

กิจการอวกาศเพื่อความมั่นคง: ความท้าทายแห่งอนาคต Space Affair for Security: Future Challenges

บทความวิชาการ

วัฐพล เมฆดี^๑

Wattapol Makedee^๑

อาทิตย์ เจนจบสกลกิจ^๒

Arthit Janejobsakonkit^๒

วันที่รับบทความ: ๑๐ ก.ค.๖๒

วันที่แก้ไขบทความ: ๒๒ ก.ค.๖๒

วันที่ตอบรับบทความ: ๒ ส.ค.๖๒

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกิจการอวกาศเป็นหนึ่งในพลังอำนาจที่สำคัญ สามารถสร้างผลประโยชน์แห่งชาติที่หลากหลายมิติ โดยเฉพาะในงานด้านความมั่นคง กำหนดให้ห้วงอวกาศเป็นหนึ่งในพื้นที่การรบสมัยใหม่ ฝ่ายที่แสวงประโยชน์จากห้วงอวกาศได้ดีกว่าจะเป็นปัจจัยสนับสนุนให้เป็นฝ่ายได้เปรียบในการทำสงคราม ที่ผ่านมาระทรวงกลาโหมให้ความสำคัญในการพัฒนากิจการอวกาศเพื่อความมั่นคง จำนวน ๓ ด้าน ได้แก่ ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมถ่ายภาพด้านความมั่นคง และการสังเกตการณ์ทางอวกาศ มีการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การพัฒนากิจการอวกาศมีความจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยี ชีตความสามารถกำลังพล และงบประมาณจำนวนมาก ในการดำเนินงาน ประกอบกับเทคโนโลยีในปัจจุบันเกื้อหนุนให้หน่วยงานด้านความมั่นคงสามารถใช้ทรัพยากร กิจการอวกาศร่วมกับหน่วยงานพลเรือนบนพื้นฐานความปลอดภัยในการใช้งานได้ ดังนั้นกระทรวงกลาโหมจึงควรบูรณาการความร่วมมือด้านกิจการอวกาศกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะความร่วมมือในการจัดทำโครงการขนาดใหญ่ ในภาพรวมของประเทศ พร้อมทั้งพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติของกระทรวงกลาโหม ให้มีความเหมาะสม เพื่อประโยชน์สูงสุดคือความมั่นคงของประเทศ

^๑ หลักสูตรเสนาธิการทหาร รุ่นที่ ๖๐ วิทยาลัยเสนาธิการทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

Joint War College Student Class 60, Joint War College, National Defence Studies Institute

E-mail: wattapol@mod.go.th

^๒ กองวิชาเอกสารวิจัย วิทยาลัยเสนาธิการทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

Research and Thesis Academic Division, Joint War College, National Defence Studies Institute

E-mail: arthit2936@gmail.com

คำสำคัญ: กิจการอวกาศ, พลังอำนาจ, ผลประโยชน์แห่งชาติ, พื้นที่การรบ, ดาวเทียมสื่อสาร, ดาวเทียมถ่ายภาพด้านความมั่นคง, การสังเกตการณ์ทางอวกาศ

Abstract

At present, space affair is one of the important powers that can create national interests that have a different perspective. Especially in security work, space required is one of the modern combat areas the parties seeking to gain benefits from deep space. This matter can better be a supporting factor for having advantages in war. Recently, the Ministry of Defense has given importance to the development of space activities for security in 3 areas, including communications satellites, remote sensing satellites and space surveillance. There is seen continuous cooperation with other relevant agencies. However, the development of space affair needs technology use, personnel capacity building and a large amount of budget in operation. Combined with current technology, it is necessary to encourage security agencies to use space resources in conjunction with civilian agencies based on safety use. Therefore, the Ministry of Defense should cooperate its space affairs with related agencies, especially in the preparation of large projects for the whole country. As well, improving the operation at the policy and operational level of the Ministry of Defense is recommended for the maximum benefits and stability of the country.

Keywords: Space Affair, Important Power, National Interest, Combat Area, Communication Satellite, Remote Sensing Satellite, Space Surveillance

บทนำ

ยุคอวกาศ (Space Age) เริ่มต้นขึ้นเมื่อสหภาพโซเวียตสามารถส่งดาวเทียมสปุตนิก ๑ ขึ้นสู่วงโคจรได้เป็นผลสำเร็จ เมื่อวันที่ ๔ ต.ค. ๒๕๐๐ และเป็นจุดเริ่มต้นของการแข่งขันระหว่างสองมหาอำนาจโลกคือประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสหภาพโซเวียตในยุคสงครามเย็น (Cold War) จนเกิดความหวาดระแวงชาติมหาอำนาจจะครอบครองอวกาศเพื่อใช้ในการสงคราม เพื่อบรรเทาความหวาดระแวงดังกล่าวจึงนำไปสู่การจัดทำกฎหมายระหว่างประเทศที่สำคัญ คือ สนธิสัญญาว่าด้วยหลักการที่ใช้บังคับต่อกิจกรรมในเรื่องการสำรวจและใช้อวกาศ พ.ศ.๒๕๑๐ (Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies) มีการวางหลักการ “ห้วงอวกาศไม่อาจถูกยึดครองหรือตกอยู่ภายใต้อำนาจอธิปไตยของรัฐใด ๆ ได้ เพื่อให้รัฐทั้งหลายได้มีเสรีภาพในการสำรวจและใช้อวกาศบนพื้นฐานแห่งความเสมอภาคเท่าเทียมกัน” ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่ยังคงมีการถือปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน

ปัจจุบัน เทคโนโลยีอวกาศมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วสามารถนำไปใช้ในภารกิจต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมถ่ายภาพ ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ดาวเทียมระบุพิกัดบนพื้นโลก ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ดาวเทียมจารกรรม ดาวเทียมสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ประเทศที่มีศักยภาพสามารถให้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ (Mean) นำพาประเทศสู่จุดหมาย (Aim) สร้างพลังอำนาจแห่งชาติด้วยการพัฒนาหนทางปฏิบัติ (Way) สร้างผลประโยชน์แห่งชาติที่ครอบคลุมมิติ เศรษฐกิจ สังคม

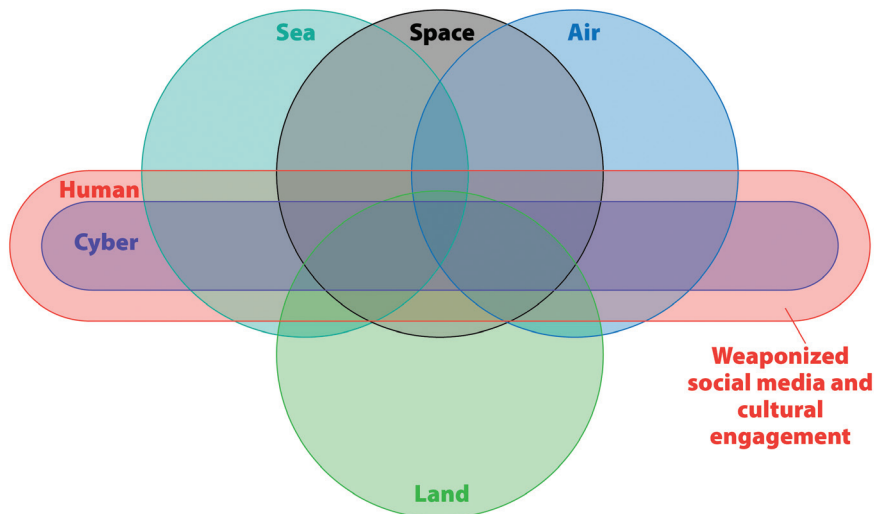
และความมั่นคงของประเทศ ซึ่งนอกจากจะใช้เทคโนโลยีเพื่อการสร้างสรรค์ได้แล้ว ยังสามารถนำไปใช้ให้เกิดผลกระทบทางลบหรือภัยคุกคามต่อประเทศอื่นได้ ดังนั้นทุกหน่วยงานด้านความมั่นคงโดยเฉพาะกระทรวงกลาโหม ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักของประเทศ จึงต้องรู้เท่าทันเทคโนโลยีสามารถระวังป้องกันภัยคุกคามและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมจึงนำไปสู่คำถามที่สำคัญคือ “ทำไมกิจการอวกาศจึงมีความสำคัญต่อความมั่นคง และจะพัฒนากิจการอวกาศเพื่อความมั่นคงของประเทศไทยให้ประสบความสำเร็จได้อย่างไร”

ห้วงอวกาศ: พื้นที่การรบในสงครามสมัยใหม่

หลักสงครามสมัยใหม่กำหนดให้ห้วงอวกาศเป็นหนึ่งใน ๕ พื้นที่การรบที่มีความสำคัญทางทหาร ประกอบด้วย กำลังทางบก (Land) กำลังทางทะเล (Sea)

กำลังทางอากาศ (Air) ไซเบอร์ (Cyber) และอวกาศ (Space) ซึ่งต้องมีการปฏิบัติที่ประสานสอดคล้อง จึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการดำเนินงาน ฝ่ายที่สามารถแสวงประโยชน์จากห้วงอวกาศได้ดีกว่า ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานดาวเทียมเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการแบบใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง การรวบรวมข้อมูลฝ่ายตรงข้ามทางลับ การทำสงครามอิเล็กทรอนิกส์ การบังคับควบคุมยานไร้คนขับเพื่อปฏิบัติการทางทหาร การปล่อยอาวุธจากดาวเทียม ตลอดจนการต่อต้าน ทำลาย หรือ บังคับควบคุมดาวเทียมฝ่ายตรงข้าม จะเป็นปัจจัยสนับสนุนให้เป็นฝ่ายได้เปรียบในการทำสงคราม

ประเทศที่มีศักยภาพต่างมุ่งชิงความได้เปรียบฝ่ายตรงข้ามทั้งทางเปิดเผยและทางลับ โดยมีการทดลองและนำอุปกรณ์พิเศษติดตั้งบนดาวเทียม หากไม่เกิดเหตุการณ์หรืออุบัติเหตุเกิดขึ้นอาจไม่สามารถพิสูจน์ทราบได้ว่ามีสิ่งใด



ภาพที่ ๑ ความสัมพันธ์ระหว่าง ๕ พื้นที่การรบ*

* U.S. Indo-Pacific Command. (2017). *The Indo-Asia Pacific and the Multi-domain Battle Concept*. Retrieve July 9, 2019, from <https://www.pacom.mil/Media/News/News-Article-View/Article/1125682/the-indo-asia-pacific-and-the-multi-domain-battle-concept/>

ถูกติดตั้งบนดาวเทียม ยกตัวอย่างเหตุการณ์ดาวเทียม Kosmos 954 ของประเทศสหภาพโซเวียต ซึ่งเป็นดาวเทียม ขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์มีเรย์เรเนียมเป็นแกนหลัก ทำหน้าที่ผลิตพลังงานได้ขัดข้องและตกลงในประเทศแคนาดา เมื่อวันที่ ๒๔ ม.ค. ๒๕๒๑^๖ หรือกว่า ๔๐ ปี มาแล้ว จึงกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีของชาติมหาอำนาจยุคปัจจุบัน ต้องมีการพัฒนาที่ก้าวล้ำ ยากต่อการคาดเดาประกอบกับ ปัจจุบันชาติมหาอำนาจต่างให้ความสำคัญในการใช้งาน อวกาศ ด้านการทหารอย่างเปิดเผยยิ่งขึ้น ยกตัวอย่าง เช่น นายโดนัลด์ ทรัมป์ ประธานาธิบดีประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ลงนามจัดตั้งกองทัพอวกาศ (Space Force) เมื่อวันที่ ๑๘ มิถุนายน ๒๕๖๑ ให้มีสถานะเทียบเท่า ๕ กองทัพแรก ประกอบด้วยกองทัพบก (Land) กองทัพเรือ (Sea) กองทัพอากาศ (Air) กองกำลังนาวิกโยธิน (Marine) และ กองกำลังรักษาการณ์ชายฝั่ง (Coast Guard)^๗ และประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีนได้เผยแพร่เอกสารที่ระบุว่า กองทัพให้ความสำคัญต่อการดำเนินงานด้านกิจการอวกาศ และไซเบอร์ในระดับที่เท่าเทียมกับพลังงานนิวเคลียร์ พร้อมทั้งระบุว่ากิจการอวกาศมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความมั่นคงและผลประโยชน์แห่งชาติ เป็นพื้นที่ที่มีการแข่งขันระดับยุทธศาสตร์ระหว่างประเทศ และกำหนด

ให้อวกาศเป็นพื้นที่การรบหลักในปัจจุบัน^๘ ซึ่งเป็นเครื่อง บ่งชี้การแสดงท่าทีของชาติมหาอำนาจที่ให้ความสำคัญ ในการใช้งานอวกาศด้านการทหาร และจะส่งผลกระทบต่อแนวคิดความมั่นคงภาพรวมของโลกอย่างแน่นอน

แนวโน้มเทคโนโลยีอวกาศยุคใหม่

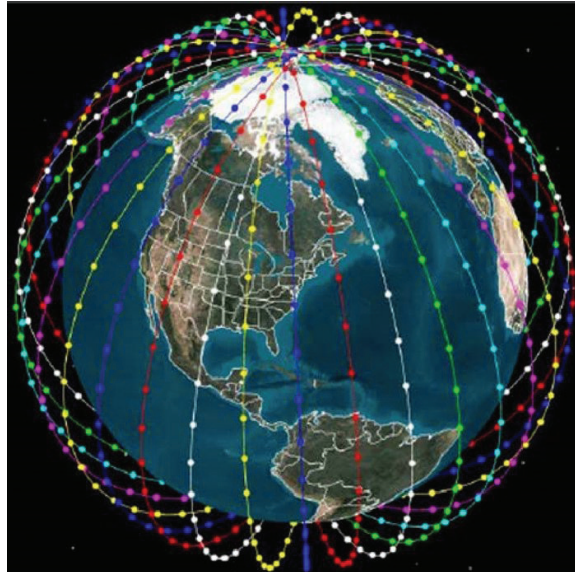
ปัจจุบันเทคโนโลยีกิจการอวกาศมีแนวโน้มการสร้าง ดาวเทียมขนาดเล็กลง มีการนำขึ้นสู่วงโคจรครั้งละเป็น จำนวนมากหลายร้อยหลายพันดวงในลักษณะกลุ่มดาวเทียม (Constellation) ที่ตำแหน่งวงโคจรระดับต่ำ (Low Earth Orbit: LEO) ระดับความสูงไม่เกิน ๒,๐๐๐ กิโลเมตร จากพื้นโลก ดาวเทียมแต่ละดวงสามารถติดต่อสื่อสาร ปฏิบัติงานร่วมกันในลักษณะเครือข่าย (Network) สามารถ ออกแบบกลุ่มดาวเทียมให้มีขีดความสามารถเป็นได้ทั้ง ดาวเทียมสื่อสารและดาวเทียมถ่ายภาพ ปัจจุบันแผนพัฒนา กลุ่มดาวเทียมลักษณะดังกล่าวจำกัดอยู่ในกลุ่มชาติมหาอำนาจ และบริษัทด้านกิจการอวกาศชั้นนำระดับโลก เช่น บริษัท SpaceX, บริษัท Boeing, บริษัท WorldVu (OneWeb), บริษัท Kepler Communications, บริษัท Telesat Canada, บริษัท Theia Holdings A, Inc.^๙ เนื่องจาก ต้องใช้เทคโนโลยี ขีดความสามารถของบุคลากร และ ค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการดำเนินงาน

^๖ A Medium Corporation. (2018). *The Kosmos 954 incident*. Retrieve July 9, 2019, from <https://medium.com/@TTERpstra/the-kosmos-954-incident-642fc364ecf>

^๗ BBC News. (2018). *Trump space force: US to set up sixth military branch*. Retrieve July 9, 2019, from <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-44527672>

^๘ Chainadaily. (2019). *Defense white paper emphasizes outer space and cyberspace security*. Retrieve July 31, 2019, from www.chinadaily.com.cn/a/201907/24/WS5d3801c6a310d83056400c49.html

^๙ Satellite Market & Research. (2019). *The Next wave: Low Earth Orbit Constellation*. Retrieve July 9, 2019, from <http://satellitemarkets.com/news-analysis/next-wave-low-earth-orbit-constellations>



ภาพที่ ๒ ตัวอย่างวงโคจรของดาวเทียมในลักษณะกลุ่มดาวเทียม (Constellation)^๖

ยกตัวอย่างการดำเนินงาน เช่น บริษัท SpaceX มีแผนนำส่งกลุ่มดาวเทียมตามโครงการ Starlink มีเป้าหมายนำส่งดาวเทียมทั้งสิ้น จำนวน ๑๒,๐๐๐ ดวง ขึ้นสู่วงโคจรที่ระดับความสูง ๕๕๐ กิโลเมตรจากพื้นโลก ตามคำกล่าวอ้างของบริษัท กลุ่มดาวเทียมจะมีขีดความสามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกที่อุปกรณ์การสื่อสารสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นได้โดยตรงผ่านดาวเทียม (Machine to Machine: M2M) ด้วยค่าบริการที่ถูกกว่าการใช้บริการอินเทอร์เน็ตรูปแบบเดิม^๗ ซึ่งอาจจะมีผลกระทบทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตจากการใช้บริการจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตภายในประเทศเป็นการใช้บริการจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่เป็นบริษัทขนาดใหญ่ในต่างประเทศ ทำให้การรับส่งข้อมูล

อยู่บนเครือข่ายต่างประเทศโดยตรง อาจทำให้ภาครัฐไม่สามารถกำกับดูแลข้อมูลที่รับส่งอยู่บนเครือข่ายได้อย่างเบ็ดเสร็จเหมือนเครือข่ายที่อยู่ภายในประเทศ และบริษัท Theia Holdings A, Inc. มีแผนนำส่งกลุ่มดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรที่ระดับความสูง ๘๐๐ กิโลเมตร จากพื้นโลกจำนวน ๑๒๐ ดวง (ใช้งาน ๑๑๒ ดวง สำรอง ๘ ดวง) ตามคำกล่าวอ้างของบริษัท กลุ่มดาวเทียมจะมีขีดความสามารถถ่ายภาพความละเอียดสูงครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกตลอด ๒๔ ชั่วโมง สามารถประมวลผลข้อมูลบนกลุ่มดาวเทียมเป็นข้อมูลพร้อมใช้ก่อนส่งข้อมูลกลับมายังสถานีภาคพื้น^๘ หากเทคโนโลยีนี้นำมาสู่การปฏิบัติได้จริงจะเป็นการยากในการรักษาความลับทางการทหารหรือข้อมูลสถานที่สำคัญของประเทศ

^๖ ESA. (2018). A SATELLITE MEGA CONSTELLATION. Retrieve July 9, 2019, from https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2018/07/A_satellite_mega-constellation

^๗ Space News. (2019). SpaceX launches 60 Starlink satellites, begins constellation buildout. Retrieve July 9, 2019, from <https://spacenews.com/spacex-launches-60-starlink-satellites-begins-constellation-buildout/>

^๘ บริษัท Theia Holdings A, Inc.. (2018). THE THEIA SATELLITE NETWORK. (เอกสารประกอบการบรรยาย).

จะเห็นได้ว่าตัวอย่างโครงการดาวเทียมที่กล่าวถึงข้างต้น มุ่งเน้นให้บริการกลุ่มลูกค้าขนาดใหญ่ (Mass Product) และน่าจะมีขีดความสามารถเกินความจำเป็นในการใช้งานของประเทศส่วนใหญ่ทั่วไป เช่น ประเทศไทย หรือประเทศอื่น ๆ ในกลุ่มภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศกำลังพัฒนา และมักมีความต้องการใช้งานดาวเทียมที่มีขีดความสามารถให้บริการเฉพาะพื้นที่ภายในประเทศหรือพื้นที่บางแห่งภายนอกประเทศที่เป็นพื้นที่สนใจ ดังนั้นแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีดาวเทียมของประเทศจึงควรอยู่บนพื้นฐานความต้องการที่แท้จริง และควรเป็นการลงทุนที่สมเหตุสมผล มีความคุ้มค่าในการดำเนินงาน

กิจการอวกาศของประเทศไทย

ตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.๒๕๖๐ มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้งานดาวเทียมในมาตรา ๖๐ วรรคหนึ่ง ความว่า “รัฐต้องรักษาไว้ซึ่งคลื่นความถี่และสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียม อันเป็นสมบัติแห่งชาติ เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ประเทศชาติและประชาชน” ปัจจุบันการพัฒนากิจการอวกาศมีการบริหาร โดยคณะกรรมการนโยบายอวกาศแห่งชาติ ซึ่งมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธานกรรมการฯ รองนายกรัฐมนตรีที่ได้รับมอบหมายเป็นรองประธานกรรมการฯ ปลัดกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นกรรมการและเลขานุการ นอกจากนี้ ยังมีหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานด้านกิจการอวกาศของประเทศโดยตรง จำนวน ๖ หน่วยงาน ประกอบด้วย หน่วยงานในสังกัดกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมจำนวน ๑ หน่วยงาน คือ กองกิจการอวกาศแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, หน่วยงานในสังกัดกระทรวงกลาโหมจำนวน ๒ หน่วยงาน ได้แก่ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม, ศูนย์วิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

การบินและอวกาศ กองทัพอากาศ, หน่วยงานในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ชื่อเดิมกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) จำนวน ๒ หน่วยงาน ได้แก่ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และสำนักงานกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม การดำเนินงานที่ผ่านมามีการบูรณาการเทคโนโลยีและทรัพยากรระหว่างหน่วยงานร่วมกันในระดับหนึ่ง เช่น ความร่วมมือระหว่างกองทัพอากาศและสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในการพัฒนาหอดูดาวเพื่อการสังเกตการณ์ทางอวกาศ, การจัดทำโครงการระบบดาวเทียมสำรวจเพื่อการพัฒนา (THEOS-2) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและขีดความสามารถบุคลากรด้านดาวเทียมถ่ายภาพในภาพรวมของประเทศ

การพัฒนากิจการอวกาศเพื่อความมั่นคงของกระทรวงกลาโหมในปัจจุบัน

นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยความมั่นคงแห่งชาติ (พ.ศ.๒๕๖๐-๒๕๖๔) ซึ่งเป็นแผนระดับที่ ๒ ของประเทศ กำหนดให้มีการพัฒนาศักยภาพการป้องกันประเทศด้วยการ “พัฒนาเทคโนโลยีอวกาศเพื่อการใช้งานดาวเทียมสื่อสารดาวเทียมถ่ายภาพด้านความมั่นคง และการสังเกตการณ์ทางอวกาศ ด้วยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนทั้งในประเทศและต่างประเทศ” ประกอบกับนโยบายเร่งด่วนของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๒ ระบุให้มีการปฏิรูปพัฒนากลไกการบริหารจัดการความมั่นคงแบบองค์รวม ปรับปรุงโครงสร้างและระบบงานด้านกิจการอวกาศเพื่อรองรับภัยคุกคามด้านอวกาศที่มีผลกระทบต่อความมั่นคงของชาติ โดยเฉพาะการพัฒนาด้านองค์ความรู้และขีดความสามารถของกำลังพลจากระดับผู้ใช้งาน (User)

สู่การเป็นผู้ควบคุมและบริหารสถานีดาวเทียม (Operator) ซึ่งจะนำไปสู่การพึ่งพาตนเองได้ในอนาคต จึงกล่าวได้ว่า รัฐบาลและผู้บังคับบัญชาาระดับสูงของกระทรวงกลาโหม ต่างให้ความสำคัญในการพัฒนากิจการอวกาศเพื่อความมั่นคงของประเทศ นอกจากนี้กระทรวงกลาโหมยังมีการ จัดทำบันทึกความร่วมมือด้านกิจการอวกาศกับหน่วยงาน ภายนอกเช่น กระทรวงกลาโหมประเทศอิตาลี สำนักงาน พัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การ มหาชน) บริษัทไทยคม จำกัด (มหาชน) เพื่อเสริมสร้างความ ร่วมมือด้านเทคโนโลยีอวกาศ การพัฒนาขีดความสามารถ กำลังพล และงานด้านอื่นที่เกี่ยวข้องระหว่างหน่วยงาน

การดำเนินงานกิจการอวกาศเพื่อความมั่นคงจำนวน ๓ ด้าน มีรายละเอียดพอสังเขปดังต่อไปนี้

๑. ดาวเทียมสื่อสาร (Communication Satellite)

เป็นระบบการสื่อสารเดียวที่มีขีดความสามารถเชื่อมต่อ สื่อสารได้ทั้งสามมิติ (พื้นดิน พื้นน้ำ อากาศ) ไม่มีข้อจำกัด ด้านภูมิประเทศ สามารถใช้งานในพื้นที่ห่างไกล พื้นที่ป่าเขา ตลอดจนพื้นที่การสื่อสารทางสายยังไม่เข้าถึง เป็นปัจจัย เสริมสร้างศักยภาพกองทัพไปสู่การปฏิบัติการที่ใช้เครือข่าย เป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operation: NCO) สนับสนุนให้กองกำลังต่าง ๆ สามารถติดต่อสื่อสารถึงกัน ได้ทุกมิติ

ที่ผ่านมากระทรวงกลาโหมไม่เคยมีการใช้งาน ดาวเทียมสื่อสารทางทหารเป็นของตนเอง เป็นการใช้งาน ดาวเทียมสื่อสารเชิงพาณิชย์ เริ่มต้นเมื่อ พ.ศ.๒๕๑๑ ประเทศไทยสร้างสถานีรับสัญญาณดาวเทียมและเข้า ใช้งานดาวเทียม Intelsat เป็นครั้งแรกเพื่อการติดต่อสื่อสาร ในประเทศ ต่อมาใน พ.ศ.๒๕๒๒ ประเทศไทยได้เข้า ใช้งานดาวเทียม PALAPA เพิ่มเติม หลังจากนั้นจึงมีการ จัดทำสัญญาดำเนินกิจการดาวเทียมสื่อสารภายในประเทศ

ระหว่างกระทรวงคมนาคมกับบริษัทชินวัตรคอมพิวเตอร์ แอนด์ คอมมิวนิเคชั่นส์ จำกัด เมื่อ พ.ศ.๒๕๓๔ เป็นสัญญา สัมปทาน ระยะเวลา ๓๐ ปี โดยบริษัทชินวัตรฯ ได้จัดตั้ง บริษัทไทยคม จำกัด (มหาชน) เพื่อปฏิบัติตามสัญญาฯ และบริษัทไทยคมฯ ต้องสนับสนุนการสื่อสารย่านความถี่ C-Band (Regional Beam) ขนาดช่องสัญญาณ ๑ ทรานสปอนเดอร์ (Transponder) ให้กับหน่วยงานภาครัฐ จากขนาดช่องสัญญาณดังกล่าวเป็นการจัดสรรให้กระทรวง กลาโหมขนาดช่องสัญญาณ ๐.๕ ทรานสปอนเดอร์ โดยมี กรมการสื่อสารทหารเป็นผู้บริหารจัดการในภาพรวมของ กองทัพอากาศ อย่างไรก็ตามช่องสัญญาณดังกล่าว มีขนาด ไม่เพียงพอ ดังนั้นกระทรวงกลาโหมจึงต้องมีการเข้าใช้ระบบ สื่อสารผ่านดาวเทียมย่านความถี่ C-Band และย่านความถี่ KU-Band เพิ่มเติมให้เพียงพอต่อการใช้งาน ซึ่งสัญญาฯ จะสิ้นสุดลงใน พ.ศ.๒๕๖๔ และบริษัทไทยคมฯ ต้องส่งมอบ ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมให้ภาครัฐเป็นผู้บริหารจัดการ ได้แก่ ดาวเทียมที่ยังไม่หมดอายุการใช้งาน เช่น ดาวเทียม ไทยคม ๔, ๕, ๖ (ดาวเทียมไทยคม ๗, ๘ อยู่ระหว่างการพิจารณาของอนุญาโตตุลาการว่าเป็นดาวเทียมภายใต้ สัญญา หรือไม่ หากมีผลพิจารณาเป็นดาวเทียมภายใต้ สัญญา ดาวเทียมจะกลับมาเป็นของรัฐ), สถานีภาคพื้น ตลอดจนข้อมูลที่เป็นในการบริหารสถานีควบคุมดาวเทียม และจัดการฝึกอบรม (On the Job Training) ให้กับ เจ้าหน้าที่ จำนวน ๒๔ คน^๔

แนวคิดการใช้งานดาวเทียมสื่อสารของกระทรวง กลาโหมภายหลังสิ้นสุดสัญญา พ.ศ.๒๕๖๔ อาจไม่จำเป็นต้องมีดาวเทียมสื่อสารเป็นของตนเอง เนื่องจากขนาดช่อง สัญญาณของดาวเทียมดวงหนึ่ง มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น ต่อการใช้งาน ประกอบกับเทคโนโลยีการรักษาความปลอดภัย สมัยใหม่สามารถเข้ารหัสการรับส่งข้อมูล และแยกการใช้งาน ระบบที่มีความสำคัญออกจากระบบในภาพรวมได้ เช่น

^๔ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม. (๒๕๖๐). ผลการศึกษาแนวทางการดำเนินงานด้านดาวเทียมสื่อสารภาครัฐเพื่อความมั่นคง.

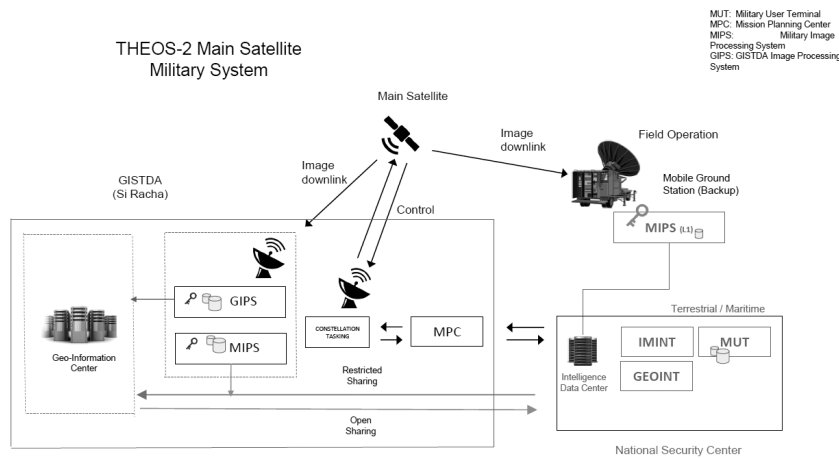
ระบบการรับข้อมูล ระบบการบริหารจัดการข้อมูล ซึ่งเป็นปัจจัยสนับสนุนให้หน่วยงานด้านความมั่นคงสามารถใช้งานทรัพยากรด้านกิจการอวกาศร่วมกับหน่วยงานภาคพลเรือนบนพื้นฐานความปลอดภัยในการใช้งานได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการพิจารณาของคณะกรรมการนโยบายอวกาศแห่งชาติเกี่ยวกับการดำเนินงานดาวเทียมสื่อสารของประเทศ ภายหลังจากสิ้นสุดสัญญาฯ ในปี พ.ศ.๒๕๖๔ ซึ่งกระทรวงกลาโหมสามารถมีส่วนร่วมใช้งานดาวเทียมสื่อสารร่วมกับหน่วยงานภาคพลเรือนอื่นได้ จำนวน ๒ ประเด็น ได้แก่ ๑) ประเด็นการนำระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมที่ภาครัฐได้รับการส่งมอบจากบริษัทไทยคมฯ เมื่อสิ้นสุดสัญญาฯ ให้มีการจัดสรรช่องสัญญาณการสื่อสารส่วนหนึ่งให้กับหน่วยงานภาครัฐรวมทั้งกระทรวงกลาโหมให้มีความเพียงพอต่อการใช้งาน และ ๒) ประเด็นการพัฒนาดาวเทียมสื่อสารภาครัฐเป็นดาวเทียมดวงใหม่เพื่อสนับสนุนการใช้งานระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมให้กับหน่วยงานภาครัฐรวมทั้งกระทรวงกลาโหมแทนการเช่าใช้จากบริษัทเอกชนในปัจจุบัน โดยให้กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม และบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ร่วมกันจัดทำรายละเอียดโครงการดาวเทียมสื่อสารภาครัฐ นำเสนอขอความเห็นชอบต่อคณะกรรมการนโยบายอวกาศแห่งชาติเพื่อเสนอขอความเห็นชอบต่อคณะรัฐมนตรีต่อไป นอกจากนี้กระทรวงกลาโหมยังสามารถพิจารณาจัดส่งกำลังพลที่เหมาะสมเข้ารับการฝึกอบรม (On the Job Training) ร่วมกับเจ้าหน้าที่ภาครัฐอื่นในภาพรวมของประเทศตามรายละเอียดของสัญญาฯ ที่กล่าวถึงในข้างต้น เพื่อเป็นการพัฒนาขีดความสามารถกำลังพลได้อีกช่องทางหนึ่ง

๒. ดาวเทียมถ่ายภาพด้านความมั่นคง (Remote Sensing Satellite) เป็นส่วนหนึ่งของงานด้านการข่าวการใช้ดาวเทียมถ่ายภาพสามารถถ่ายภาพทางลึกลงไปในพื้นที่ฝ่ายตรงข้าม และฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถทราบได้ว่าฝ่ายเราถ่ายภาพพื้นที่ใด ห้วงเวลาไหน อันเป็นจุดเด่นสำคัญ

แตกต่างจากการใช้อากาศยานหรืออากาศยานไร้คนขับที่ไม่สามารถถ่ายภาพลึกลงไปในพื้นที่ฝ่ายตรงข้าม และไม่สามารถรักษาความลับในการถ่ายภาพได้ ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความเหมาะสมในการใช้งานทางทหารควรมีความละเอียดตั้งแต่ ๐.๕ เมตรลงมา จึงมีความชัดเจนเพียงพอต่อการใช้งาน โดยจะนำภาพถ่ายดาวเทียมเข้าสู่กรรมวิธีผลิตข่าวกรองการภาพ (Imagery Intelligence: IMINT) และข่าวกรองภูมิสารสนเทศ (Geospatial Intelligence: GEOINT) เพื่อพัฒนาเป็นข้อมูลที่เหมาะสมใช้งานทางทหาร เพื่อสร้างความรับรู้ภูมิประเทศ มองเห็นลักษณะความสูงต่ำ แสดงตำแหน่งที่ตั้งของกำลังฝ่ายเราและฝ่ายตรงข้าม สามารถนำมาใช้วางแผนทางทหาร เช่น การวิเคราะห์กำลังและพื้นที่อิทธิพลของฝ่ายตรงข้าม การวิเคราะห์ภูมิประเทศ การเตรียมสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติการด้านการข่าวกรองร่วม การสนับสนุนการปฏิบัติการทางอากาศและทางทะเล การวางแผนส่งกำลังบำรุง การวางแผนปฏิบัติการทางทหารนอกเหนือจากสงคราม เป็นต้น

ที่ผ่านมากระทรวงกลาโหมไม่มีการใช้งานดาวเทียมถ่ายภาพเป็นของตนเอง เป็นการจัดหาภาพถ่ายดาวเทียมผ่านสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) นอกจากนั้นกรมเทคโนโลยีและอวกาศกลาโหมได้เคยจัดทำโครงการห้องปฏิบัติการกรรมวิธีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกระทรวงกลาโหมเป็นโครงการประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๕๔-๒๕๕๖ มีส่วนสนับสนุนให้มีการพัฒนากำลังพลและขีดความสามารถด้านกรรมวิธีผลิตข่าวกรองการภาพ และข่าวกรองภูมิสารสนเทศสำหรับใช้ในงานด้านความมั่นคงในภาพรวมของกระทรวงกลาโหม

ปัจจุบันกระทรวงกลาโหมมีโอกาสต่อ ยอดการพัฒนาเทคโนโลยีจากกรที่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ได้รับมอบหมายเป็นผู้จัดทำโครงการระบบดาวเทียมสำรวจ เพื่อการพัฒนา (THEOS-2) และกระทรวงกลาโหมมีส่วนร่วมในการกำหนด



ภาพที่ ๓ ระบบของกระทรวงกลาโหมตามโครงการระบบดาวเทียมสำรวจเพื่อการพัฒนา (THEOS-2)

คุณลักษณะโครงการฯ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบดาวเทียมถ่ายภาพในภาพรวมของประเทศ ตามโครงการฯ มีแผนสร้างดาวเทียมถ่ายภาพ จำนวน ๒ ดวง คือ ดาวเทียมหลักสำหรับการใช้งาน สามารถถ่ายภาพความละเอียด ๐.๕ เมตร และดาวเทียมขนาดเล็กสำหรับงานศึกษาวิจัย โดยมีบริษัท Airbus Defence and Space SAS ประเทศสาธารณรัฐฝรั่งเศสเป็นบริษัทคู่สัญญา โดยกระทรวงกลาโหมจะได้รับมอบสถานีรับสัญญาณดาวเทียมทั้งแบบอยู่กับที่ (Fix Station) และแบบเคลื่อนที่ (Mobile Station) ตลอดจนระบบและอุปกรณ์บางส่วนจากโครงการฯ^{๑๐} พร้อมทั้งสามารถส่งถ่ายภาพความละเอียด ๐.๕ เมตร จากดาวเทียมหลักผ่านสถานีควบคุมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ดาวเทียมหลักถูกออกแบบให้สามารถเอียงตัวเพื่อเพิ่มโอกาสและขีดความสามารถในการถ่ายภาพ ทำให้สามารถถ่ายภาพซ้ำพื้นที่ตำแหน่งเดิมได้ภายในเวลา ๓-๔ วัน ขึ้นอยู่กับพื้นที่เป้าหมายและมุมที่ดาวเทียมหลักเอียงตัว คาดว่าดาวเทียมหลักจะพร้อมปฏิบัติงานได้เร็วที่สุด

ในห้วงเดือน มีนาคม-เมษายน ๒๕๖๔ มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการสนับสนุนข้อมูลระดับยุทธศาสตร์และยุทธการ ตลอดจนสามารถสนับสนุนข้อมูลระดับยุทธวิธี โดยใช้งานร่วมกับอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับทำการถ่ายภาพพื้นที่ที่ต้องการ นอกจากนี้ยังสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาขีดความสามารถกำลังพล และลดภาระค่าใช้จ่ายการจัดการภาพถ่ายดาวเทียมในภาพรวมของกระทรวงกลาโหม

ตามโครงการฯ กระทรวงกลาโหมยังสามารถพิจารณาจัดส่งกำลังพลที่มีความเหมาะสมเข้าร่วมงานดาวเทียมขนาดเล็ก ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาวิจัยจะเป็นส่วนสนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถกำลังพลได้อีกช่องทางหนึ่ง

๓. การสังเกตการณ์ทางอวกาศ (Space Surveillance) เป็นการเฝ้าตรวจ ค้นหา พิสูจน์ฝ่าย แจ็งเตือนสิ่งผิดปกติหรือภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้นจากห้วงอวกาศ โดยใช้สถานีเฝ้าตรวจจากภาคพื้นหรือการติดตั้งกล้องบนดาวเทียมสำหรับใช้เป็นเครื่องมือตรวจจับให้สามารถระวังป้องกันและแก้ไขสิ่งผิดปกติหรือภัยคุกคามได้อย่าง

^{๑๐} สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). เอกสารโครงการระบบดาวเทียมสำรวจเพื่อการพัฒนา (Theos-2).

ทันต่อเวลา เช่น การเคลื่อนที่ของดาวเทียมต่างประเทศ ในตำแหน่งที่ผิดปกติหรือมีพฤติกรรมบ่งชี้เป็นภัยคุกคาม ต่อประเทศไทย การติดตามชิ้นส่วนวัตถุนอกโลกที่อาจร่วงหล่นลงในพื้นที่ประเทศไทย เช่น เหตุการณ์สถานีอวกาศเทียนกง ๑ ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนขัดข้อง และตกลงสู่พื้นโลกเมื่อเดือนเมษายน ๒๕๖๑

ที่ผ่านมากองทัพอวกาศมีความร่วมมือกับสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ก่อสร้างหอดูดาวในพื้นที่ของสถานีรายงานดอยอินทนนท์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงพระราชทานนามว่า “หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ” เมื่อวันที่ ๒๗ เมษายน ๒๕๕๘ หอดูดาวมีภารกิจหลัก ๒ ประการ คือ การติดตามดาวเทียม และขยะอวกาศ (Space Debris) และการติดตามวัตถุใกล้โลก (Near Earth Objects: NEOs) ที่มีโอกาสเสี่ยงในการพุ่งชนโลก เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการเฝ้าระวังทางอวกาศ (Space Situation Awareness) สามารถตรวจพบสิ่งผิดปกติในห้วงอวกาศเหนือพื้นที่ประเทศไทย ให้สามารถระงับป้องกัน ทักท้วง และแก้ไขสิ่งผิดปกติหรือภัยคุกคามได้อย่างเหมาะสม ปัจจุบันกองทัพอวกาศอยู่ในระหว่างก่อสร้างหอดูดาวแห่งใหม่ ณ สถานีรายงานเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี และมีแผนนำส่งดาวเทียมขนาดเล็กขึ้นสู่วงโคจรเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถด้านกิจการอวกาศของกองทัพอวกาศ^{๑๑}

บทสรุป: ความท้าทายแห่งอนาคต

จะเห็นได้ว่า กิจการอวกาศในปัจจุบันมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความมั่นคงของประเทศที่หลากหลายมิติ กระทบวงกลาโหมจึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจัดแบ่งการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องออกเป็น ๒ ระดับ ได้แก่

(๑) ระดับนโยบาย โดยกำหนดให้มีคณะกรรมการที่ทำหน้าที่กำหนดนโยบาย จัดทำแผนปฏิบัติการพร้อมทั้งกำกับดูแลการปฏิบัติในภาพรวมของทุกส่วนราชการภายในกระทรวงกลาโหมให้สอดคล้องตามแนวทางการพัฒนาระดับประเทศ และนโยบายระดับกระทรวงกลาโหม ตลอดจนมีการสนับสนุนงบประมาณอย่างเหมาะสมสามารถต่อยอดการพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างต่อเนื่อง และ (๒) ระดับปฏิบัติมีโครงสร้างการจัดหน่วยที่เหมาะสม มุ่งเน้นการพัฒนากำลังพลให้มีความสามารถและปริมาณเพียงพอต่อการปฏิบัติการภารกิจ มีความเข้าใจการปฏิบัติการทางทหารของกำลังทางบก (Land) กำลังทางทะเล (Sea) กำลังทางอากาศ (Air) และไซเบอร์ (Cyber) เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามที่ผ่านมา กระทรวงกลาโหมมีการดำเนินงานกิจการอวกาศเพื่อความมั่นคงที่สำคัญจำนวน ๓ ด้าน ประกอบด้วย ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมถ่ายภาพ ด้านความมั่นคง และการสังเกตการณ์ทางอวกาศ จึงกล่าวได้ว่ากระทรวงกลาโหมมีเทคโนโลยีและองค์ความรู้ระดับหนึ่งที่สามารถต่อยอดการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ เพื่อความมั่นคงไปสู่การพึ่งพาตนเองได้ในอนาคต

ประกอบกับการพัฒนากิจการอวกาศจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยี ขีดความสามารถกำลังพล และงบประมาณจำนวนมากในการดำเนินงาน ซึ่งเทคโนโลยีกิจการอวกาศในปัจจุบันสามารถเข้ารหัสข้อมูลและแยกการใช้งานระบบเป็นส่วน ๆ ออกจากระบบในภาพรวมได้ เช่น ส่วนรับสัญญาณดาวเทียม ส่วนเก็บข้อมูล ส่วนเข้ารหัสข้อมูล ส่วนวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นปัจจัยสนับสนุนให้หน่วยงานด้านความมั่นคงสามารถใช้ทรัพยากรด้านกิจการอวกาศร่วมกับหน่วยงานภาคพลเรือนบนพื้นฐานความปลอดภัย

^{๑๑} ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (๒๕๖๒) หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ. สืบค้นเมื่อ ๙ กรกฎาคม ๒๕๖๒ จาก http://www.lesa.biz/inthanon_observatory

ในการใช้งานได้ ดังนั้นกระทรวงกลาโหมจึงควรสนับสนุนให้เกิดการบูรณาการความร่วมมือด้านกิจการอวกาศกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องในภาพรวมของประเทศ ทั้งในด้านการพัฒนากำลังพล เทคโนโลยี การบริหารจัดการ โดยเฉพาะความร่วมมือในการจัดทำโครงการขนาดใหญ่ที่ใช้งบประมาณในภาพรวมของประเทศ มุ่งเน้นกำหนด

รายละเอียดการดำเนินงานของกระทรวงกลาโหมบนพื้นฐานการรักษาความปลอดภัยในการใช้งาน สนับสนุนให้มีการยกระดับเทคโนโลยีและขีดความสามารถกำลังพลของกระทรวงกลาโหมไปสู่การเป็นผู้ควบคุมและบริหารสถานีดาวเทียม (Operator) นำไปสู่การพึ่งพาตนเองเพื่อประโยชน์สูงสุดคือความมั่นคงของประเทศต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม. (๒๕๖๐). *ผลการศึกษาแนวทางการดำเนินงานด้านดาวเทียมสื่อสารภาครัฐเพื่อความมั่นคง*.
- บริษัท Theia Holdings A, Inc. (2018). *THE THEIA SATELLITE NETWORK*. (เอกสารประกอบการบรรยาย).
- ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (๒๕๖๒). *หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ*. สืบค้นเมื่อ ๙ กรกฎาคม ๒๕๖๒ จาก http://www.lesa.biz/inthanon_observatory
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). *เอกสารโครงการระบบดาวเทียมสำรวจเพื่อการพัฒนา (Theos-2)*.
- A Medium Corporation. (2018). *The Kosmos 954 incident*. Retrieve July 9, 2019, from <https://medium.com/@TTPerpstra/the-kosmos-954-incident-642fc364ecf>
- BBC News. (2018). *Trump space force: US to set up sixth military branch*. Retrieve July 9, 2019, from <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-44527672>
- Chainadaily. (2019). *Defense white paper emphasizes outer space and cyberspace security*. Retrieve July 31, 2019, from www.chinadaily.com.cn/a/201907/24/WS5d3801c6a310d83056400c49.html
- ESA. (2018). *A SATELLITE MEGA CONSTELLATION*. Retrieve July 9, 2019, from https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2018/07/A_satellite_mega-constellation
- Satellite Market & Research. (2019). *The Next wave: Low Earth Orbit Constellation*. Retrieve July 9, 2019, from <http://satellitemarkets.com/news-analysis/next-wave-low-earth-orbit-constellations>
- Space News. (2019). *SpaceX launches 60 Starlink satellites, begins constellation buildout*. Retrieve July 9, 2019, from <https://spacenews.com/spacex-launches-60-starlink-satellites-begins-constellation-buildout/>
- U.S. Indo-Pacific Command. (2017). *The Indo-Asia Pacific and the Multi-domain Battle Concept*. Retrieve July 9, 2019, from <https://www.pacom.mil/Media/News/News-Article-View/Article/1125682/the-indo-asia-pacific-and-the-multi-domain-battle-concept/>