ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย:

โครงการออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1

Design and Development of a Bread Board Model for the TSC-1 Satellite

Phongsatorn Saisutjarit
Email. phongsatorn.s@eng.kmutnb.ac.th
Thai Space Consortium Division,
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)
260, Don-Kaew, Mae-Rim, Chiang-Mai, THAILAND
Date: 24th June 2022

ความท้าทายระลอกต่อไปของไทยหลังวิกฤติ COVID-19

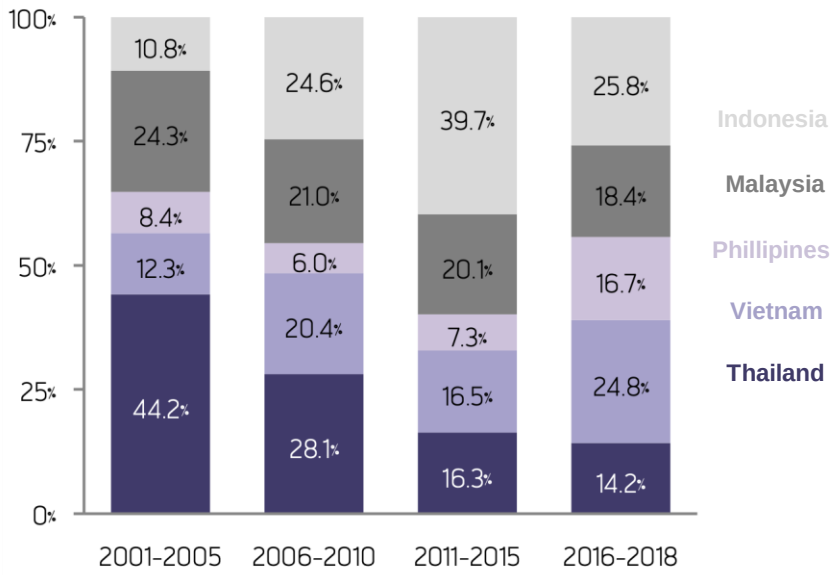
ความจำเป็นเร่งด่วนในการปฏิรูปศักยภาพการผลิตและพัฒนากำลังคน

ยกระดับศักยภาพการแข่งขันด้านนวัตกรรม แก้ปัญหาเม็ดเงินลงทุนโดยตรงจากต่างชาติถดถอย แก้ปัญหาแรงงานไทยถูกทดแทนด้วยสายการผลิตอัตโนมัติ

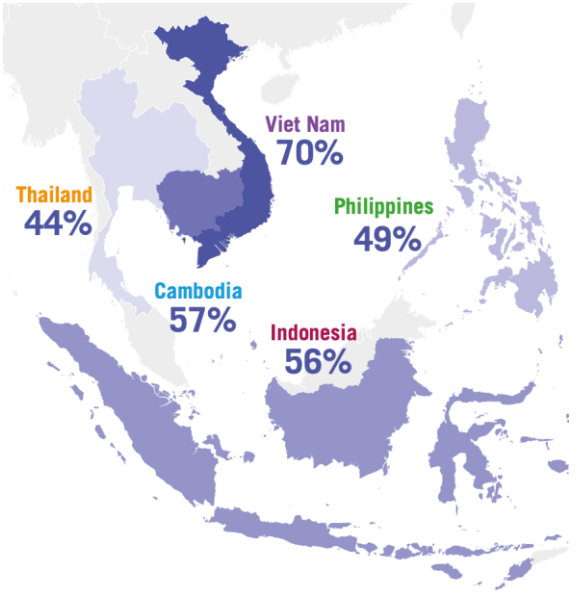
ดัชนีศักยภาพการแข่งขันด้านนวัตกรรม จากการจัดอันดับของ WIPO (2019)

	World Rank	Asia Rank
Singapore	8	1
South Korea	11	2
Hong Kong	13	3
China	14	4
Japan	15	5
Australia	22	6
New Zealand	25	7
Malaysia	35	8
Vietnam	42	9
Thailand	**43**	**10**
Mongolia	53	11
Philippines	54	12

ส่วนแบ่งของเม็ดเงินลงทุนจากต่างชาติ (FDI) ของไทยลดลงต่อเนื่องในรอบ 20 ปีเมื่อเทียบกับประเทศอาเซียน



แรงงานไทย 44% อยู่ในกลุ่มเสี่ยงที่จะถูกทดแทนโดยสายการผลิตอัตโนมัติ



Cornell University, INSEAD, and WIPO (2020). The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Ithaca, Fontainebleau, and Geneva; KKP Insight "ทำไมต่างชาติขายหุ้นไทย (ไม่หยุด)" Kiatnakin Phatra Financial Group; ASEAN in transformation: How technology is changing jobs and enterprises /Jae-Hee Chang, Gary Rynhart and Phu Huynh; ILO, Bureau for Employers' Activities (ACT/EMP). - Geneva: ILO, 2016

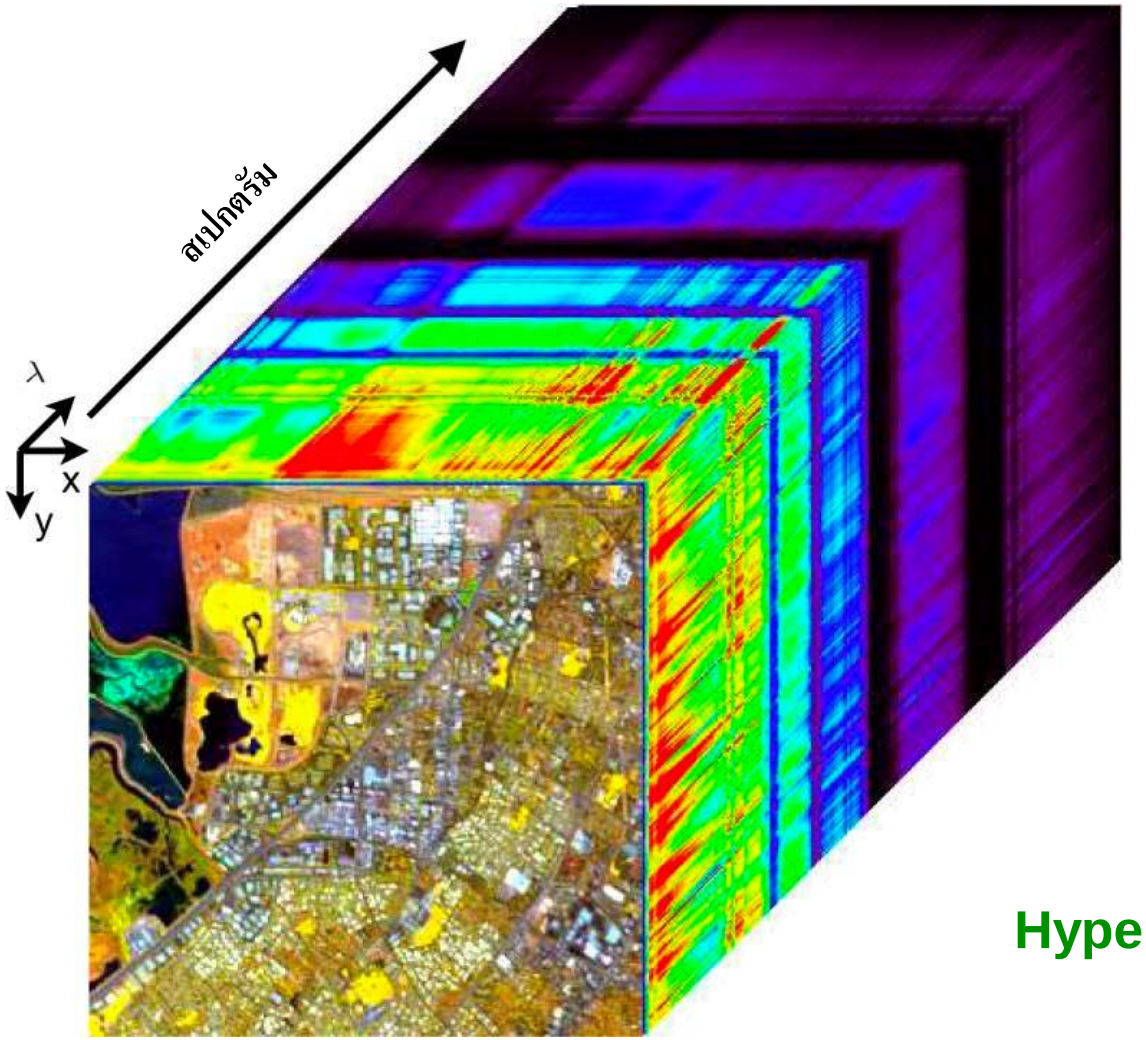
ระบบนิเวศอวกาศภายใต้ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

บทบาทและศักยภาพของหน่วยงานภายใต้ภาคีความมืออวกาศไทย

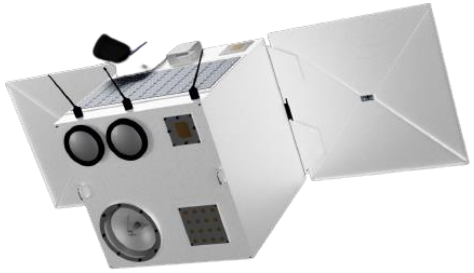
	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ
กิจกรรมหลัก	การผลิตดาวเทียม ยานอวกาศ จรวด	ศูนย์ควบคุมและ ปฏิบัติการภาคพื้น	การสื่อสาร การนำร่อง ภูมิสารสนเทศ
มูลค่ารวมทั่วโลก[1]	1.1 แสนล้านเหรียญสหรัฐ	3.3 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ	2.2 แสนล้านเหรียญสหรัฐ
ความเชี่ยวชาญหลัก	การผลิตขั้นสูง เมคาทรอนิกส์ การประกอบและทดสอบวัตถุอวกาศ	การสื่อสาร	วิศวกรรมซอฟท์แวร์ ปัญญาประดิษฐ์
องค์กรในประเทศที่มีศักยภาพ			
Prime/Tier-1 ผู้ผลิตระบบเทคโนโลยีอวกาศ	GISTDA NARIT Siam Photon	GISTDA	GISTDA NARIT
Tier-2/3/4 ผู้ผลิตชิ้นส่วนเทคโนโลยีอวกาศ	สวทช NSTDA	GISTDA NARIT	NIA

ดาวเทียมโดยคนไทย เพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันของชาติ

ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย



TSC-1



มวลดาวเทียม: 100 กิโลกรัม
วงโคจร: Sun-Synchronous Orbit ความสูง 500-600 กิโลเมตร

อุปกรณ์วิจัยหลัก: Hyperspectral Imager ความละเอียดภาคพื้น 30 เมตร ครอบคลุมความยาวคลื่น 400-1000 นาโนเมตร
อุปกรณ์วิจัยรอง: อุปกรณ์สำรวจสภาพอวกาศ (space weather)
ผู้ออกแบบและผลิต: ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย
ศูนย์ควบคุมและปฏิบัติการภาคพื้น: GISTDA

งบประมาณรวม: 891 ล้านบาท (ปีงบประมาณ 2565-2569)
กำหนดส่งขึ้นสู่อวกาศ: 2569

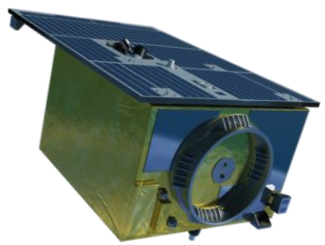
Hyperspectral Imaging บันทึกสเปกตรัมในทุกตำแหน่งของภาพ ให้ข้อมูลทั้งภาพและสเปกตรัมพร้อมกันในบริเวณกว้าง

ความจำเป็นเร่งด่วนในการยกระดับศักยภาพอวกาศในประเทศหลังวิกฤติ COVID-19
โอกาสใหม่ของอุตสาหกรรมไทยจากเทคโนโลยีอวกาศ

โอกาสใหม่ที่ต้นน้ำ: ศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมไทยในการเป็นผู้ส่งออกเทคโนโลยีอวกาศ

ตัวอย่างหนึ่งของเทคโนโลยีพลอยได้จากโครงการนี้ คือ ระบบสำรวจครบวงจรด้วย Hyperspectral Sensing ซึ่งไม่ได้จำกัดอยู่แต่จากดาวเทียม แต่รวมถึงระบบสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (เช่น UAV หรือ drone) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยี AI การควบรวมครบวงจรของ Hyperspectral Sensing และ AI นี้เป็นหัวข้อที่มีการทำวิจัยแพร่หลาย แต่ยังไม่ปรากฏผลิตภัณฑ์ในตลาด

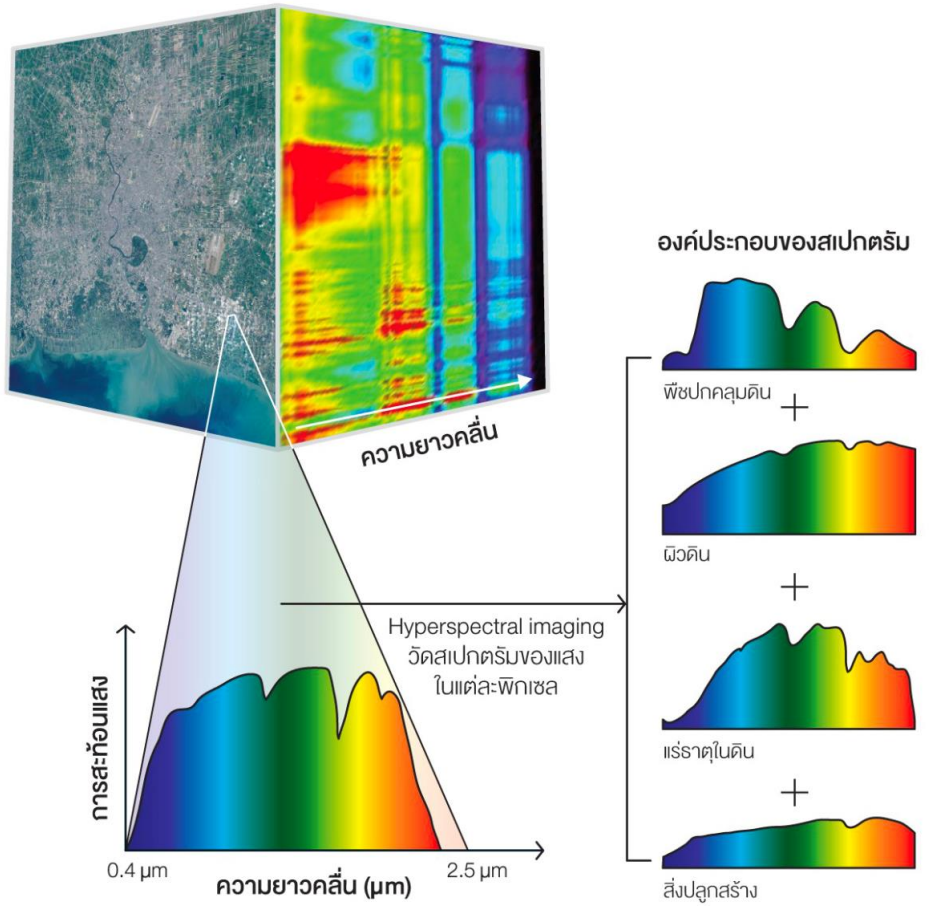
อุตสาหกรรม Hyperspectral Imaging จะมีมูลค่ารวมทั่วโลกประมาณ 6 แสนล้านบาทในทศวรรษ 2030 และไทยมีศักยภาพที่จะยกระดับเป็นผู้ส่งออกเทคโนโลยีอวกาศแข่งขันในตลาดนี้



EnMAP (เยอรมนี)

PRISMA (อิตาลี)

Hyperspectral Drone



Hyperspectral Imaging บันทึกภาพและข้อมูลสเปกตรัมของทุกพื้นที่สำรวจ ให้ข้อมูลเชิงลึกกว่าภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบัน

Note: market size based on current industry estimate (https://www.photonics.com/Articles/Hyperspectral_Imaging_Finds_Its_Niche/a65242) assuming 7% CAGR during 2020-2030.

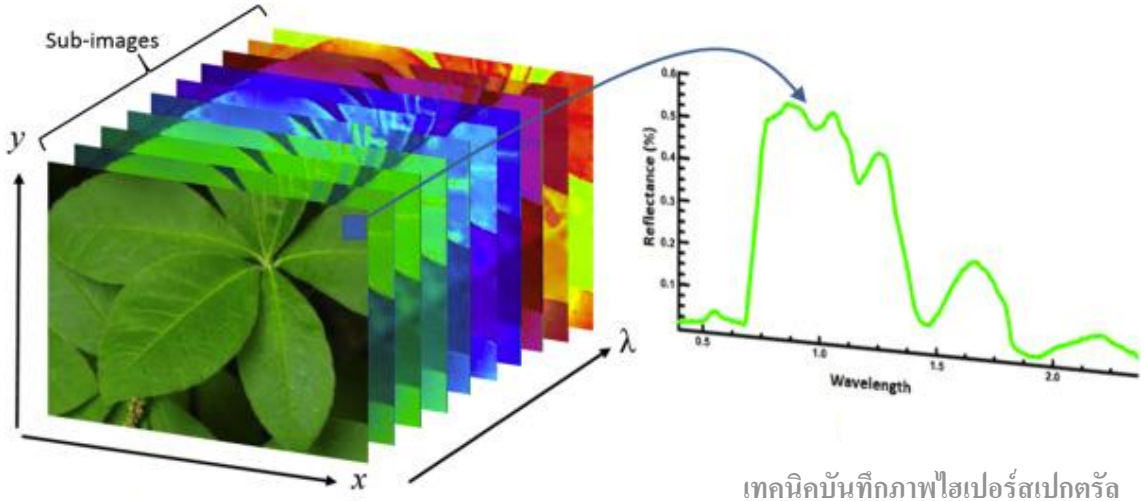
ความจำเป็นเร่งด่วนในการยกระดับศักยภาพอวกาศในประเทศหลังวิกฤติ COVID-19

โอกาสใหม่ของการเกษตรไทยจากเทคโนโลยีอวกาศ

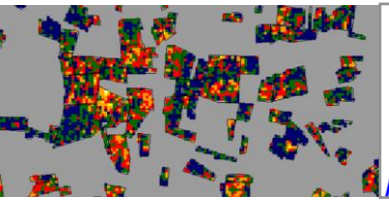
โอกาสใหม่ที่ปลายน้ำ: เกษตรแม่นยำทั่วไทยด้วย AI

โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย มุ่งบุกเบิกการใช้ Hyperspectral Imaging เพื่อสนับสนุนการเกษตรแม่นยำ ด้วยข้อมูลเชิงลึกกว่าภาพถ่ายดาวเทียมในอดีต ทำให้สามารถวิเคราะห์การเติบโต การขาดน้ำและสารอาหาร โรคพืช ในพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ บริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ สนับสนุนนโยบายคุณภาพอากาศ ฯลฯ ทั่วประเทศจากระยะไกลโดยอัตโนมัติ

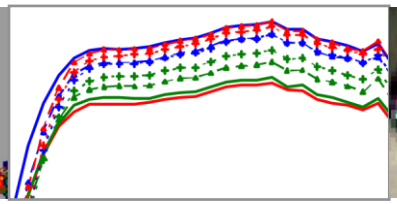
เทคโนโลยีสารสนเทศที่ขับเคลื่อนโดย AI จะเป็นรากฐานของการเกษตรอัจฉริยะ เพิ่มผลผลิตของพืชเศรษฐกิจต่อไร่ ทำนายผลการผลิตล่วงหน้า และสร้างการเติบโตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



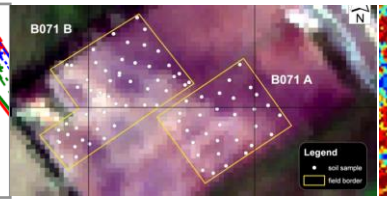
เทคนิคบันทึกภาพไฮเปอร์สเปกตรัล
ให้ข้อมูลสเปกตรัมของทุกพื้นที่สำรวจ
เป็นข้อมูลเชิงลึกทางการเกษตร ดังตัวอย่างจากงานวิจัย:



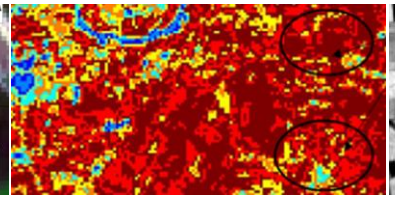
ปริมาณไนโตรเจน
ในไร่อ้อย



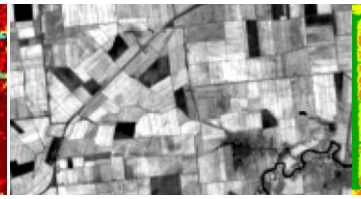
การจำแนกชนิดวัชพืช
โดยอัตโนมัติในไร่ข้าวโพด



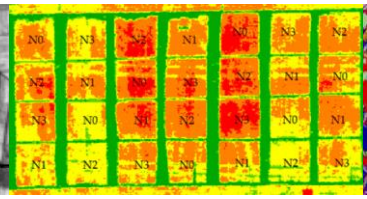
ลักษณะดิน



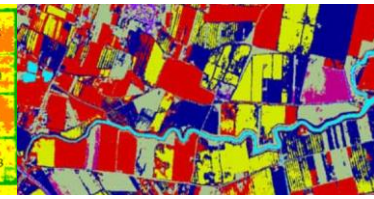
ปริมาณคลอโรฟิลด์และ
ไนโตรเจนในต้นข้าว



การตรวจหาโรคราสนิม
ในไร่อ้อยก่อนลุกลาม



ปริมาณชีวมวลในพื้นที่
เพาะปลูก



การจำแนกชนิดพืชไร่
และวัชพืชโดยอัตโนมัติ

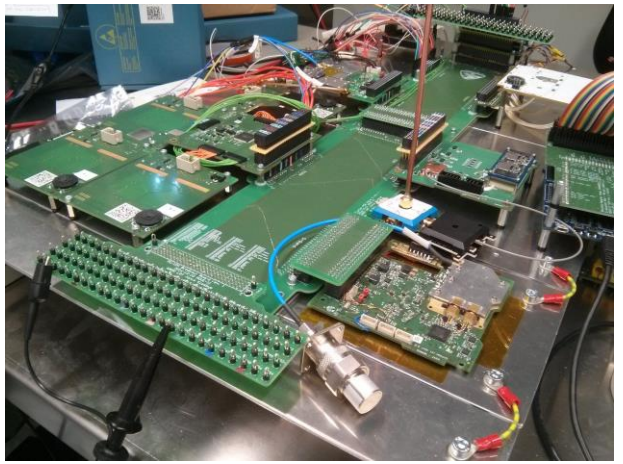
Miphokasap & Wannasiri "Estimations of Nitrogen Concentration in Sugarcane Using Hyperspectral Imagery", Sustainability 2018, 10, 1266; Karimi et al. (2005) "Classification accuracy of discriminant analysis, artificial neural networks, and decision trees for weed and nitrogen stress detection in corn", Transactions of the ASAE, Vol. 48(3): 1261−1268; 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; 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; Apan et al. (2004) "Detecting sugarcane 'orange rust' disease using EO-1 Hyperion hyperspectral imagery" International Journal of Remote Sensing, 25:2, 489-498; Yue et al. (2017) "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; Amato et al. (2013) "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

จุดประสงค์ของโครงการ

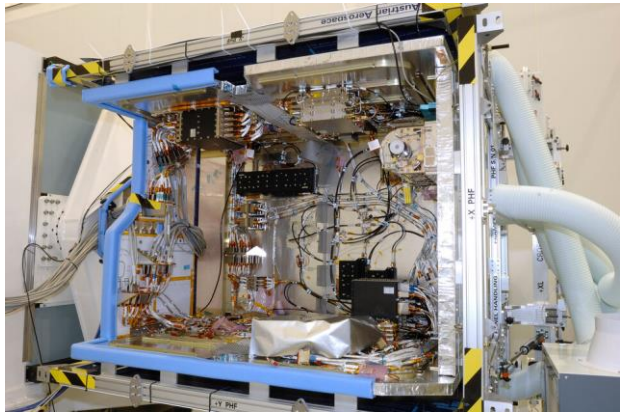
โอกาสการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรโดยใช้เบรดบอร์ดโมเดลเป็นโจทย์เริ่มต้น

- การออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1 เพื่อเป็นการพิสูจน์ทราบถึงฟังก์ชั่นการทำงานของระบบเพย์โหลดและระบบบัสของดาวเทียม TSC-1
- การพัฒนาบุคลากรทางด้านการออกแบบดาวเทียมโดยใช้เบรดบอร์ดโมเดลเพื่อเตรียมความพร้อมของบุคลากรก่อนมุ่งสู่การพัฒนาที่มีความซับซ้อนของระบบมากยิ่งขึ้น

Proven by BBM



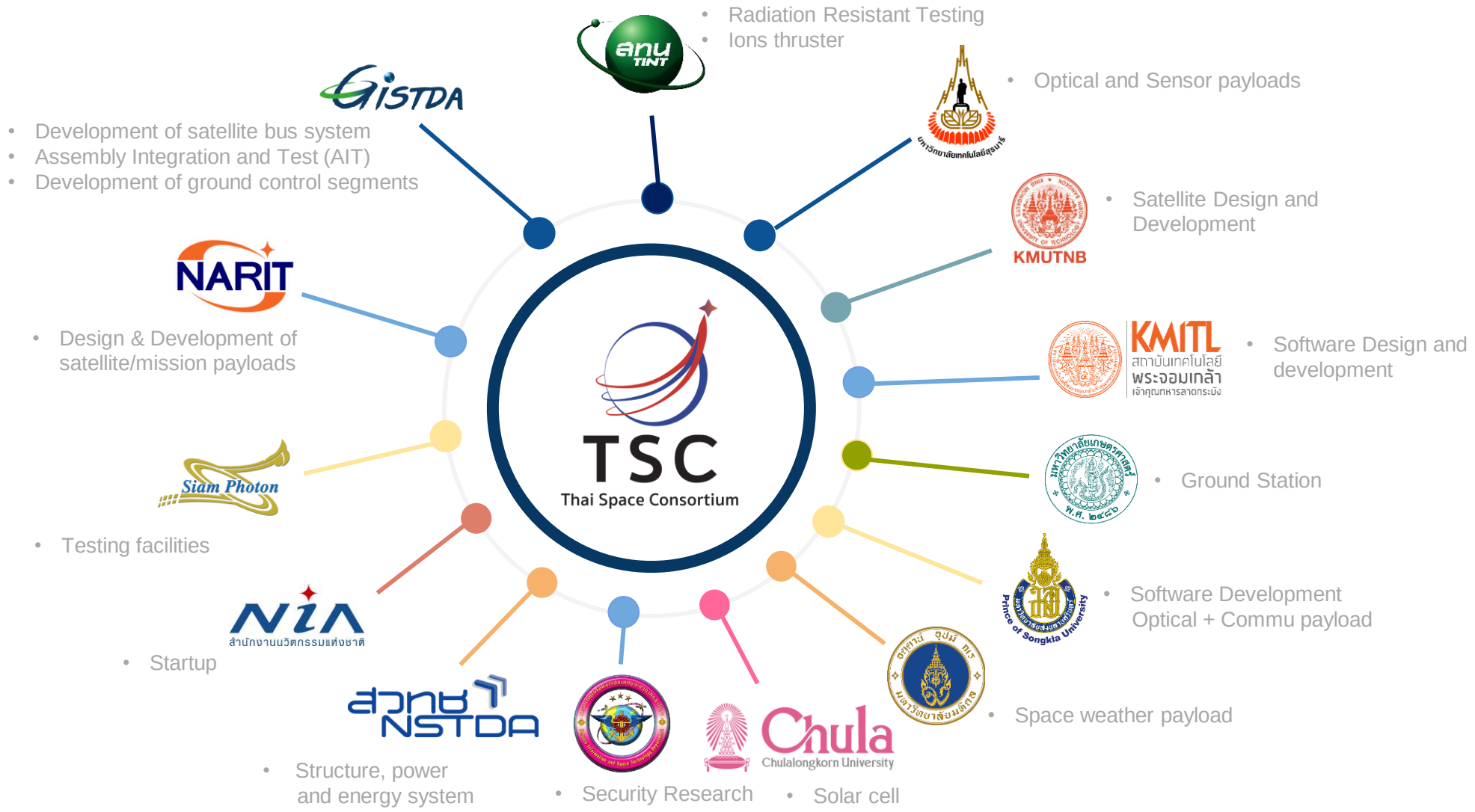
Credit: MOVE-II Facebook



Credit: ESA

โครงการออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1

องค์กรและบทบาทหน้าที่ภายใต้ภาคีความมืออวกาศไทย

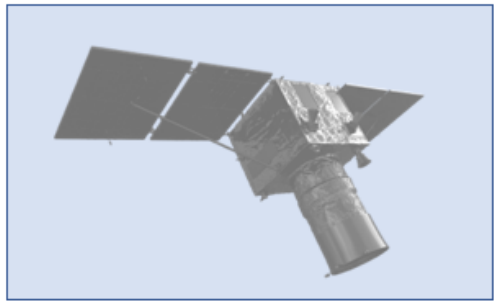


โครงการออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1

การถ่ายทอดจากการเรียนรู้และปฏิบัติจริงในต่างประเทศ

โอกาสในการพัฒนาดาวเทียมขึ้นได้เองภายในประเทศ

Technology Transfer



Microsatellite Lessen Learned
from TSC-Pathfinder

Satellite Knowledge

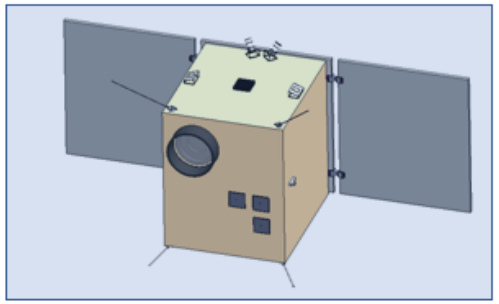
Structure, Mechanism and Thermal Design
- Determine and Analysis the mechanical engineering factors, Sizing of structure member.
- Launch vehicle and Separation Mechanism
- Load conditions
- Manufacturing and Assembly Processes.
- Thermal Control Techniques, Basically
- Thermal Control Actuators (Passive and Active)

Satellite Computer System
- System level processing and implementation
- Computer level analysis
- Hardware and Software validating through Engineering Model
- Function of On-orbit Upgrading
- Autonomous testing and verification

Attitude Determination and Control System
- Attitude sensor, determination techniques and on-board implementation
- Attitude actuator control system strategies and on-board implementation
- Advanced ADCS techniques

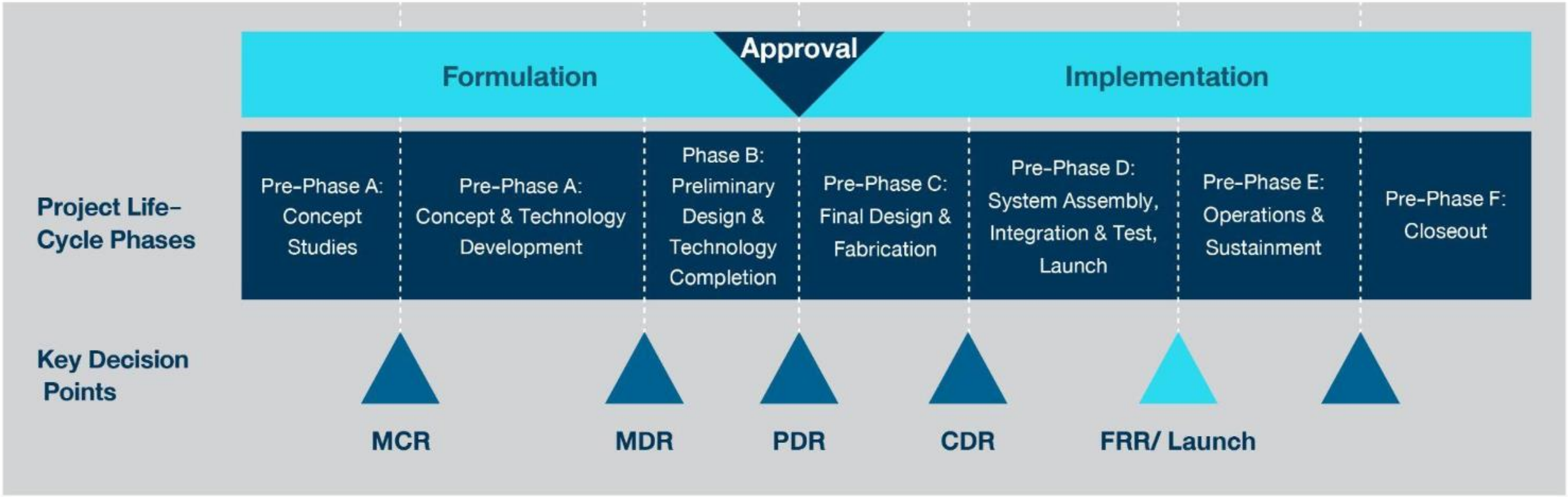
Electrical Power System
- Simulation and design circuit
- Fault detection and recovery modes design
- Assemble electrical and function circuits test
- Battery model Prognostics and Health management

Satellite Communication
- Satellite Communication System Architecture
- Antenna Design for LEO and Deep Space Communication
- Data Processing for Satellite and Protocol
- Satellite Data cyber security
- Advanced techniques for Data handling and management
- Functional Testing



Microsatellite Lessen Learned
Applied to TSC-1

TSC-1 Phased Project Planning (PPP)



- **MCR** Mission Concept Review
- **MDR** Mission Definition Review
- **PDR** Preliminary Design Review
- **CDR** Critical Design Review
- **FRR** Flight Readiness Review

ในแต่ละ Key Definition Point โครงการจะถูกประเมิน และได้รับการอนุมัติจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์จากทั้งในและต่างประเทศ เพื่อดำเนินการต่อใน Phase ต่อไป

TSC-1 Phased Project Planning (PPP)

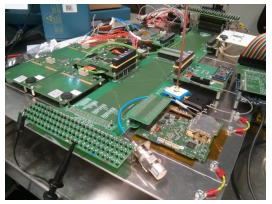
- Phase 0: Mission analysis/needs identification
- Phase A: Conceptual Design/ Feasibility
- **Phase B: Preliminary Design**
- Phase C: Detailed Design
- Phase D: Fabrication / Qualification
- Phase E: Operations
- Phase F: Disposal

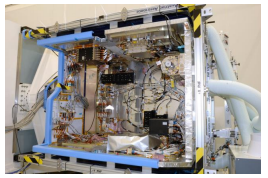
- **MDR** (Mission Definition Review)
- **SRR** (System Requirements Review)
- **SDR** (System Design Review)
- **BBM** (Bread Board Model)
- **PDR** (Preliminary Design Review)
- **EM** (Engineering Model)
- **CDR** (Critical Design Review)
- **PFM** (Proto Flight Model)
- **FM** (Flight Model)
- **QT** (Qualification Test)

โครงการออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ TSC-1

Activities	TSC-1 Key Milestone					
	FY2565	FY2566	FY2567	FY2568	FY2569	FY2570
TSC-1 System Design and Requirements	2 months					
TSC-1 Bread Board Model	Preliminary Design Review (PDR) ▼	10 months				
TSC-1 Engineering Model (EM)			12 months			
TSC-1 EM Space Environment Testing			Critical Design Review (CDR) ▼	6 months		
TSC-1 FM System Design				2 months		
TSC-1 Flight Model					12 months	
TSC-1 FM Space Environment Testing					2 months	
TSC-1 Endurance Test					6 months	
TSC-1 LEOP and Orbit Verification						3 months
TSC-1 Operation						





Credit: Axelspace

โครงการออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1

แผนการดำเนินงานวิจัย

Budget Burn Rate

57% of Total Budget → **80%** of Total Budget → **94%** of Total Budget → **100%** of Total Budget

แผนการดำเนินงานปีงบประมาณ 2566											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

NOW

เริ่มต้นกระบวนการจัดหาและจัดซื้อวัสดุที่เกี่ยวกับการพัฒนาต้นแบบ Bread Board Model สำหรับดาวเทียม TSC-1

ออกแบบระบบ Primary Bus สำหรับต้นแบบ Bread Board Model

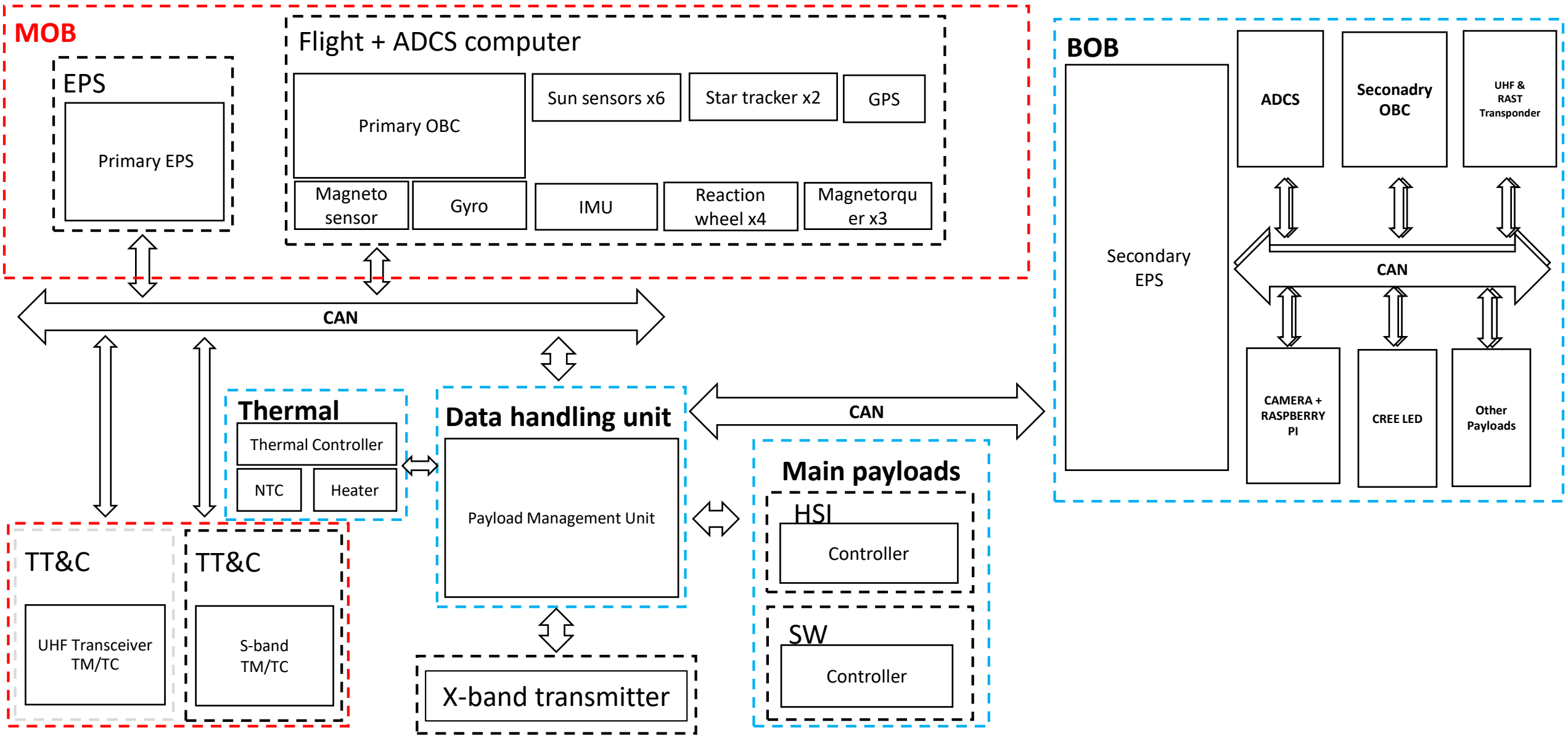
ออกแบบระบบ Secondary Bus สำหรับต้นแบบ Bread Board Model

ทดสอบการทำงานของ Primary Bus และ Secondary Bus สำหรับต้นแบบ Bread Board Model

ทดสอบการทำงานร่วมกันของต้นแบบ Bread Board Model

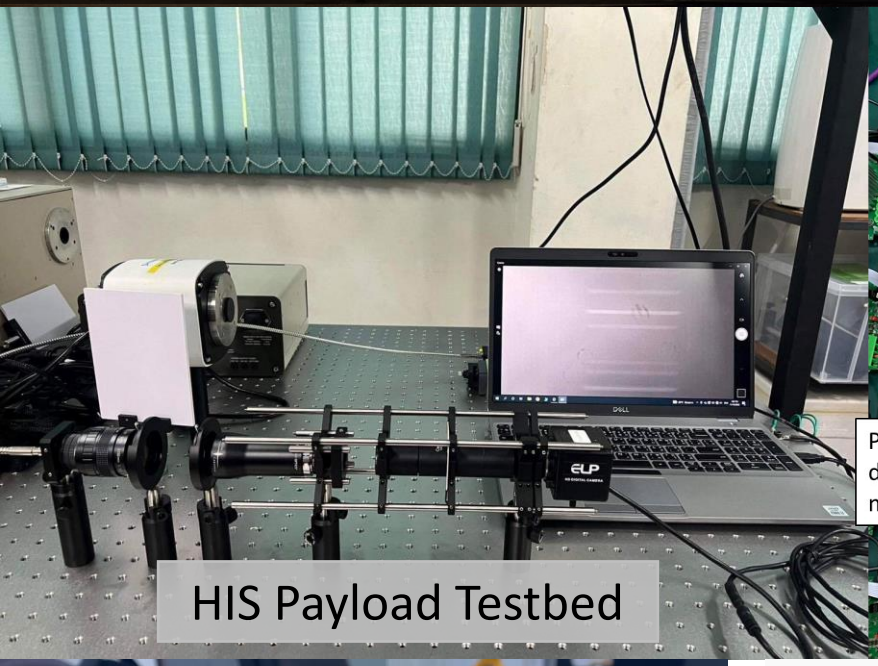
โครงการออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1

ผลการดำเนินงานในระหว่างโครงการปีงบประมาณ 2565

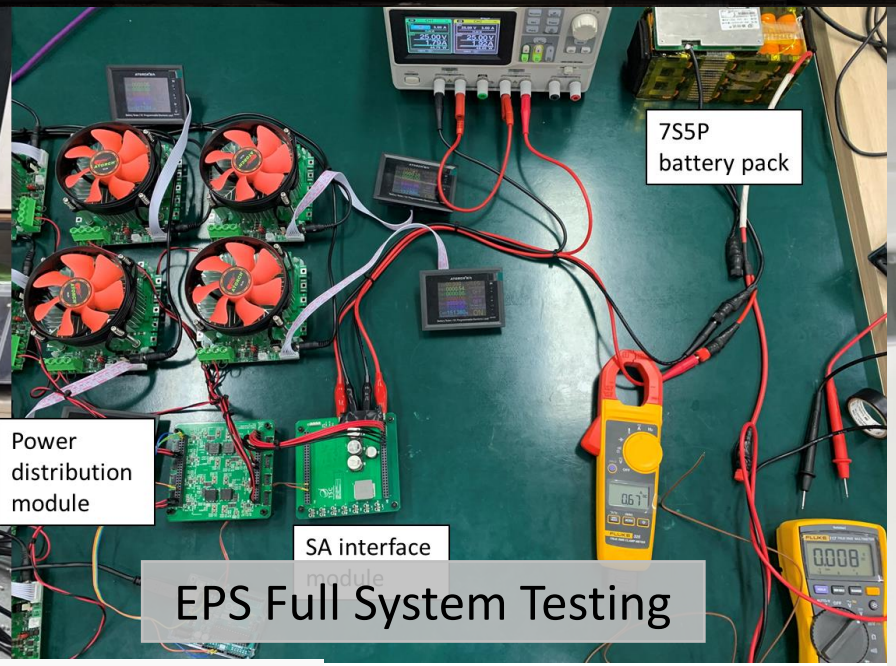


โครงการออกแบบและพัฒนาเบรดบอร์ดโมเดลสำหรับดาวเทียม TSC-1

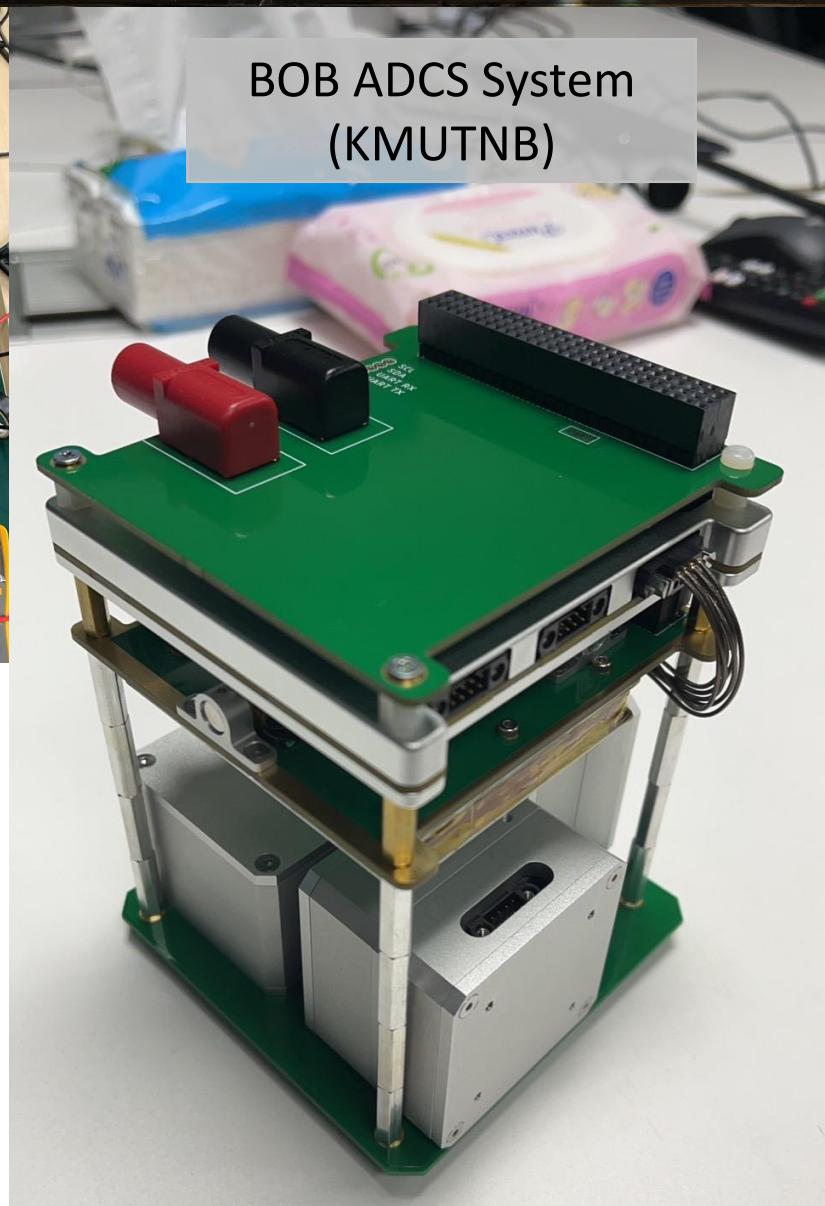
ผลการดำเนินงานในระหว่างโครงการปีงบประมาณ 2565



HIS Payload Testbed

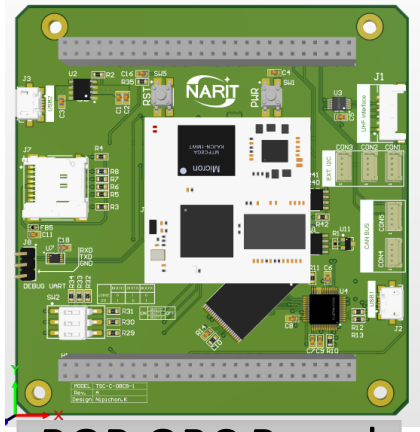


EPS Full System Testing



BOB ADCS System
(KMUTNB)

Battery Pack by ENTEC



BOB OBC Board
(Fabricating)

RAST Transponder