษณะทางเทคนิคแสดงในตารางที่ 1 สำหรับสำรวจทุกพื้นที่ในประเทศไทย (หรือบริเวณส่วนใหญ่ของโลกที่ต้องการ) ด้วยเทคนิค hyperspectral imaging และอุปกรณ์ตรวจวัดสภาวะอวกาศ (space weather payload)

3.4 ออกแบบ พัฒนา ผลิต ประกอบ และทดสอบดาวเทียมขนาดเล็ก (ประมาณ 10 กิโลกรัม) จำนวน 2 ดวง ที่มีคุณลักษณะทางเทคนิคแสดงในตารางที่ 2 และ 3 เพื่อใช้ทดสอบระบบย่อยที่ผลิตขึ้นเองในข้อ (1) ในสภาพอวกาศจริง เพื่อสอบทานและยืนยันคุณภาพก่อนใช้ในดาวเทียม TSC-1

3.5 พัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศจากข้อมูล hyperspectral imaging ช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางภูมิสารสนเทศของทรัพยากรเดิม เช่น ดาวเทียม THEOS-2 โดยเฉพาะการเกษตรอัจฉริยะที่พัฒนาให้มีความจำเพาะสำหรับพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย

3.6 สร้าง แสวงหา และบ่มเพาะ ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยในประเทศ โดยใช้โจทย์การพัฒนาเทคโนโลยีดาวเทียมเป็นตัวเหนี่ยวนำการบูรณาการองค์ความรู้และทรัพยากรร่วมกันภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ให้เกิดการสร้างระบบนิเวศเพื่อร่วมสร้างงานวิจัยและนวัตกรรม

3.7 สร้าง แสวงหา และบ่มเพาะ ความร่วมมือระหว่างโครงการ TSC และองค์กรชั้นนำจากต่างประเทศ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีในสาขาที่จำเป็นหรือขาดแคลน ให้ไทยสามารถพัฒนาเทคโนโลยีและระบบนิเวศอวกาศในประเทศได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

3.8 เลือกสรรบุคลากรรุ่นใหม่ที่มีศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเข้าร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ความชำนาญกับองค์กรชั้นนำทั้งในและต่างประเทศ

3.9 สนับสนุนให้หน่วยงานและสถาบันการศึกษาในประเทศร่วมพัฒนา สร้างบุคลากรรุ่นใหม่ผ่านโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ เช่น การพัฒนาอุปกรณ์วิจัย (payload) การพัฒนาส่วนประกอบดาวเทียม เพื่อรองรับอุตสาหกรรมอวกาศและเทคโนโลยีชั้นสูงของประเทศ

3.10 สนับสนุนการใช้ประโยชน์จากข้อมูลและเทคโนโลยีอวกาศร่วมกันกับหน่วยงานความมั่นคงของภาครัฐ (dual use)

3.11 สนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีอวกาศไปสู่อุตสาหกรรมอื่นๆ นอกเหนือจากอุตสาหกรรมอวกาศ (non-space industry) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อสนับสนุนเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) บ่มเพาะธุรกิจ start-up หรือ spin-off ใหม่เพื่อใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและความเชี่ยวชาญที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาภายใต้โครงการ TSC

3.12 พัฒนาระบบสถานีภาคพื้นดินสำหรับรับและส่งสัญญาณดาวเทียม

3.13 พัฒนาระบบสื่อสารกับยานอวกาศห้วงลึก (Deep Space Network) โดยใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติ ขนาด 40 เมตร ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับดาวเทียม TSC-2 ในภารกิจไปโคจรรอบดวงจันทร์

3.14 สร้างความตระหนักถึงบทบาทของการลงทุนด้านอวกาศต่อการพัฒนาเศรษฐกิจแก่สังคม ด้วยโครงสร้างพื้นฐานด้านการเผยแพร่ (outreach) ของหน่วยงานในภาคีความร่วมมือฯ

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางเทคนิคของดาวเทียม TSC-1

ลักษณะของดาวเทียม	Microsatellite
ภารกิจ	สำรวจทุกบริเวณของประเทศไทยด้วยการบันทึกสเปกตรัม ณ ทุกตำแหน่ง (hyperspectral imaging)
มวล	ประมาณ 100 กิโลกรัม
วงโคจร	Sun Synchronous Orbit ความสูง 500-600 กิโลเมตรจากพื้นโลก
อุปกรณ์วิจัย (payload)	อุปกรณ์วิจัยหลัก: hyperspectral Imager อุปกรณ์วิจัยรอง: space weather payload
ย่านความถี่	Downlink: X-band, S-band และ UHF Uplink: S-band และ VHF

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางเทคนิคของดาวเทียม TSC-PFT1

ลักษณะของดาวเทียม	6U CubeSat
ภารกิจ	ทดสอบระบบสำรองและระบบกางแผงสุริยะสำหรับใช้งานในดาวเทียม TSC-1
มวล	ประมาณ 10 กิโลกรัม
วงโคจร	ความเอียง 51.6 องศา ที่ความสูง 410-420 กิโลเมตร
อุปกรณ์วิจัย (payload)	Wide-angle camera
ย่านความถี่ในการสื่อสารกับภาคพื้นดิน	Downlink: S-band และ UHF Uplink: VHF

ตารางที่ 3 คุณลักษณะทางเทคนิคของดาวเทียม TSC-PFT2

ลักษณะของดาวเทียม	6U CubeSat
ภารกิจ	ทดสอบระบบขับดันของดาวเทียมและทดสอบการสื่อสารด้วยช่วงความถี่ X band สำหรับใช้งานในดาวเทียม TSC-2 ที่จะไปสำรวจดวงจันทร์
มวล	ประมาณ 10 กิโลกรัม
วงโคจร	ความเอียง 51.6 องศา ที่ความสูง 410-420 กิโลเมตร
อุปกรณ์วิจัย (payload)	Wide-angle camera
ย่านความถี่ในการสื่อสารกับภาคพื้นดิน	Downlink: X-band และ UHF Uplink: X-band และ VHF

4. หน่วยงานร่วมและการบริหารโครงการ

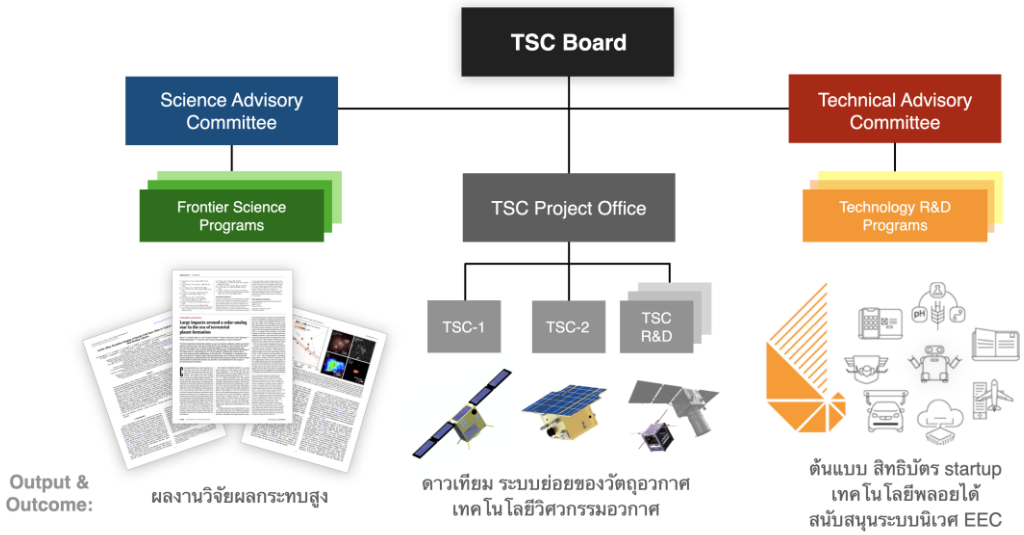
ชื่อหน่วยงาน	แนวทางร่วมดำเนินการ	ตัวอย่างการร่วมลงทุน
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	(1) ออกแบบ พัฒนา และสร้างอุปกรณ์วิจัยหลัก (payload) สำหรับดาวเทียม TSC-1 (กล้องบันทึกภาพ Hyperspectral) (2) ประกอบอุปกรณ์วิจัยหลักเข้ากับดาวเทียม ทดสอบระบบย่อยต่างๆ ให้มีความพร้อมใช้งานจริงในอวกาศ (3) ประกอบระบบย่อยเข้าด้วยกันเป็นดาวเทียมสมบูรณ์	(1) ห้องปลอดฝุ่นสำหรับประกอบและทดสอบดาวเทียม (2) ห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ (3) ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีคลื่นวิทยุ (4) ห้องปฏิบัติการทัศนศาสตร์และโฟโตนิกส์
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)	(1) ทดสอบดาวเทียมสมบูรณ์ก่อนส่งขึ้นสู่อวกาศ (2) ออกแบบและสร้างซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมวงโคจรของดาวเทียม (3) การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในบริบทของไทย	(1) ห้องปฏิบัติการภูมิสารสนเทศ (2) ห้องปฏิบัติการทดสอบดาวเทียม
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)	(1) ออกแบบสร้างระบบทดสอบดาวเทียม (2) ออกแบบและสร้างห้องทดสอบระบบย่อยของดาวเทียม	(1) ห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ (2) ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสุญญากาศ (3) ห้องปฏิบัติการแม่เหล็ก (4) ศูนย์เครื่องมือกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	(1) พัฒนากำลังคน (2) พัฒนาเครื่องตรวจวัดอนุภาคพลังงานสูง (High-Energy Particle Detector)	(1) ห้องปฏิบัติการทัศนศาสตร์
สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)	(1) การพัฒนาธุรกิจใหม่ (2) การถ่ายทอดเทคโนโลยี (3) ความร่วมมือกับภาคเอกชน	(1) หน่วยสนับสนุนส่งเสริมธุรกิจใหม่ การถ่ายทอดเทคโนโลยีและความร่วมมือกับภาคเอกชน (Public-Private Partnership)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	(1) พัฒนากำลังคน (2) ระบบดาวเทียม (satellite bus)	(1) ห้องปฏิบัติการด้านดาวเทียมและอวกาศยาน
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	(1) พัฒนากำลังคน	(1) ห้องปฏิบัติการอวกาศยาน

	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	(1) พัฒนากำลังคน (2) สถานีรับสัญญาณภาคพื้นดิน	(1) สถานีรับสัญญาณดาวเทียมจุฬาภรณ์
	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	(1) พัฒนากำลังคน (2) ซอฟท์แวร์ควบคุมดาวเทียม	(1) ห้องปฏิบัติการทัศนศาสตร์
	มหาวิทยาลัยมหิดล	(1) พัฒนากำลังคน (2) อุปกรณ์วิจัยตรวจสภาวะอวกาศ (space weather payload)	(1) ห้องปฏิบัติการสภาวะอวกาศ
สวทช NSTDA	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	(1) พัฒนากำลังคน (2) เทคโนโลยีวัสดุขั้นสูงสำหรับใช้งานในอวกาศ (3) หน่วยเก็บไฟฟ้าสำหรับดาวเทียม	(1) ห้องปฏิบัติการพลังงาน
สทน TINT	สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	(1) พัฒนากำลังคน (2) ระบบขับดันด้วยไอออน (ion thruster)	(1) ห้องปฏิบัติการพลาสมา

ภาคีความร่วมมืออวกาศไทยเริ่มต้นขึ้นเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2560 จากการหารือร่วมกันระหว่างผู้อำนวยการ 3 หน่วยงาน ได้แก่ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เกิดความเห็นพ้องถึงความเป็นไปได้ในการต่อยอดศักยภาพทางวิศวกรรมของทั้งสามหน่วยงานเพื่อสร้างดาวเทียมขึ้นเองในประเทศ ซึ่งได้นำไปสู่การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีดาวเทียมร่วมกันในเดือนมิถุนายน 2561 และการลงนามในหนังสือแสดงเจตจำนงว่าด้วยหลักการความร่วมมือด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาดาวเทียมสำรวจอวกาศระหว่างสามหน่วยงานเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2561 ต่อมาในเดือนธันวาคม 2562 ภาคีความร่วมมือฯ ได้ส่งข้อเสนอไปยังหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน และทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) และได้รับการสนับสนุนงบประมาณ 162 ล้านบาท มุ่งเน้นให้พัฒนาเทคโนโลยีนำร่องภายใต้ความร่วมมือกับ Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics (CIOMP) สร้างดาวเทียม TSC-Pathfinder มวล 80 กิโลกรัม สำหรับสำรวจโลกด้วยการบันทึกภาพและภาพเคลื่อนไหวความละเอียดสูง ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2563 เป็นต้นมา ในโครงการนี้ วิศวกรไทยจะเข้าร่วมพัฒนา สร้าง และประกอบแต่ละระบบย่อยและระบบดาวเทียมสมบูรณ์เพื่อยกระดับความสามารถทางวิศวกรรมให้มีความพร้อมในการสร้างดาวเทียมเองในประเทศ ภาคีความร่วมมือได้เติบโตต่อเนื่องมาโดยลำดับ นำมาสู่การลงนามในบันทึกความเข้าใจ (MoU) ระหว่าง 12 หน่วยงานในวันที่ 5 เมษายน 2564 เพื่อร่วมกันพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างดาวเทียม TSC-1 และ TSC-2 โดยมีลักษณะส่วนร่วมที่แสดงโดยสรุปในตารางที่ 10

การบริหารโครงการจะมีโครงสร้างการบริหารดังแสดงในภาพที่ 10 กล่าวคือ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้แต่งตั้งคณะกรรมการบริหารโครงการ (TSC Board) ประกอบด้วยหัวหน้าหน่วยงานในภาคีหรือผู้แทน มีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดนโยบายและทิศทางการทำงาน (ประชุมทุก 3 เดือนในปีแรก และทุก 6 เดือนในปีต่อไป) โดยเลขานุการของคณะกรรมการบริหารโครงการ ทำหน้าที่ผู้บริหารโครงการ (TSC Program Manager) และหัวหน้าสำนักงานโครงการ (TSC Project Office) ที่ช่วยประสานงานกับหัวหน้าโครงการดาวเทียม (TSC Satellite Project Manager) และหัวหน้าโครงการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ (TSC R&D Project Leader) ให้ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังจัดให้มีคณะกรรมการด้านเทคนิค (Technical Advisory Committee) และคณะกรรมการด้านวิทยาศาสตร์ (Science Advisory Committee) ซึ่งจะประชุมทุก 3 เดือนใน 2 ปีแรก และทุก 6 เดือนในปีต่อไป มีหน้าที่ให้คำปรึกษา TSC Program Manager, TSC Project Manager, และ Project Leader และให้คำแนะนำคณะกรรมการบริหารโครงการเกี่ยวกับทิศทางการวิจัยและพัฒนานอกเหนือไปจากการดำเนินการภายใต้สำนักงานโครงการ ที่จะร่วมส่งเสริมให้เกิดระบบนิเวศวิจัยและพัฒนาด้านอวกาศที่หลากหลาย เช่น การวิจัยต่อยอดด้านอวกาศ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความพร้อมและศักยภาพในการผลักดันให้เกิดธุรกิจ Spin-off เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

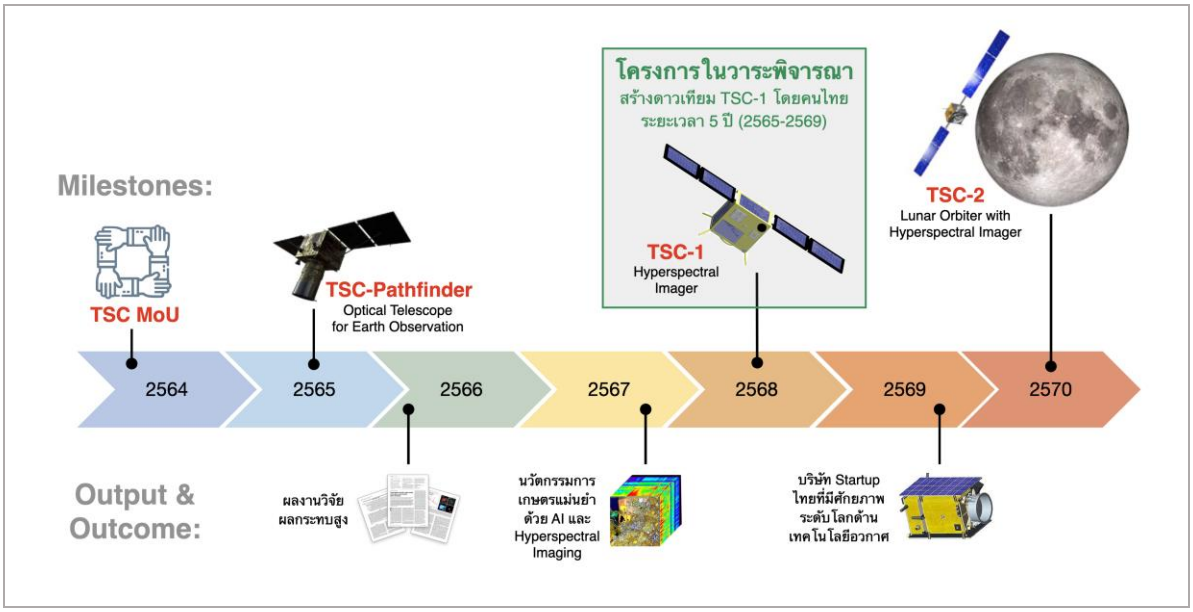


ภาพที่ 10 ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย บริหารโดยคณะกรรมการบริหารโครงการ (TSC Board) มีโครงสร้างหลักสามส่วน คือ **(1) ส่วนการวิจัยรากฐานด้านอวกาศ (Frontier Space Research; ซ้าย)** กำกับดูแลโดยคณะกรรมการด้านวิทยาศาสตร์ (Science Advisory Committee) เพื่อสนับสนุนกิจกรรมวิจัยร่วมกับหน่วยงานและมหาวิทยาลัยในประเทศ สร้างองค์ความรู้ใหม่ผลกระทบสูง **(2) ส่วนสร้างและพัฒนาดาวเทียม กำกับดูแลโดยสำนักงานโครงการ (TSC Project Office; กลาง)** เพื่อสร้างดาวเทียม TSC-1 และ TSC-2 รวมทั้งพัฒนาระบบย่อยต่างๆ (satellite subsystems) ที่จำเป็น และส่วนสุดท้ายคือ **(3) ส่วนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี (Technology R&D Programs;**

ขวา) กำกับดูแลโดยคณะกรรมการด้านเทคนิค (Technical Advisory Committee) เพื่อสนับสนุนกิจกรรมพัฒนาเทคโนโลยีร่วมกับหน่วยงานและมหาวิทยาลัยในประเทศ ให้เกิดเป็นต้นแบบนวัตกรรม สิทธิบัตร การถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อภาคอุตสาหกรรมและการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (เช่น ในรูปของ startup หรือ spin-off)

5. ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน 5 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2564 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2569 ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 กรอบเวลาการดำเนินงานโครงการในข้อเสนอนี้ คือ ส่งดาวเทียม TSC-1 ขึ้นสู่อวกาศในปี 2568 ในระยะก่อนหน้านั้น ภาคีฯ จะส่งดาวเทียม TSC-Pathfinder (หรือ TSC-P) ขึ้นสู่อวกาศในปี 2565 โดยดาวเทียม TSC-P นี้เป็นโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจาก PMU-B เพื่อพัฒนาศักยภาพและโครงสร้างพื้นฐานตั้งต้นในการริเริ่มสร้างดาวเทียมภายใต้ความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กับ Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics (CIOMP) ประเทศจีน อนึ่ง จุดมุ่งหมายสำคัญของภาคีฯ ในระยะแรก คือ สร้างและพัฒนาศักยภาพเทคโนโลยีและกำลังคนให้สามารถส่งดาวเทียม TSC-2 ไปโคจรรอบดวงจันทร์ภายในปี 2570

6. แผนการดำเนินงาน (operation)

แผนการดำเนินงานสร้างดาวเทียม TSC-1 ของภาคีฯ แบ่งออกเป็น 2 กระบวนการหลัก คือ ขั้นตอนในการออกแบบดาวเทียมซึ่งแบ่งออกเป็น 13 ขั้นตอนย่อย (หัวข้อ 6.1) และการขออนุญาตความถี่คลื่นวิทยุเพื่อสื่อสารกับดาวเทียม (หัวข้อ 6.2) ทั้งสองกระบวนการนี้จะดำเนินการควบคู่กันไป ตามที่แสดงเป็นแผนการดำเนินงานรายปีตั้งแต่ปี 2564-2569 ในตารางที่ 4-9

6.1 ขั้นตอนในการออกแบบ สร้าง และส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศ

6.1.1 **Mission Analysis —** ขั้นตอนแรกนี้เป็นการวิเคราะห์พันธกิจของดาวเทียม เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อภารกิจตามพันธกิจ ซึ่งในกรณีของดาวเทียมสำรวจพื้นพิภพ เช่น

TSC-1 คือ ลักษณะวงโคจร ความสูง ขนาดกล้องโทรทรรศน์ ช่วงคลื่นที่ต้องการบันทึกข้อมูล ความแม่นยำในการเล็งกล้อง ปัจจัยเหล่านี้โดยมากมีความเชื่อมโยงระหว่างกันและกัน เช่น หากวงโคจรมีความสูงขึ้นเพื่อให้ถ่ายภาพผิวโลกได้มุมกว้างขึ้น จะทำให้ความละเอียดภาคพื้นดิน (Ground Resolution) ต่ำลง เว้นแต่จะใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งก็จะมีมวลมากขึ้นไปด้วย ขั้นตอนนี้จึงจำเป็นต้องการวิเคราะห์เชื่อมพันธกิจสู่ภารกิจของดาวเทียม และวิเคราะห์ข้อจำกัดต่างๆ เพื่อหาตัวเลือกในการออกแบบภารกิจให้สอดคล้องกับพันธกิจได้ดีที่สุดภายใต้งบประมาณ ความสามารถทางเทคนิค และระยะเวลาการดำเนินงาน

6.1.2 **Mission Definition Review (MDR)** — ขั้นตอนการสอบทานเพื่อรับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาดาวเทียม เพื่อตรวจสอบตัวเลือกหรือการออกแบบที่ทีมวิจัยได้เลือกและนำคำแนะนำไปปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้เหมาะสมแก่พันธกิจ

6.1.3 **System Design Document** — ขั้นตอนการเตรียมเอกสารระบุการออกแบบภาพรวมของระบบดาวเทียม ที่อยู่ในรูป Block System Diagram โดยการออกแบบคำนึงความสอดคล้องกันของระบบย่อยภายในดาวเทียมทั้งหมด

6.1.4 **System Design Review (SDR)** — คือขั้นตอนสอบทานเพื่อรับข้อคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาดาวเทียม เพื่อตรวจสอบการออกแบบภาพรวมของระบบดาวเทียม

6.1.5 **System Requirement Review (SRR)** — คือการสอบทานร่วมกันระหว่างของผู้พัฒนาเพื่อเลือกเฟ้นอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะตรงกับต้องการของระบบภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ

6.1.6 **Bread Board Model (BBM)** — สร้างต้นแบบแรกของระบบดาวเทียม โดยเลือกอุปกรณ์ผู้พัฒนาเห็นพ้องกันในขั้น SRR มาเชื่อมต่อระบบภายในดาวเทียมเข้าด้วยกัน แต่ยังไม่ประกอบเข้ากับระบบย่อยโครงสร้าง

6.1.7 **Preliminary Design Review (PDR)** — คือขั้นตอนการสอบทานเพื่อรับข้อคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาดาวเทียม เพื่อตรวจสอบการทำงานของ BBM หากมีส่วนที่ต้องปรับปรุงหรือจุดที่ต้องแก้ไข จะต้องมีการแก้ไขก่อนที่จะไปในขั้นตอนถัดไป

6.1.8 **Engineering Model (EM)** — คือการสร้างต้นแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้น ที่ถูกพัฒนามาจาก BBM ด้วยการปรับปรุงและคำแนะนำจากขั้น PDR โดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะถูกติดตั้งภายในระบบย่อย และมีการทดสอบการทำงานร่วมกันของระบบย่อย (ยกเว้น Flight Software)

6.1.9 **Space Environment Testing** — คือขั้นตอนการทดสอบสภาวะจำลองในอวกาศ ได้แก่ การทดสอบการสั่นสะเทือน การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในสภาวะสุญญากาศ เพื่อยืนยันความพร้อมของอุปกรณ์แต่ละชิ้นว่าสามารถปฏิบัติภารกิจในอวกาศได้อย่างไม่บกพร่อง

6.1.10 **Critical Design Review (CDR)** — คือการสอบทานรับข้อคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาดาวเทียม เพื่อตรวจสอบการทำงานหลังผ่านการทดสอบสภาวะจำลองในอวกาศ

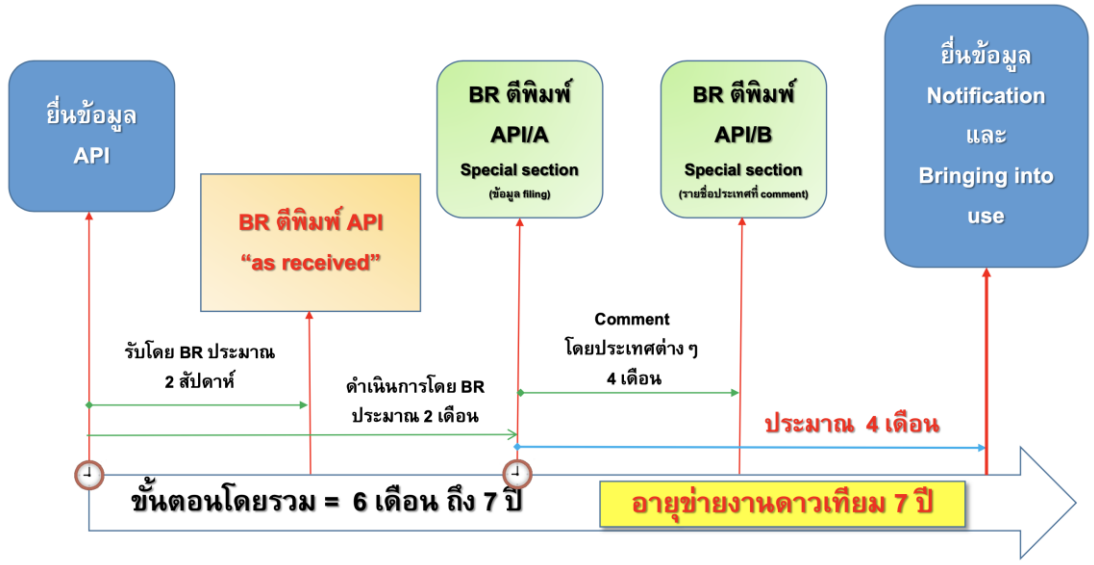
6.1.11 **Flight Model (FM)** — สร้างดาวเทียมจริงสำหรับการส่งขึ้นสู่อวกาศ ติดตั้งแผงเซลล์สุริยะและทดสอบความคงทนของโครงสร้างทั้งหมดเมื่อเผชิญการสั่นสะเทือนเสมือนการส่งขึ้นสู่อวกาศ

6.1.12 **Launch and Early Orbit Phase (LEOP)** — ส่งดาวเทียมขึ้นอยู่อวกาศ และเข้าสู่วงโคจร

6.1.13 **On-orbit Verification** — ตรวจสอบยืนยันการทำงานของทุกระบบย่อยและประสิทธิภาพของดาวเทียมตามภารกิจเมื่อเข้าสู่วงโคจรเรียบร้อยแล้ว

6.2 การขออนุญาตความถี่เพื่อสื่อสารกับดาวเทียม

ดาวเทียมสำรวจพื้นพิภพเช่น TSC-1 สื่อสารกับสถานีควบคุมภาคพื้นดินด้วยสัญญาณวิทยุความถี่ย่าน UHF (300 MHz – 3 GHz) เพื่อส่งคำสั่งจากภาคพื้นดินสู่ดาวเทียมและรับสัญญาณรายงานสถานะของดาวเทียม (Satellite Bus Telemetry) และส่งข้อมูลการสำรวจพื้นพิภพซึ่งมีขนาดข้อมูลใหญ่กลับลงมาในย่าน X-band (8 – 12 GHz) การใช้งานคลื่นความถี่ มีขั้นตอนการขออนุญาตกับสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ซึ่งจะดำเนินการไปพร้อมกับขั้นตอนออกแบบในหัวข้อ 6.1 ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12. กระบวนการขอใช้สิทธิใช้ย่านความถี่สำหรับดาวเทียม (ภาพอนุเคราะห์โดย กสทช.)

ภาคีความร่วมมืออวกาศไทยวางแผนดำเนินขั้นตอนในหัวข้อ 6.1 และ 6.2 ในระยะเวลา 6 ปี ดังแผนรายปีสำหรับปี 2564 – 2569 แสดงในตารางที่ 4-9 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ตารางการทำงานในปี พ.ศ. 2564

Activities	2564 Milestones												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Sep	Nov	Dec
TSC-1 Satellite													
Mission Analysis	■	■	■										
Mission Definition Review			■										
System Design Review			■	■	■	■							
System Requirement Review						■	■	■	■				
1st Procurement									■				
Bread Board Model										■	■	■	■
TSC-PFT1 Satellite													
Mission Analysis										■	■	■	■

ตารางที่ 5 ตารางการทำงานในปี พ.ศ. 2565

Activities	2565 Milestones												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Sep	Nov	Dec
TSC-1 Satellite													
Bread Board Models	■	■											
Preliminary Design Review		■											
PDR Revision		■	■	■									
2nd Procurement					■	■	■	■	■	■			
Engineering Model Developments										■	■	■	■
TSC-PFT1 Satellite													
System Design Review	■	■	■										
1st Procurement			■	■	■	■	■	■	■	■			
ITU filing through NBTC	■	■	■										
ITU Public API/A			■	■	■	■							
ITU Public API/B						■	■	■	■	■			
Engineering Model Developments									■	■	■	■	■
Space Environment Testing													■

ตารางที่ 6 ตารางการทำงานในปี พ.ศ. 2566

Activities	2566 Milestones												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Sep	Nov	Dec
TSC-1 Satellite													
Engineering Model Developments	■	■	■	■	■								
Space Environment Testing					■	■	■	■	■	■	■	■	■
TSC-PFT1 Satellite													
Critical Design Review	■												
Flight Model Developments	■	■	■	■	■								
Vibration Testing for Flight Model					■								
Endurance Test					■	■	■	■					
Safety Review									■				
Flight Model Shipping										■	■	■	
Release from ISS													■

ตารางที่ 7 ตารางการทำงานในปี พ.ศ. 2567

Activities	2567 Milestones												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Sep	Nov	Dec
TSC-1 Satellite													
Critical Design Review	■												
CDR Revision		■	■										
3rd Procurement			■	■	■	■	■	■	■				
ITU filing through NBTC	■	■	■										
ITU Public API/A			■	■	■	■							
ITU Public API/B						■	■	■	■	■			
Flight Model Developments									■	■	■	■	■
Vibration Testing for Flight Model													■
TSC-PFT1 Satellite													
Released from ISS			■										
Mission Operation			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TSC-PFT2 Satellite													
Mission Analysis										■	■	■	■

ตารางที่ 8 ตารางการทำงานในปี พ.ศ. 2568

Activities	2568 Milestones												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Sep	Nov	Dec
TSC-1 Satellite													
Endurance Test	■	■	■	■	■	■							
Flight Model Shipping								■					
Launch to Space													■
TSC-PFT2 Satellite													
System Design Review	■	■	■										
1st Procurement			■	■	■	■	■	■	■	■			
ITU filing through NBTC	■	■	■										
ITU Public API/A			■	■	■	■							
ITU Public API/B						■	■	■	■	■			
Engineering Model Developments									■	■	■	■	■
Space Environment Testing													■

ตารางที่ 9 ตารางการทำงานในปี พ.ศ. 2569

Activities	2569 Milestones												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Sep	Nov	Dec
TSC-1 Satellite													
Mission Operation	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TSC-PFT2 Satellite													
Critical Design Review	■												
Flight Model Developments	■	■	■	■	■								
Vibration Testing for Flight Model					■								
Endurance Test					■	■	■	■					
Safety Review									■				
Flight Model Shipping										■	■	■	
Release from ISS													■

อภิธานอักษรย่อในตารางที่ 4 – 9

API: Advance Publication Information (ITU)

CDR: Critical Design Review

ISS: International Space Station

ITU: International Telecommunication Union

NBTC: National Broadcasting and Telecommunications Commission (กสทช.)

TSC: Thai Space Consortium

TSC-PFT1 และ TSC-PFT2: นามเรียกขานภารกิจดาวเทียมดังรายละเอียดในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 10 สรุปการมีส่วนร่วมของ 12 หน่วยงานภายใต้ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

Activities	สดร.	สทอภ.	มจพ.	มทส.	สซ.	สจล. มก. มอ.	มหิดล.	สวทช	สทน	สนช.
Mission Design	●		●	●						
Satellite Bus Development	●	●	●							
Primary Payload (Hyperspectral Imager)	●									
Secondary Payload (Space Weather)	●						●	●		
Assembly, Integration, Testing (AIT)	●	●			●					
Propulsion (Ion Thruster)					●				●	
Ground Control & Communication	●	●								
Education & Outreach	●		●	●		●	●			
Commercialization										●

7. งบประมาณ (Budget)

งบประมาณตลอดระยะเวลา 5 ปี ของโครงการสร้างดาวเทียม TSC-1 มีมูลค่า 891 ล้านบาท แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ ตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตารางงบประมาณรวม ปี 2565 – 2569

เงินอุดหนุน (ค่าจ้างชั่วคราว)	**จำนวน (บาท)**
ค่าจ้างบุคลากรในโครงการ (ลูกจ้าง ที่ปรึกษา)	60,000,000
เงินอุดหนุน (ค่าตอบแทน และค่าใช้สอย)	
ค่าใช้จ่ายในการบริหารโครงการ	
ค่าเดินทาง	30,000,000
ค่าตอบแทน	13,000,000
ค่าทดสอบการทดสอบสภาวะจำลองในอวกาศ	10,000,000
ค่าขนส่งดาวเทียม	6,000,000
ค่าสื่อประชาสัมพันธ์	10,000,000
ค่าสนับสนุนเพื่อการศึกษา	20,000,000
ค่าการจัดงานประชุมนานาชาติ	10,000,000
อื่น ๆ (ทุนนักศึกษา)	20,300,000
ค่าขออนุญาตย่านความถี่	300,000
ค่าจัดส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศ	130,000,000
เงินอุดหนุน (ค่าวัสดุ)	
ดาวเทียม TSC-1	220,000,000
ดาวเทียม TSC-PFT1	60,000,000
ดาวเทียม TSC-PFT2	86,000,000
ค่าวัสดุสถานีภาคพื้นดินย่าน S และ X band	36,000,000
ค่าวัสดุพัฒนากล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติขนาด 40 เมตร ให้เป็นจานรับสัญญาณสำหรับโครงการ	36,000,000
ค่าวัสดุพัฒนาระบบทดสอบดาวเทียม (thermal vacuum chamber และ vibroacoustic test)	50,000,000
ค่าวัสดุสำหรับโครงการวิจัยรากฐานด้านอวกาศ และ โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ (ตามโครงสร้างในภาพที่ 10)	70,000,000
ค่าครุภัณฑ์	
ค่าอุปกรณ์ภายในสถานีภาคพื้นดิน	1,200,000
โปรแกรมสำหรับพัฒนาดาวเทียม	3,360,000
อุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการ	18,840,000
รวม	**891,000,000**

8. ผลผลิตสำคัญของโครงการ (Key Project Outputs)

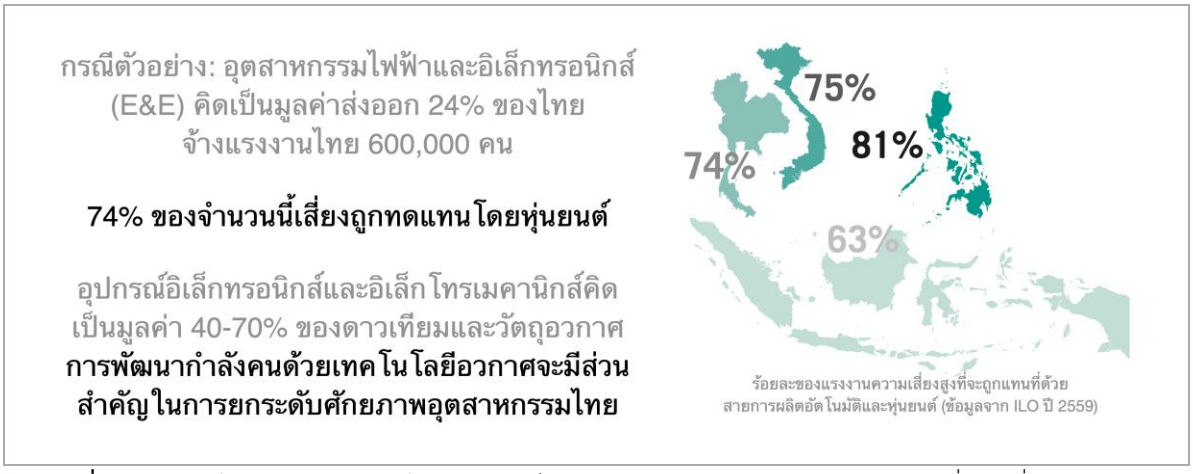
8.1 ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ (Output)

- ดาวเทียมสำรวจพื้นผิวโลก TSC-1 ซึ่งจะเป็น Microsatellite มวลประมาณ 100 กิโลกรัม และมีคุณลักษณะทางเทคนิคตามตารางที่ 1 ที่ออกแบบและพัฒนาภายในประเทศ
- ต้นแบบ Hyperspectral Imager ที่ผลิตขึ้นในประเทศสำหรับบันทึกภาพและสเปกตรัม
- ต้นแบบของระบบย่อยที่จำเป็นในการสร้างดาวเทียม ที่พัฒนาขึ้นในประเทศตั้งแต่ต้นจนมีศักยภาพพร้อมสำหรับใช้งานจริงในอวกาศ (Space-Qualified) ได้แก่ ระบบระบุวิถีโคจรและควบคุมทิศทาง (Attitude Determination and Control System หรือ ADCS) ระบบผลิตและจัดการไฟฟ้า (Electronic Power System หรือ EPS) ระบบคอมพิวเตอร์ที่ปฏิบัติงานเป็นเอกเทศบนดาวเทียม (On-board Computer หรือ OBC) ระบบซอฟต์แวร์ดาวเทียม ระบบควบคุมอุณหภูมิ (Thermal Control) ระบบบันทึกภาพผิวโลกด้วย hyperspectral imager ระบบสื่อสารกับศูนย์ควบคุมบนโลกและประมวลผลข้อมูล (Command and Data Handling) ระบบรับสัญญาณภาคพื้น (Ground Station)
- องค์ความรู้ปลายน้ำด้านการใช้ Hyperspectral Imaging เพื่อศึกษาพืชและสิ่งปกคลุมดินในที่มีความจำเพาะกับการใช้งานในประเทศไทย
- ต้นแบบการประยุกต์เทคโนโลยี hyperspectral Imaging กับการเกษตรอัจฉริยะในประเทศ
- ดาวเทียม TSC-PFT1 และ TSC-PFT2 ซึ่งจะเป็น CubeSat มวลประมาณ 10 กิโลกรัม ที่ทำหน้าที่เป็นฐานสำหรับการทดสอบเทคโนโลยีที่พัฒนาในประเทศจนมีศักยภาพพร้อมสำหรับการใช้งานจริงในอวกาศ ในสภาพอวกาศจริง ก่อนนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ผลิตดาวเทียมขนาดใหญ่ในอนาคต
- นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตและบัณฑิตศึกษาในประเทศไม่น้อยกว่า 200 คนร่วมปฏิบัติงานในขั้นตอนการพัฒนาต่างๆ ข้างต้น
- นักวิจัย วิศวกร และช่างเทคนิคในประเทศไม่น้อยกว่า 100 คนร่วมงานวิจัยและพัฒนาตามขั้นตอนต่างๆ ข้างต้น
- นักเรียนและประชาชนผู้สนใจไม่น้อยกว่า 300,000 คน/ปี ได้เข้าชมการสาธิตเทคโนโลยีอวกาศที่ผลิตขึ้นในประเทศและกิจกรรมสร้างความตระหนักถึงบทบาทของการลงทุนด้านอวกาศรากฐานเพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของชาติ (ตัวเลขนี้เป็นค่าประมาณขั้นต่ำ อิงจากจำนวนผู้เข้าใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานทั่วประเทศต่อปีของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ องค์การมหาชน)

8.2 ผลลัพธ์ (Expected Outcomes) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- ห้องปฏิบัติการในประเทศที่มีความพร้อมในการสร้างและประกอบดาวเทียมที่มีศักยภาพในการแข่งขันระดับโลกอย่างน้อย 1 แห่ง

- ห้องปฏิบัติการในประเทศที่พร้อมให้บริการทดสอบชิ้นส่วนย่อย ระบบย่อย ไปจนถึงดาวเทียมทั้งดวง ตรวจสอบความพร้อมใช้งานในอวกาศ
- บุคลากรในประเทศอย่างน้อย 100 คนที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีอวกาศ ตั้งแต่การสร้างชิ้นส่วนย่อย (components) ระบบย่อย (subsystem) ไปจนถึงการประกอบดาวเทียมทั้งดวง
- ห้องปฏิบัติการและบุคลากรที่มีศักยภาพในการใช้เทคนิคการเกษตรอัจฉริยะจากอวกาศในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่
- นักศึกษาที่ได้รับการศึกษาหรือฝึกฝนภายใต้โครงการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศจริง มีศักยภาพพร้อมป้อนเข้าสู่ระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศอย่างน้อย 200 คน
- มหาวิทยาลัยในประเทศอย่างน้อย 5 แห่งมีห้องปฏิบัติการที่พร้อมวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศต่อยอดจากเทคโนโลยีในโครงการ TSC-1
- บริษัทเอกชนในประเทศอย่างน้อย 5 แห่งร่วมลงทุน และ/หรือ ร่วมมือพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศในส่วนต้นน้ำ กลางน้ำ หรือปลายน้ำ
- องค์ความรู้ใหม่จากการพัฒนาเทคโนโลยี ในรูปของต้นแบบเทคโนโลยีไม่น้อยกว่า 20 ชิ้น และผลงานตีพิมพ์ (ISI/Scopus) ไม่น้อยกว่า 30 เรื่อง



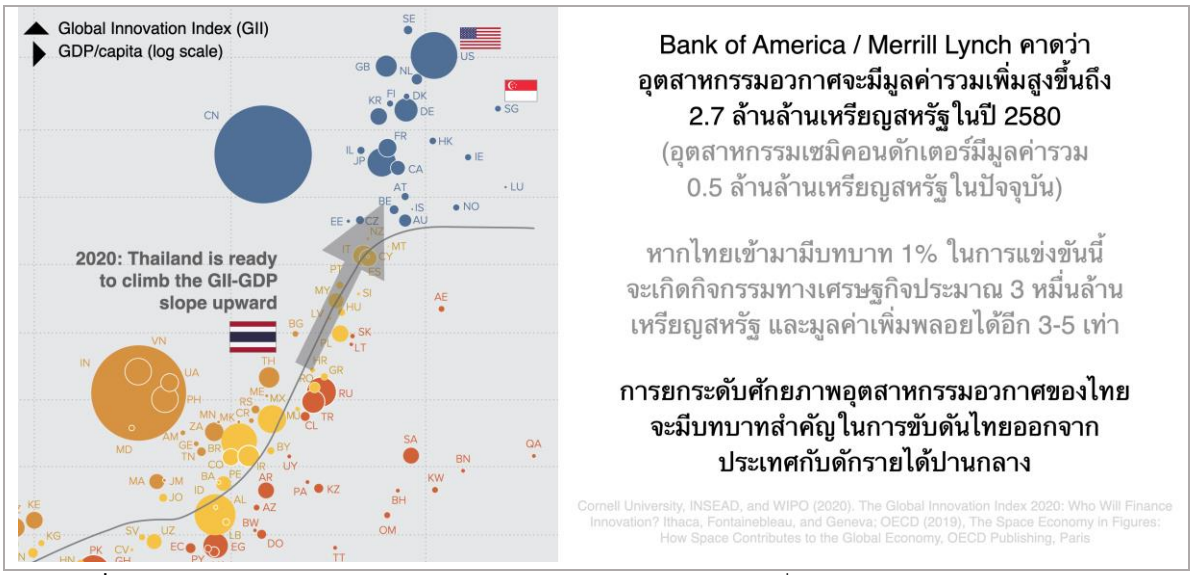
ภาพที่ 13. แรงงานไทยในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (E&E) ประมาณ 74% มีความเสี่ยงสูงที่จะถูกทดแทนโดยเครื่องจักรอัตโนมัติ[3,20] การยกระดับศักยภาพแรงงานและอุตสาหกรรม E&E จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อศักยภาพการแข่งขันของประเทศ อนึ่ง มูลค่าของอุปกรณ์ดาวเทียมและยานอวกาศ 40-70% อยู่ในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องกล[21] (EEE) อุตสาหกรรม E&E จึงเป็นภาคหนึ่งที่จะได้รับผลพลอยได้เชิงบวกจากการลงทุนพัฒนาด้านอวกาศเป็นพิเศษ

8.3 ผลกระทบ (Expected Impacts) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- การก่อตัวของระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศที่มีศักยภาพต่อเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่มูลค่าระหว่างประเทศ (global value chain)
- การเริ่มปรากฏกรณีสาธิต (success stories) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากการถ่ายทอดกระบวนการและเทคโนโลยีอวกาศสู่ภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ ทั้งจากการเพิ่มมูลค่า (Added

Value) และการลดต้นทุน (Cost Saving) อนึ่ง ระบบนิเวศอวกาศที่โตเต็มที่มีมูลค่าเพิ่มพลอยได้ (spin-off Value) ประมาณ 3-5 เท่า ของการลงทุน[5,8,9]

- บุคลากรวิจัยและวิศวกรรมศักยภาพสูงระดับโลกภายในประเทศ ซึ่งมีตัวเทียบวัด (benchmarking) ที่ชัดเจนกับระดับความเชี่ยวชาญในต่างประเทศ ในรูปของการสร้างและพัฒนาดาวเทียมที่มีขีดความซับซ้อนมากขึ้น
- การจ้างงานทักษะสูงในประเทศ จะสามารถลดการสูญเสียแรงงานคุณภาพสูง การลงทุนในระดับของข้อเสนอนี้จะทำให้เกิดการสร้างงานประมาณ 1400 คน[22] ในระบบนิเวศที่โตเต็มที่
- นโยบายด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมความแม่นยำสูงจากการใช้เทคโนโลยี Hyperspectral Imaging วิเคราะห์สิ่งปกคลุมดิน จะยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร (เช่น การเพิ่มผลผลิตต่อไร่ และการทำนายผลการผลิตล่วงหน้า) และประชาชนทั่วไป (เช่น นโยบายสาธารณะด้านคุณภาพอากาศ)



ภาพที่ 14. นักเศรษฐศาสตร์คาดการณ์ว่าอุตสาหกรรมอวกาศจะมีมูลค่ารวมทั่วโลก[4] 2.7 ล้านล้านเหรียญสหรัฐในปี 2580 เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ที่ขณะนี้มีมูลค่าประมาณ 0.5 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ จะปรากฏฉากทัศน์ชัดเจน ว่าการลงทุนด้านอวกาศภายในประเทศ จะยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรม พัฒนาแรงงานทักษะสูง ผลักดันศักยภาพการแข่งขันของไทยให้ไปเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่มูลค่าระหว่างประเทศ และจะมีบทบาทสำคัญยิ่งในการผลักดันไทยให้พ้นออกจากประเทศกับดักรายได้ปานกลางในระยะเวลาการดำเนินงานตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Cornell University, INSEAD, and WIPO; "The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?", 2020, Ithaca, Fontainebleau, and Geneva (table reproduced in [2])

[2] Kiatnakin Phatra Financial Group; KKP Insight "ทำไมต่างชาติขายหุ้นไทย (ไม่หยุด)"

[3] Jae-Hee Chang, Gary Rynhart and Phu Huynh; "ASEAN in transformation: How technology is changing jobs and enterprises" ILO, Bureau for Employers' Activities (ACT/EMP). Geneva: ILO, 2016

[4] Bank of America Merrill Lynch คาดการณ์มูลค่าไว้ที่ 2.7 ล้านล้านเหรียญสหรัฐในทศวรรษ 2040 ในขณะที่ Morgan Stanley คาดการณ์มูลค่าไว้ที่ 1.1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐในปี 2040 อ้างอิงจาก Bryce (2018), State of the satellite industry report 2018, commissioned by the Satellite Industry Association; Morgan Stanley (2018), "Investing in Space"; Bank of America (2018), "The space industry will be worth nearly $3 trillion in 30 years"

[5] OECD; "The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy", OECD Publishing, Paris, 2019, https://doi.org/10.1787/c5996201-en

[6] OECD; "Measuring the Economic Impact of the Space Sector: Key Indicators and Options to Improve Data", 2020, Background paper for the G20 Space Economy Leaders' Meeting (Space20)

[7] Global market size estimates from Morgan Stanley (USD 350 Bn in 2016) and Space Foundation ($ 383.5 Bn in 2017) compiled by OECD; the segment breakdown here is based on PwC's analysis (2020) reported in [17]

[8] Eerme, Tonis; "Indirect industrial effects from space investments", Space Policy 38 (2016) 12-21

[9] Cohendet, Patrick; "Evaluating the indirect effects of technology programmes: the case of the European Space Agency (ESA) Programmes", Proceedings of the OECD Conference on Policy Evaluation in Innovation and Technology, 1997, pp. 189-223.

[10] Market size based on the current estimate and assuming 7% CAGR during 2020-2030 (https://www.photonics.com/Articles/Hyperspectral_Imaging_Finds_Its_Niche/a65242)

[11] Karimi et al. "Classification accuracy of discriminant analysis, artificial neural networks, and decision trees for weed and nitrogen stress detection in corn", Transactions of the ASAE, (2005) Vol. 48(3): 1261–1268

[12] Casa et al. "A comparison of sensor resolution and calibration strategies for soil texture estimation from hyperspectral remote sensing", Geoderma 197–198 (2013) 17–26

[13] Miphokasap & Wannasiri "Estimations of Nitrogen Concentration in Sugarcane Using Hyperspectral Imagery", Sustainability 2018, 10, 1266

[14] Moharana & Dutta "Spatial variability of chlorophyll and nitrogen content of rice from hyperspectral imagery", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 122 (2016) 17–29

[15] Apan et al. "Detecting sugarcane 'orange rust' disease using EO-1 Hyperion hyperspectral imagery" International Journal of Remote Sensing, 25:2, 489-498 (2004)

[16] Yue et al. "Estimation of Winter Wheat Above-Ground Biomass Using Unmanned Aerial Vehicle-Based Snapshot Hyperspectral Sensor and Crop Height Improved Models", Remote Sens. 2017, 9, 708 (2017)

[17] Amato et al. "Statistical Classification for Assessing PRISMA Hyperspectral Potential for Agricultural Land Use", IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Volume: 6, Issue: 2 (2013)

[18] PwC; "Preparing to scale new heights: Enhancing private participation in India's commercial space sector" (2020)

[19] Nagendra, Narayan Prasad and Basu, Prateep, "Demystifying space business in India and issues for the development of a globally competitive private space industry" Space Policy 36 (2016) 1-11

[20] Thailand's E&E sector figures from the BOI (2015)

[21] ESCCON; European Space Components Conference (ESCCON) Conference Proceedings, ESA-ESTEC, Noordwijk, The Netherlands (2013)

[22] George, Kelly Whealan; "The Economic Impacts of the Commercial Space Industry", Space Policy 47 (2019) 181-186

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

สอวช

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ
(องค์การมหาชน)
รับที่ 1870
วันที่ 26 ส.ค. 2564 เวลา 09.49 น.

บันทึกข้อความ

ที่ อว ๖๒๐๑/๑๒๙๗ วันที่ ๒๕ สิงหาคม ๒๕๖๔

เรื่อง แจ้งมติการประชุมสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ ๒/๒๕๖๔

เรียน ผสดร.

ตามที่ สภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ได้มีการประชุมครั้งที่ ๒/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๑๙ กรกฎาคม ๒๕๖๔ โดยมีการพิจารณาเรื่อง กรอบนโยบายและยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ตัวอย่าง “โครงการความร่วมมือภาคีอวกาศไทย: ดาวเทียมสำรวจพื้นพิภพเพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันของชาติ (๒๕๖๕-๒๕๖๙)” ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

ในการนี้ สอวช. ในฐานะฝ่ายเลขานุการสภานโยบาย ขอแจ้งมติการประชุมสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ ๒/๒๕๖๔ (รายละเอียด (ร่าง) รายงานการประชุมฯ ปรากฏตามเอกสารแนบ) ดังนี้

๑. เห็นชอบในหลักการโครงการและแผนการดำเนินงานของภาคีความร่วมมืออวกาศไทยเพื่อพัฒนาและสร้างดาวเทียม TSC-1 (ดาวเทียมสำหรับสำรวจและวิจัยใกล้ผิวโลก) โดยให้นำข้อคิดเห็นของที่ประชุมไปพิจารณาดำเนินการต่อไป

๒. เห็นชอบในหลักการโครงการของภาคีความร่วมมืออวกาศไทยเพื่อพัฒนาและสร้างดาวเทียม TSC-2 (ดาวเทียมสำหรับสำรวจและวิจัยจากวงโคจรรอบดวงจันทร์) โดยให้นำข้อคิดเห็นของที่ประชุมไปพิจารณาดำเนินการต่อไป

๓. มอบหมายให้คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กสว.) พิจารณาการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนโครงการข้างต้นตามมติของสภานโยบาย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

☑ พร้อม ☐ อนุมัติ / เห็นชอบ
☑ ดำเนินการตามเสนอ ☐ ลงนามแล้ว
☐ _____

เรียน ผสดร.
☑ เพื่อโปรดทราบ
☑ เพื่อโปรดพิจารณา
เห็นควร แจ้ง รอง ผสดร. (ดร.วิฆ) ทราบ และแจ้งโครงการ TSC ทราบและดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้อง

สุพัตรา
(นางสาว สุพัตรา บุญสุภา)
เจ้าหน้าที่จัดการงานทั่วไป
26 ส.ค. 64

26 ส.ค. 2564

(นายกิติพงศ์ พร้อมวงศ์)
ผสอวช.
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
สภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

(นายศรัณย์ โปษยะจินดา)
ผสดร.
26 ส.ค. 2564

เอกสารแนบ (ร่าง) รายงานการประชุมสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ ๒/๒๕๖๔

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ
โทร. ๐ ๒๑๐๙ ๕๔๓๒ ต่อ ๔๑๒ , ๐๖๒ ๕๐๕ ๖๒๒๒ (สลิลวรรณ)
โทรสาร ๐ ๒๑๖๐ ๕๔๓๙

ระเบียบวาระที่ 2.3 แนวทางการสนับสนุนงบประมาณให้แก่โครงการของ TSC

ตามมติการประชุมของสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 2/2564 เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2564 มอบหมายให้คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กสว.) พิจารณาการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนโครงการของภาคีความร่วมมืออวกาศไทยเพื่อพัฒนาและสร้างดาวเทียม TSC-1 (ดาวเทียมสำหรับสำรวจและวิจัยใกล้ผิวโลก) และดาวเทียม TSC-2 (ดาวเทียมสำหรับสำรวจและวิจัยจากวงโคจรรอบดวงจันทร์) นั้น

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ได้บรรจุ “แผนงานพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ก้าวหน้า ล้ำยุคสู่อนาคต และเทคโนโลยีระบบโลกและอวกาศ (Earth Space Technology) รวมทั้งดาวเทียม เพื่อการประยุกต์ใช้ประโยชน์สำหรับการพัฒนาประเทศด้านภูมิสารสนเทศและต่อยอดสู่อุตสาหกรรมอวกาศในอนาคต” ให้เป็นแผนงานสำคัญ (Flagship) ใน (ร่าง) แผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (แผนด้าน ววน.) ปี พ.ศ. 2566-2570 แล้ว ซึ่งจะสอดรับกับโครงการของ TSC ที่เสนอมา

สำหรับข้อเสนอแนวทางการสนับสนุนงบประมาณให้แก่โครงการของ TSC นั้น สกสว. ขอนำเสนอประเด็นสำคัญต่อการสนับสนุนโครงการและแนวทางการดำเนินงาน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเตรียมพิจารณาการสนับสนุนและบริหารงบประมาณให้กับโครงการ TSC ดังนี้

1. แผนการดำเนินงานและกรอบงบประมาณของโครงการ TSC-P และโครงการ TSC-1

สกสว. ได้พิจารณาแผนการดำเนินงานและกรอบงบประมาณสำหรับโครงการ TSC-P และโครงการ TSC-1 แล้วพบว่า เดิมภาคีความร่วมมืออวกาศไทยได้เสนอชุดโครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทยเพื่อการพัฒนาดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ ไปที่หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน และทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) โดยมีโครงการย่อยที่เป็นโครงการต่อเนื่อง 3 ปี (พ.ศ. 2563-2565) จำนวน 2 โครงการ ซึ่งในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก บพค. แล้วเป็นเงิน 162.33 ล้านบาท โดยแยกเป็นงบประมาณสำหรับแต่ละโครงการดังนี้

(1) โครงการพัฒนาสร้างดาวเทียม Pathfinder (TSC-P) และดาวเทียมถ่ายภาพหลายความยาวคลื่น (TSC-1) เป็นเงิน 128.40 ล้านบาท

(2) โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมการปฏิบัติงานของดาวเทียมขนาดเล็ก (Flight Software) เป็นเงิน 33.93 ล้านบาท

ทั้งนี้ โครงการในปีงบประมาณ 2563 มีความล่าช้ากว่าแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะกระทบต่อการเริ่มดำเนินการโครงการ TSC-1 ที่ได้รับความเห็นชอบจากสภานโยบายฯ

2. แนวทางการบริหารโครงการวิจัยและพัฒนาที่มีผลกระทบสูง: กรณีศึกษาประเทศญี่ปุ่น

ด้วยการบริหารแผนงาน/โครงการสำคัญในปัจจุบันได้จัดสรรงบประมาณในรูปแบบการสนับสนุนงานเชิงกลยุทธ์ (Strategic Fund; SF) โดยจัดสรรงบประมาณผ่านหน่วยบริหารและจัดการทุน (PMU) ด้วยเห็นว่าการบริหารจัดการแผนงานด้าน ววน. ในส่วนของจุดมุ่งเน้น ต้องการหน่วยงานที่ดูแลตลอดทั้ง Value Chain เพื่อทำให้เกิดระบบ Fully Accountability ต่อความสำเร็จของจุดมุ่งเน้น โดยที่ผ่านมาในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 โครงการภายใต้ภาคีความร่วมมืออวกาศไทยได้รับการสนับสนุนงบประมาณภายใต้แผนงานสำคัญ “แผนงานวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมอวกาศไทย” ผ่าน บพค.

อย่างไรก็ตาม ด้วยโครงการดังกล่าวถือได้ว่าเป็นโครงการที่มีการวิจัยและพัฒนางานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่มีความเสี่ยงสูง (High Risk) แต่ขณะเดียวกันก็มีโอกาสก่อให้เกิดผลกระทบสูงและเกิดการเปลี่ยนแปลงในวงกว้าง (High Return) สกสว. จึงขอนำเสนอรูปแบบการบริหารโครงการสำคัญของต่างประเทศ: กรณีศึกษาจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งได้มีการจัดตั้ง “โครงการ ImPACT (Impulse Paradigm Change through Disruptive Technologies Program)” เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดรูปแบบการบริหารโครงการ TSC ต่อไป

เอกสารประกอบ

-

ประเด็นเสนอที่ประชุม

เพื่อทราบและรับฟังความเห็นต่อแนวทางการสนับสนุนงบประมาณให้กับโครงการ TSC ในประเด็นดังนี้

1) ความพร้อมในการดำเนินงานโครงการ TSC-1 ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565
2) รูปแบบการบริหารจัดการโครงการ TSC-1

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ระเบียบวาระที่ 3 เรื่องเพื่อพิจารณา

ระเบียบวาระที่ 3.1 การเข้าร่วมเป็นสมาชิก TSC ของกระทรวงกลาโหม

ในการประชุมสภานโยบายฯ ครั้งที่ 2/2564 เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2564 กระทรวงกลาโหม (กห.) เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งกับโครงการ TSC เนื่องจากมีโครงการดาวเทียมพื้นพิภพ (Earth Observation Satellite) โดยคนไทยเพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันของชาติ ทั้งนี้ กระทรวงกลาโหม โดยกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม มีภารกิจในการกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์และการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ ทั้งดาวเทียมถ่ายภาพ ดาวเทียมสื่อสารภูมิสารสนเทศ การเฝ้าระวังทางอวกาศ และการเตือนภัยด้านความมั่นคง ดังนั้น กระทรวงกลาโหม สนใจอย่างยิ่งที่จะเข้าร่วม TSC ในการพัฒนากำลังคน การพัฒนาต่อยอดทางเทคโนโลยีอวกาศ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ กระทรวงกลาโหม จึงขอเสนอเพื่อพิจารณาให้กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม เข้าร่วมเป็นสมาชิก TSC และให้ เจ้ากรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม ร่วมเป็นกรรมการบริหารภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

มติที่ประชุม

.....

.....

.....

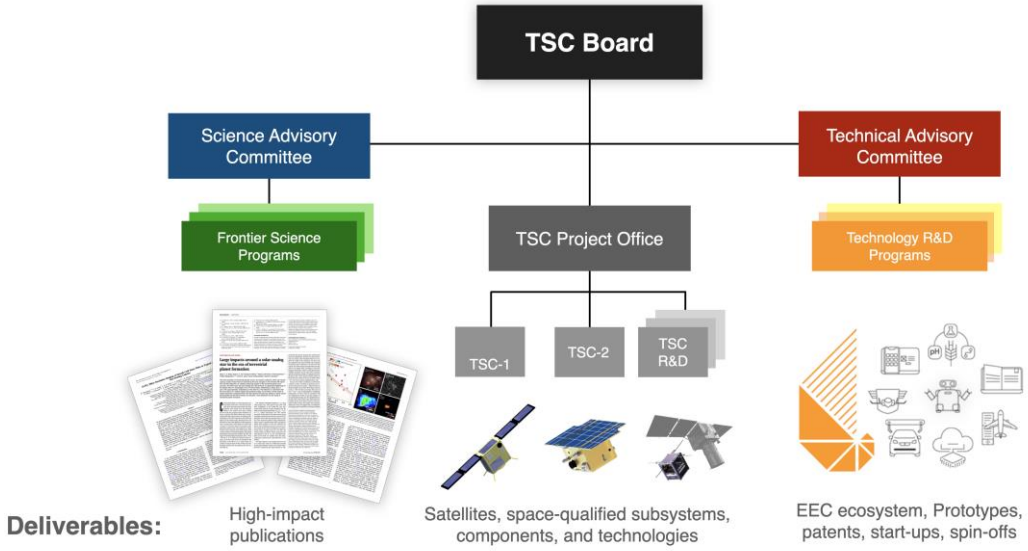
.....

.....

.....

.....

ระเบียบวาระที่ 3.2 โครงสร้างการบริหารจัดการของ TSC



ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย บริหารโดยคณะกรรมการบริหารโครงการ (TSC Board) มีโครงสร้างหลักสามส่วน คือ **(1) ส่วนการวิจัยรากฐานด้านอวกาศ (Frontier Space Research; ซ้าย)** กำกับดูแลโดยคณะกรรมการด้านวิทยาศาสตร์ (Science Advisory Committee) เพื่อสนับสนุนกิจกรรมวิจัยร่วมกับหน่วยงานและมหาวิทยาลัยในประเทศ สร้างองค์ความรู้ใหม่ผลกระทบสูง **(2) ส่วนสร้างและพัฒนาดาวเทียม กำกับดูแลโดยสำนักงานโครงการ (TSC Project Office; กลาง)** เพื่อสร้างดาวเทียม TSC-1 และ TSC-2 รวมทั้งพัฒนาระบบย่อยต่างๆ (satellite subsystems) ที่จำเป็น และส่วนสุดท้ายคือ **(3) ส่วนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี (Technology R&D Programs; ขวา)** กำกับดูแลโดยคณะกรรมการด้านเทคนิค (Technical Advisory Committee) เพื่อสนับสนุนกิจกรรมพัฒนาเทคโนโลยีร่วมกับหน่วยงานและมหาวิทยาลัยในประเทศ ให้เกิดเป็นต้นแบบนวัตกรรม สิทธิบัตร การถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อภาคอุตสาหกรรมและการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (เช่น ในรูปของ startup หรือ spin-off)

มติที่ประชุม

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

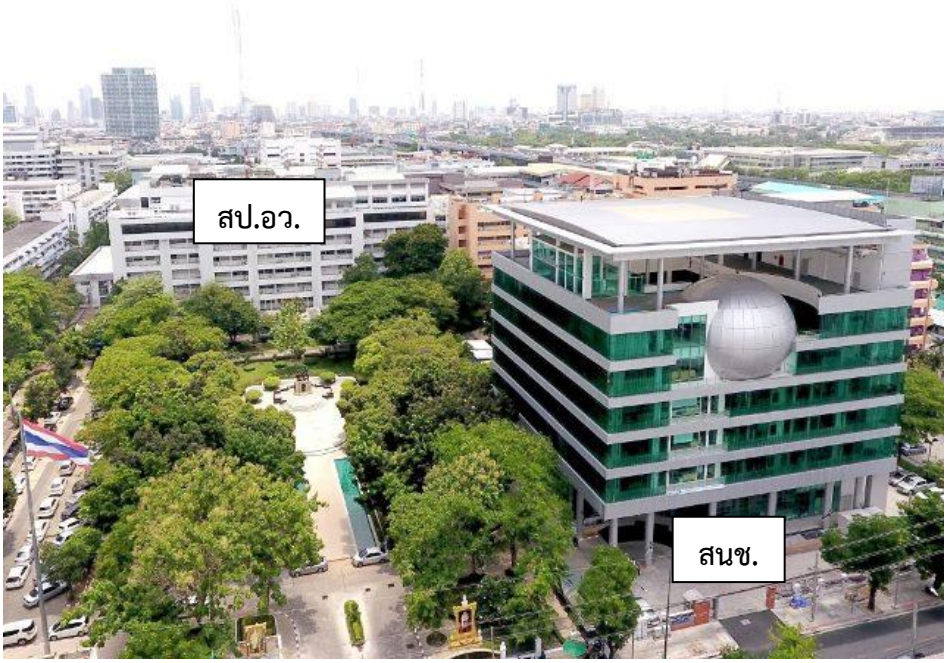
ระเบียบวาระที่ 3.3 แนวทางการแต่งตั้ง

- คณะอนุกรรมการด้านวิทยาศาสตร์ (Science Advisory Committee)
- คณะอนุกรรมการด้านเทคนิคและวิศวกรรม (Engineering and Technical Advisory Committee)
- คณะอนุกรรมการที่ปรึกษานานาชาติทางเทคนิคสำหรับ TSC-1 (International Technical Advisory Committee for TSC-1)

มติที่ประชุม

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ระเบียบวาระที่ 3.4 การจัดตั้งสำนักงานประสานงาน TSC ภายในอาคารของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ



สำนักงานประสานงาน TSC
อาคารสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ

มติที่ประชุม

.....
.....
.....
.....
.....

ระเบียบวาระที่ 3.5 กำหนดการประชุมครั้งต่อไป

มติที่ประชุม

.....
.....
.....
.....

ระเบียบวาระที่ 4 เรื่องอื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....