



ขยะอวกาศ

และอำนาจของประเทศในยุคใหม่ กับการยึดครองพื้นที่อวกาศและ ผลกระทบต่อภูมิรัฐศาสตร์

โดย นายภาณุทัต วัชรารณ¹ และนางสาวเบญญาภา โกศลจิตร²

บทนำ

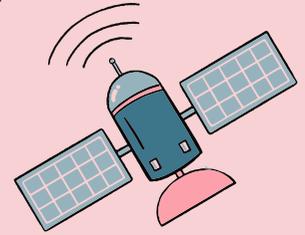
ในศตวรรษที่ 21 อวกาศไม่ได้เป็นเพียงพื้นที่สำหรับการสำรวจทางวิทยาศาสตร์แต่กลายเป็นสมรภูมิใหม่ที่สะท้อนถึงอำนาจและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของชาติ รวมถึงการสร้างระบบสื่อสาร การสอดแนม การควบคุมดาวเทียม รวมถึงการพัฒนาอาวุธอวกาศ ปรัชญาการณที่มี ความห่วงกังวลคือ ขยะอวกาศ (Space Debris) วัตถุที่มนุษย์ปล่อยขึ้นไปในอวกาศแล้วหมดอายุการใช้งาน ชิ้นส่วนของจรวด ดาวเทียมเก่า หรือเศษซากจากการชนกันของวัตถุในวงโคจร

¹ นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ กองความมั่นคงเกี่ยวกับภัยคุกคามข้ามชาติ สำนักงานสภาความมั่นคงแห่งชาติ

² เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน สถาบันความมั่นคงศึกษา สำนักงานสภาความมั่นคงแห่งชาติ

เทคโนโลยีอวกาศเป็นเครื่องมือแสดงออกถึงอำนาจ ความมั่นคง และผลประโยชน์เชิงยุทธศาสตร์ของประเทศมหาอำนาจ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นควบคู่กับการพัฒนาเทคโนโลยี และส่งผลโดยตรงต่อการควบคุมและการเข้าถึงทรัพยากรในวงโคจร ซึ่งเป็นพื้นที่จำกัด โดยเฉพาะในวงโคจรต่ำ (LEO) และวงโคจรค้างฟ้า (GEO) การแย่งชิงพื้นที่ปลอดภัยในวงโคจรกลายเป็นกลไกหนึ่งที่จะสะท้อนถึงดุลอำนาจระหว่างประเทศ ทั้งในเชิงการทหาร เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีขั้นสูง ประเทศที่มีศักยภาพในการจัดการขยะอวกาศ หรือมีความสามารถในการดำเนินกิจกรรมในสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงสูงได้ จึงถูกมองว่ามีความได้เปรียบในระบบภูมิรัฐศาสตร์สมัยใหม่

นอกจากนี้ การที่ประเทศมหาอำนาจดำเนินการปล่อยดาวเทียมจำนวนมาก โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบต่อประเทศที่ไม่มีเทคโนโลยีอวกาศที่พัฒนาเพียงพอยังนำไปสู่ภาวะการผูกขาดอวกาศ (Space Monopoly) ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การเข้าถึงอวกาศอย่างเสรีของนานาประเทศ ในขณะที่ประเทศบางกลุ่ม อาทิ สหรัฐอเมริกา จีน และรัสเซียกำลังแข่งขันกันพัฒนาเทคโนโลยีในการกำจัดขยะอวกาศหรือสร้างมาตรการควบคุมการชนกันของวัตถุในวงโคจร ประเทศอื่น ๆ ที่ขาดทรัพยากรทางเทคโนโลยีถูกผลักให้อยู่ในสถานะพึ่งพิงหรือไม่มีสิทธิ์มีเสียงในเวทีการกำหนดนโยบายอวกาศระดับนานาชาติ



บทความนี้มีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์ปรากฏการณ์ขยะอวกาศในฐานะเครื่องมือและผลลัพธ์ของอำนาจรัฐในยุคใหม่ โดยจะศึกษาทั้งในเชิงเทคนิคและการเมือง พร้อมทั้งสำรวจผลกระทบของขยะอวกาศต่อดุลอำนาจโลก สะท้อนถึงความไม่สมดุลทางอำนาจระหว่างประเทศพัฒนาแล้วกับประเทศกำลังพัฒนา และแนวโน้มนโยบายของประเทศต่าง ๆ ในการรับมือกับความท้าทายนี้ เพื่อชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของกลไกความร่วมมือสากลและการจัดการพื้นที่อวกาศ

01

ภัยเงียบที่กำหนดภูมิรัฐศาสตร์โลกยุคใหม่

ดาวเทียมทำหน้าที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานระดับโลก ทั้งในการนำทาง การสื่อสาร การพยากรณ์อากาศ การเฝ้าระวังภัยพิบัติ ไปจนถึงการใช้งานทางทหาร ภัยคุกคามที่กำลังทวีความรุนแรงคือ “ขยะอวกาศ” หรือเศษซากของดาวเทียมและจรวดที่หมดอายุ ซึ่งล่องลอยอยู่ในวงโคจรด้วยความเร็วสูงกว่า 20,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยสามารถก่อให้เกิดความเสียหายหากชนเข้ากับดาวเทียมที่ยังคงปฏิบัติการอยู่ โดยตัวอย่างเหตุการณ์การชนของดาวเทียม Iridium 33 ของสหรัฐอเมริกา กับดาวเทียม Kosmos-2251 ของรัสเซียในปี 2009 ที่ก่อให้เกิดเศษซากนับพันชิ้นซึ่งยังคงหมุนวนอยู่ในอวกาศจนถึงทุกวันนี้

ปัญหาขยะอวกาศมีนัยสำคัญด้านภูมิรัฐศาสตร์และความมั่นคงระหว่างประเทศ ประเทศมหาอำนาจที่ครอบครองเทคโนโลยีอวกาศขั้นสูง อาทิ สหรัฐอเมริกา จีน และรัสเซีย ซึ่งเทคโนโลยีมีความสามารถในการติดตาม ตรวจสอบ และหลบหลีกความเสี่ยงจากขยะอวกาศได้ดีกว่าประเทศกำลังพัฒนา ส่งผลให้เกิดความเหลื่อมล้ำ ประเทศที่ขาดเทคโนโลยีด้านอวกาศต้องตกอยู่ในสถานะพึ่งพา และอาจถูกจำกัดสิทธิในการเข้าถึงโครงข่ายดาวเทียมหรือระบบข้อมูลสำคัญ และเสี่ยงต่อการถูกครอบงำทั้งทางเศรษฐกิจและการเมืองในระยะยาว



สถานการณ์ยิ่งซับซ้อนขึ้นเมื่อภาคเอกชนจากประเทศมหาอำนาจ เช่น SpaceX ภายใต้โครงการ Starlink ได้ปล่อยดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรต่ำจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความแออัดในพื้นที่ซึ่งเคยถือเป็นทรัพยากรสาธารณะ (global commons) ของมวลมนุษยชาติ ภายใต้สนธิสัญญาอวกาศปี 1967 แต่ปัจจุบันกลับกลายเป็นทรัพยากรที่ถูกครอบครองและควบคุมโดยพฤตินัย (de facto control) โดยกลุ่มประเทศที่มีศักยภาพในการเข้าถึงและควบคุมวงโคจรที่ส่งผลต่อโอกาสของประเทศกำลังพัฒนาในการเข้าสู่อวกาศและยังส่งผลต่อความเสี่ยงที่จะถูกผูกขาดและจำกัดบทบาทในเวทีอวกาศระหว่างประเทศ

ในบริบทของประเทศไทย แม้จะไม่ได้เป็นผู้สร้างขยะอวกาศโดยตรง แต่การมีระบบดาวเทียมของตนเอง อาทิ THEOS-1 และ THEOS-2 ทำให้ไทยตกอยู่ในสถานะ “ผู้ปฏิบัติงานในวงโคจร” และมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากขยะอวกาศเช่นเดียวกับประเทศอื่น การสูญเสียหรือความเสียหายของระบบดาวเทียมอาจทำให้เกิดช่องโหว่ในการเฝ้าระวังภัยพิบัติ การควบคุมพื้นที่ชายแดน หรือการปฏิบัติการด้านความมั่นคงในยามวิกฤต

ความเสียหายจากเหตุการณ์โดยขาดการเตรียมพร้อมอย่างเป็นระบบ อาจนำไปสู่การสูญเสียศักยภาพด้านความมั่นคงในระยะยาว และอีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญ คือ การไม่มีกรอบกฎหมายสากลที่ชัดเจนในการนิยามและจัดการกับขยะอวกาศ เป็นช่องโหว่ให้ประเทศมหาอำนาจใช้เทคโนโลยีจัดการขยะอวกาศเป็นเครื่องมือทางการทูตหรือการเจรจาต่อรองในเวทีระหว่างประเทศ หากมีการบังคับใช้แนวคิดที่ให้ผู้ก่อให้เกิดขยะอวกาศต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อาจกระทบต่อประเทศที่ปล่อยขยะมากที่สุดอย่างจีนและสหรัฐอเมริกา ซึ่งจะส่งผลให้กลายเป็นเกมทางภูมิรัฐศาสตร์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

สำนักงานสภาความมั่นคงแห่งชาติ (สมช.) จึงควรให้ความสำคัญกับประเด็นขยะอวกาศที่เป็นประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เกี่ยวข้องกับอำนาจอธิปไตย ความมั่นคงแห่งรัฐ และบทบาทของประเทศในเวทีระหว่างประเทศ โดยการกำหนดนโยบายที่จะช่วยให้ประเทศมีจุดยืน (strategic posture) ที่ชัดเจนในเวทีโลก สามารถกำหนดกรอบความร่วมมือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านอวกาศ และกลไกป้องกันความเสี่ยง ทั้งนี้ สนับสนุนและผลักดันการจัดตั้งระบบ SSA (Space Situational Awareness) ภายในประเทศ ระบบที่ใช้สำหรับตรวจจับ ติดตาม และวิเคราะห์วัตถุในอวกาศ รวมถึงดาวเทียมขยะอวกาศ และภัยคุกคามจากวัตถุที่อาจชนกับระบบดาวเทียมของประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาข้อมูลจากต่างประเทศ และเสริมศักยภาพในการป้องกันเชิงรุก ปัจจุบันประเทศไทยยังต้องพึ่งพาข้อมูลจากต่างประเทศ เกิดข้อจำกัดด้านเวลา ความแม่นยำรวมถึงส่งผลกระทบต่อความมั่นคงหากเกิดเหตุการณ์ทางภูมิรัฐศาสตร์ที่ทำให้ข้อมูลถูกจำกัด

ประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยีดาวเทียมมาใช้ประโยชน์เป็นเวลากว่า 40 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการสำรวจโลก เพื่อสนับสนุนภารกิจต่าง ๆ อาทิ การเกษตร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการติดตามสถานการณ์ภัยพิบัติ ตลอดจนการพัฒนาดาวเทียมสื่อสาร เพื่อรองรับความต้องการด้านข้อมูลและการสื่อสารของประเทศ

ในระยะแรก ประเทศไทยเริ่มต้นจากการรับภาพถ่ายจากดาวเทียมของต่างประเทศเพื่อนำมาใช้ในการแปลผลและตีความข้อมูลด้านการสำรวจ ต่อมาปี พ.ศ. 2525 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติได้ดำเนินการก่อสร้างสถานีรับสัญญาณดาวเทียมสำรวจโลกแห่งแรกของประเทศขึ้น ณ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียม LANDSAT ของสหรัฐอเมริกา โดยนับเป็นสถานีรับสัญญาณแห่งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้งนี้ สถานีดังกล่าวได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้สามารถรองรับการรับสัญญาณจากดาวเทียมของประเทศต่าง ๆ อาทิ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น อินเดีย และแคนาดา

ก้าวสำคัญ ของ ประเทศไทย ในด้านเทคโนโลยีอวกาศเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2541 เมื่อประเทศไทยได้ส่งดาวเทียมดวงแรกของชาติขึ้นสู่วงโคจรภายใต้ชื่อ ไทยพัฒน์ (Thai Paht) ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจขนาดเล็ก (Microsatellite) น้ำหนักประมาณ 50 กิโลกรัม โดยความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยมหานคร และบริษัท Surrey Satellite Technology Ltd. (SSTL) จากสหราชอาณาจักร

ต่อมาในปี พ.ศ. 2547 กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ได้ลงนามในสัญญากับบริษัท EADS ASTRIUM ประเทศฝรั่งเศส เพื่อดำเนินการพัฒนาดาวเทียมไทยโชต (THEOS-1) ภายใต้โครงการระบบดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศไทย (Thailand Earth Observation System: THEOS) ซึ่งเป็นโครงการในรูปแบบการค้าต่างตอบแทน (Counter Trade) ร้อยละ 100 ภายใต้ข้อตกลงระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลฝรั่งเศส

ดาวเทียมไทยโชตเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรเชิงปฏิบัติการดวงแรกของประเทศไทย และภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยอยู่ในวงโคจรต่ำ (Low Earth Orbit: LEO) ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับดาวเทียมของประเทศต่าง ๆ ได้มากกว่า 20 ดวง โดยประเทศไทยสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมเหล่านั้นได้เองหรือผ่านข้อตกลงความร่วมมือด้านข้อมูลกับเจ้าของดาวเทียม การมีระบบดาวเทียมเป็นของตนเองทำให้ประเทศไทยสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในหลากหลายมิติ อาทิ การประเมินผลผลิตทางการเกษตร การติดตามสถานการณ์เพาะปลูก การเฝ้าระวังภัยพิบัติ ทั้งทางบกและทางทะเล การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และชายฝั่งทะเล รวมถึงการสนับสนุนภารกิจ ด้านความมั่นคง ทั้งยังส่งเสริมให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ



เช่น การพัฒนาอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ การพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมดาวเทียม โดยอาศัยความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและภาคเอกชน อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศผ่านการแลกเปลี่ยนข้อมูลและเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2560 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้ GISTDA ดำเนินการจัดทำโครงการ THEOS-2 เพื่อเป็นการพัฒนาระบบข้อมูลภูมิสารสนเทศอย่างต่อเนื่อง และในวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2561 คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติโครงการดังกล่าวอย่างเป็นทางการ โดยเป็นความร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลฝรั่งเศส เพื่อจัดหาดาวเทียมและพัฒนาระบบ

ภูมิสารสนเทศขึ้นมาทดแทนดาวเทียม THEOS-1 ที่ใกล้หมดอายุการใช้งาน ทั้งนี้ ดาวเทียม THEOS-2 เป็นดาวเทียมในวงโคจรไม่ประจำที่ (Non-Geostationary Earth Orbit: NGSO) ซึ่งมีระบบการควบคุมที่ไม่ซับซ้อนเท่ากับดาวเทียมสื่อสารในวงโคจรประจำที่ (Geostationary Orbit: GEO) นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2554 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้จัดตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียมขึ้น ภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศไทยกับประเทศจีน โดยรับสัญญาณจากดาวเทียม HJ-1A และ HJ-1B ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Small Multi-Mission Satellite (SMMS) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิจัย การเกษตร และการติดตามสถานการณ์ภัยพิบัติ

03

การใช้อวกาศเป็นพื้นที่ใหม่ของการแข่งขันทางภูมิรัฐศาสตร์ผ่านขยะอวกาศ

3.1 ประเทศมหาอำนาจใช้ขยะอวกาศเป็นเครื่องมือทางยุทธศาสตร์

ตัวอย่างที่สำคัญของการใช้ขยะอวกาศเป็นเครื่องมือทางยุทธศาสตร์ คือ การทดสอบขีปนาวุธต่อต้านดาวเทียม (ASAT) ของจีนในปี 2007 ซึ่งทำให้เกิดเศษขยะจำนวนมากในวงโคจรต่ำของโลก (Low Earth Orbit: LEO) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีดาวเทียมหลายประเทศใช้งาน ส่งผลให้เกิดเขตอันตรายที่ป้องกันไม่ให้ประเทศอื่น ๆ สามารถใช้งานอวกาศในพื้นที่นั้นได้อย่างปลอดภัย (Li, 2018) นอกจากนี้

เป็นการแสดงให้เห็นถึงพลังอำนาจที่ประเทศจีนมีในการควบคุมพื้นที่ในอวกาศ

แม้จะไม่ใช่การยึดครองแบบตรงไปตรงมาแต่เป็นการสร้าง

อุปสรรคทางเทคโนโลยีที่ยากจะหลีกเลี่ยงได้

การสร้างขยะอวกาศในลักษณะนี้สามารถมองได้ว่า

เป็นกลยุทธ์ในการปิดพื้นที่ (deny access)

ซึ่งจะทำให้คู่แข่งต้องเผชิญกับความยากลำบาก

ในการใช้งานอวกาศในบางพื้นที่หรือวงโคจร อีกทั้ง

ยังสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อภารกิจ

กิจกรรมทางอวกาศอื่น ๆ อาทิ ภารกิจสำรวจอวกาศ

ของประเทศต่าง ๆ การตรวจสอบและติดตาม

ภัยคุกคามจากอวกาศ หรือแม้กระทั่งการส่งดาวเทียม

ทางการทหาร ซึ่งการใช้กลยุทธ์นี้ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อ

ทางกายภาพ แต่ยังสามารถส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ทางการทูตและการเมืองระหว่างประเทศ (Morrison, 2020)



3.2 การควบคุมและการจัดการขยะอวกาศกลายเป็นองค์ประกอบในการเสริมอำนาจ

ประเทศที่สามารถควบคุมและติดตามขยะอวกาศได้อย่างมีประสิทธิภาพจะมีความได้เปรียบในการรักษาความมั่นคงของโครงสร้างพื้นฐานอวกาศของตน และในบางกรณีก็สามารถนำเสนอแนวทางหรือบริการให้กับประเทศอื่น ๆ ที่ประสบปัญหาด้านขยะอวกาศได้ ตัวอย่างที่เห็นชัดคือ สหรัฐอเมริกา ซึ่งมีระบบเครือข่ายการตรวจสอบและติดตามวัตถุในอวกาศ (Space Surveillance Network - SSN) ที่มีความครอบคลุมในการตรวจจับและติดตามขยะอวกาศในวงโคจรต่างๆ ของโลก (Space Policy Online, 2021) ระบบนี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้สหรัฐฯ ปกป้องดาวเทียมของตนจากขยะอวกาศ แต่ยังเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่สามารถให้ความช่วยเหลือแก่พันธมิตรในด้านการรักษาความปลอดภัยอวกาศนอกจากนี้ความสามารถในการกำจัดขยะอวกาศยังเป็นพื้นที่ใหม่ที่ประเทศต่างๆ กำลังพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงยุทธศาสตร์ เช่น การสนับสนุนการจัดการขยะให้กับประเทศอื่น ๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อการสร้างพันธมิตรในทางการทูตและการเมือง ยิ่งไปกว่านั้นการพัฒนาเทคโนโลยีในด้านการกำจัดขยะอวกาศโดยบริษัทเอกชน เช่น Astroscale (ญี่ปุ่น) และ ClearSpace (ยุโรป) ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลในหลายประเทศ อาจทำให้เกิดความได้เปรียบในตลาดอวกาศแห่งอนาคต โดยเฉพาะหากประเทศใดสามารถควบคุมตลาดการกำจัดขยะนี้ได้ ก็อาจสร้างอำนาจในการควบคุมการเข้าถึงอวกาศและการใช้งานในอนาคต (Li, 2020)

3.3 การใช้ขยะอวกาศเพื่อชะลอการเข้าถึงอวกาศของชาติอื่น

การสร้างขยะอวกาศในพื้นที่เฉพาะก็สามารถมองเป็นอีกกลยุทธ์ในการชะลอหรือจำกัดการเข้าถึงอวกาศของชาติอื่นๆ โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งยังไม่มีเทคโนโลยีหรือโครงสร้างรองรับในการรับมือกับปัญหาขยะอวกาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น ประเทศที่กำลังพัฒนาอาจต้องพึ่งพาความช่วยเหลือจากประเทศที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงในการติดตามขยะอวกาศ หากประเทศเหล่านั้นไม่สามารถลงทุนในเทคโนโลยีนี้ได้เอง จะทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงทรัพยากรทางอวกาศ โดยประเทศที่มีความสามารถในการจัดการขยะอวกาศได้จะสามารถป้องกันไม่ให้คู่แข่งในภูมิภาคหรือในเวทีโลกสามารถใช้งานอวกาศในเชิงพาณิชย์หรือการทหารได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้เกิดการพึ่งพิงทางเทคโนโลยีจากประเทศที่มีความชำนาญสูงในด้านนี้ (United Nations Office for Outer Space Affairs, 2019)

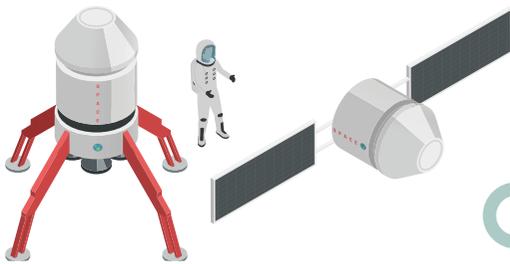


3.4 การแปรสภาพขยะอวกาศให้กลายเป็นเครื่องมือบีบบังคับทางการเมือง

ประเทศที่มีศักยภาพในการจัดการและกำจัดขยะอวกาศอาจใช้เป็นเครื่องมือทางการทูตในการบีบบังคับหรือเจรจาต่อรองกับประเทศอื่น ตัวอย่างเช่น การเสนอบริการกำจัดขยะอวกาศให้กับชาติที่มีปัญหาขยะในวงโคจร โดยอาจแลกเปลี่ยนกับผลประโยชน์ทางการทูตหรือทางเศรษฐกิจ เช่น การลงนามในข้อตกลงการค้าหรือการป้องกันประเทศร่วมกัน การเสนอแนวทางและเทคโนโลยีในการลดขยะอวกาศยังสามารถส่งเสริมภาพลักษณ์ของประเทศในฐานะผู้นำด้านความรับผิดชอบต่อในระดับโลก เช่น การส่งเสริมความยั่งยืนในกิจกรรมอวกาศ ซึ่งเป็นการสร้าง soft power ในระดับโลก (Kaufman, 2020) ประเทศที่สามารถควบคุมและลดขยะอวกาศได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงไม่เพียงได้เปรียบทางเทคโนโลยี แต่ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงการเป็นผู้นำในเวทีโลกได้อย่างชัดเจน

3.5 ผลกระทบต่อภูมิรัฐศาสตร์โลก

ขยะอวกาศจะยกระดับความตึงเครียดทางภูมิรัฐศาสตร์ โดยเฉพาะในกรณีที่มีการทดสอบอาวุธต่อต้านดาวเทียมหรือการชนกันของดาวเทียมทำให้เกิดขยะในวงโคจรที่มีความเสี่ยงสูงต่อดาวเทียมของประเทศอื่น ๆ ความเสียหายหรือการทำลายล้างของอุปกรณ์ทางอวกาศสามารถเป็นเหตุให้เกิดการปะทะทางการทูตหรือการตอบโต้ในระดับภูมิรัฐศาสตร์ และอาจเป็นตัวแปรใหม่ที่กำหนดเส้นแบ่งของอำนาจระหว่างประเทศในเวทีอวกาศ การสร้างและจัดการขยะอวกาศจึงกลายเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่สามารถกำหนดการเข้าถึงทรัพยากรและพื้นที่อวกาศระหว่างประเทศต่าง ๆ ได้



04

ภูมิรัฐศาสตร์อวกาศในศตวรรษที่ 21: พื้นที่ใหม่ของการแข่งขันอำนาจผ่าน Soft Power และ Hard Power

ในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา พื้นที่อวกาศได้แปรเปลี่ยนเป็น “สมรภูมิยุทธศาสตร์” ของการแข่งขันด้านอำนาจระหว่างประเทศมหาอำนาจ การแข่งขันนี้สะท้อนมิติเชิงภูมิรัฐศาสตร์ (geopolitics) ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของการใช้ Soft Power และ Hard Power ในการขยายอิทธิพลของรัฐผ่านการดำเนินนโยบายในอวกาศ

ในมิติเชิง Soft Power แนวคิดของ Joseph Nye (2004) ได้รับการนำมาใช้

ในการวิเคราะห์นโยบายอวกาศของประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกา ซึ่งใช้เทคโนโลยีอวกาศเป็นเครื่องมือทางการทูตและความร่วมมือระดับนานาชาติ ตัวอย่างที่ชัดเจนคือการแบ่งปันข้อมูลจากดาวเทียมตรวจอากาศ และระบบนำทางผ่านเครือข่าย Global Positioning System (GPS) ให้แก่ประเทศพันธมิตรและผู้ใช้งานพลเรือนทั่วโลก การดำเนินการดังกล่าวไม่เพียงแต่เสริมสร้างบทบาทของสหรัฐฯ ในฐานะผู้นำด้านเทคโนโลยี แต่ยังช่วยเสริมสร้างความไว้วางใจและภาพลักษณ์

5.1 ความเสี่ยงที่ดาวเทียมไทยจะได้รับความเสียหายจากขยะอวกาศ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่พึ่งพาการเข้าถึงเทคโนโลยีอวกาศโดยเฉพาะดาวเทียมอย่างมาก ในระดับประชาชนไทยพึ่งพาการเข้าถึงดาวเทียมอย่างมากในการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น เพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม เพื่อการนำทาง เพื่อการพยากรณ์อากาศ เพื่อการสำรวจทรัพยากร หรือเพื่อการคาดการณ์ภัยพิบัติ เป็นต้น (Satellites by Countries and Organizations, n.d.) ตัวอย่างสำคัญของการพึ่งพาการเข้าถึงดาวเทียมของไทย ได้แก่ โครงการอินเทอร์เน็ตหมู่บ้านของรัฐบาลไทยได้ขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงไปยังหมู่บ้านกว่า 75,000 แห่ง โดยดาวเทียมมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมต่อพื้นที่ห่างไกลที่ขาดบริการภาคพื้นดิน (Frackiewicz, 2025)

การพึ่งพิงเทคโนโลยีอวกาศที่เพิ่มขึ้นเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและบริการสาธารณะทำให้ประเทศไทยมีความเปราะบางเชิงระบบต่อภัยคุกคามจากขยะอวกาศ การสูญเสียหรือความเสียหายต่อดาวเทียมที่ไทยใช้งานจะไม่ใช่แค่การสูญเสียสินทรัพย์ที่มีมูลค่าสูง แต่อาจส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจหรือความสงบเรียบร้อยของสังคมอันเป็นองค์ประกอบสำคัญของความมั่นคงแห่งชาติ

เพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงดังกล่าว สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency) หรือ GISTDA ได้พัฒนาระบบการจัดการจราจรในอวกาศชื่อว่า “ZIRCON” ขึ้นมา เพื่อคัดกรองวัตถุในวงโคจรทั้งหมดที่สามารถติดตามได้ และให้ข้อมูลการวิเคราะห์ที่จำเป็น เช่น ระยะห่างที่ใกล้ที่สุด (miss distance), เวลาเข้าใกล้ที่สุด (Time of Close Approach - TCA), และความน่าจะเป็นของการชน เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและวางแผนการหลบหลีกการชนสำหรับผู้ประกอบการดาวเทียม (Space Affairs Promotion and Services Center, n.d.)

ทั้งนี้ แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยจะมีความสามารถในการบริหารจัดการความเสี่ยงการชนผ่านระบบ ZIRCON แต่การพึ่งพาการหลบหลีกการชนเพียงอย่างเดียวไม่อาจตอบโจทย์ความมั่นคงทางอวกาศของไทยได้ในระยะยาว เนื่องจากการหลบหลีกการชนแต่ละครั้งต้องใช้เชื้อเพลิงที่มีจำกัดของดาวเทียม ส่งผลต่ออายุการใช้งานดาวเทียม และนับเป็นการเพิ่มต้นทุนการดำเนินงานของดาวเทียม นอกจากนี้ เมื่อจำนวนขยะอวกาศและกลุ่มดาวเทียมใหม่มีจำนวนเพิ่มขึ้นย่อมนำไปสู่ความถี่ของการต้องหลบหลีกการชนที่มากขึ้น ดังนั้นการสนับสนุนกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาจากขยะอวกาศที่เพิ่มขึ้น เช่น การป้องกันการสร้างขยะใหม่ (Mitigation) และการกำจัดขยะที่มีอยู่ (Remediation) จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อรักษาความมั่นคงแห่งชาติและผลประโยชน์แห่งชาติด้านอวกาศของไทยได้ในระยะยาว

5.2 ภาวะกลืนไม่เข้าคายไม่ออก (Dilemma) ในการกำจัดขยะอวกาศ แม้ว่า

ในปัจจุบัน ความพยายามหลักในการแก้ไขปัญหาขยะอวกาศจะเน้นไปที่การป้องกันการเกิดขยะอวกาศ เช่น แผนการปลดระวางดาวเทียมเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน หรือการออกแบบดาวเทียมที่ยั่งยืน เป็นต้น แต่มาตรการเหล่านี้ไม่เพียงพอที่จะจัดการกับปริมาณขยะจำนวนมากที่มีอยู่ในวงโคจร การกำจัดขยะอวกาศเชิงรุก (Active Debris Removal - ADR) จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นอีกหนึ่งมาตรการสำคัญในการแก้ไขปัญหาขยะอวกาศ

อย่างไรก็ตาม ข้อกังวลสำคัญเกี่ยวกับขีดความสามารถในการทำ ADR โดยเฉพาะในห้วงประเทศมหาอำนาจ คือลักษณะ “วัตถุประสงค์สองทาง” (Dual-Purpose) ของเทคโนโลยีการกำจัดขยะอวกาศ (Altaf, 2025) กล่าวคือ เทคโนโลยีดังกล่าวอาจถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่ไม่เป็นอันตรายอย่างการกำจัดขยะอวกาศ แต่สามารถนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่ก้าวร้าวได้ เช่น การทำลายวัตถุอวกาศอื่น ๆ เป็นต้น (Alvarez-Aragones, 2024) ตัวอย่างของข้อกังวลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการกำจัดขยะอวกาศ ได้แก่ เทคโนโลยีฉมวก (Harpoon Technology) เพื่อจับและยึดชิ้นส่วนขยะขนาดใหญ่ โดยเมื่อสามารถจับได้แล้วสามารถปลดระวางขยะอย่างปลอดภัยหรือจัดตำแหน่งใหม่เพื่อลดความเสี่ยงในการชน (Atherton, 2019) ซึ่งความสามารถลักษณะนี้อาจถูกนำไปใช้เพื่อถล่มแก๊งค์ ทำลายหรือจับดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ของประเทศอื่นได้ หรืออาจใช้วิธีการเลเซอร์ (Laser Ablation) จากภาคพื้นดินหรือบนอวกาศเพื่อเปลี่ยนวิถีโคจรของชิ้นส่วนขยะขนาดเล็กเข้าสู่วงโคจรที่ต่ำลงและเผาไหม้ในชั้นบรรยากาศของโลก เพื่อสร้างความเสียหายให้กับดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ของประเทศอื่นได้เช่นกัน (Martinez, 2023) ด้วยลักษณะความท้าทายที่นำเสนอมา จึงอาจกล่าวได้ว่าไม่มีประเทศใดประเทศหนึ่งสามารถจัดการกับความท้าทายจากขยะอวกาศได้อย่างมีประสิทธิภาพได้เพียงลำพังโดยไม่เสี่ยงที่จะทำให้เกิดภาวะกลืนไม่เข้าคายไม่ออกด้านความมั่นคงรุนแรงขึ้น

06

กรอบความร่วมมือระหว่างประเทศภายใต้กรอบสหประชาชาติ

ความร่วมมือระหว่างประเทศภายใต้กรอบสหประชาชาติ เป็นหนึ่งในเวทีสำคัญในการกำหนดอนาคตของการกำหนดกฎเกณฑ์และบรรทัดฐานของรัฐในการใช้ประโยชน์จากอวกาศ รวมถึงในประเด็นการจัดการกับขยะอวกาศอย่างปลอดภัยและยั่งยืน แต่อย่างไรก็ตาม ความร่วมมือดังกล่าวยังต้องเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญอย่างน้อยสองประการ ได้แก่ การขาดอำนาจในการบังคับใช้แนวปฏิบัติของสหประชาชาติ และการแบ่งขั้วในการจัดการความมั่นคงทางอวกาศภายใต้กรอบสหประชาชาติ

ในประเด็นการขาดอำนาจในการบังคับใช้แนวปฏิบัติของสหประชาชาติ พบว่าแม้สำนักกิจการอวกาศแห่งองค์การสหประชาชาติ (United Nations Office for Outer Space Affairs: UNOOSA) จะได้จัดทำ “แนวทางปฏิบัติเรื่องการบรรเทาขยะอวกาศของสหประชาชาติ” (UN Space Debris Mitigation Guidelines) แต่เอกสารดังกล่าวเป็นเพียงแนวปฏิบัติที่ต้องอาศัยความสมัครใจของรัฐและไม่มีผลผูกพันทางกฎหมาย



ในส่วนของการแบ่งขั้วในการจัดการความมั่นคงทางอวกาศภายใต้กรอบสหประชาชาติ เริ่มปรากฏขึ้นอย่างชัดเจนในห้วงปี พ.ศ. 2565 - 2566 ที่สหประชาชาติมีการประชุมคณะทำงานเพื่อหารือในประเด็นความมั่นคงทางอวกาศแบ่งออกเป็น 2 คณะ ดังนี้

การประชุมคณะทำงานแรก คือ Open-ended Working Group on Reducing Space Threats (2022-2023) ซึ่งมุ่งเน้นการกำหนดบรรทัดฐาน กฎเกณฑ์ และหลักการของพฤติกรรมที่มีความรับผิดชอบที่ไม่ผูกพันทางกฎหมายเพื่อลดภัยคุกคามที่เกิดจากพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ โดยได้รับการสนับสนุนจากกลุ่มประเทศตะวันตก เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย แคนาดา และสหราชอาณาจักร โดยกลุ่มประเทศดังกล่าวเห็นว่าการสร้างบรรทัดฐาน กฎเกณฑ์ และหลักการของพฤติกรรมที่มีความรับผิดชอบ เป็นแนวทางที่เหมาะสมกว่าการพยายามร่างสนธิสัญญาใหม่เพื่อจำกัดการใช้เทคโนโลยีโดยเด็ดขาด ซึ่งเป็นเรื่องยากเนื่องจากความซับซ้อนของลักษณะวัตถุประสงค์ของเทคโนโลยีอวกาศ

การประชุมคณะทำงานที่สอง คือ Group of Governmental Experts (GGE) on further practical measures for the prevention of an arms race in outer space (2023-2024) ซึ่งมุ่งเน้นในการผลักดันให้มีกฎหมายที่มีผลผูกพันเพื่อจำกัดการใช้อาวุธและการใช้กำลังในอวกาศ โดยได้รับการสนับสนุนจากรัสเซียและจีนที่มองว่าการป้องกันการแข่งขันสะสมอาวุธในอวกาศอย่างแท้จริงจะต้องอาศัยสนธิสัญญาที่มีผลผูกพันทางกฎหมายที่ประชุมสมัชชาใหญ่แห่งสหประชาชาติได้ตระหนักถึงข้อจำกัดของการแบ่งแยกในการแก้ไขปัญหาความมั่นคงในอวกาศ จึงได้มีมติที่ 79/512 ให้จัดตั้งกรอบการประชุมคณะทำงาน Open-ended Working Group on the Prevention of an Arms Race in Outer Space (OEWG on PAROS) ขึ้นมาใหม่ โดยมีอาณัติระหว่างปี พ.ศ. 2567-2572 เพื่อเป็นเวทีในการบูรณาการแนวทางทั้งสองเข้าไว้ด้วยกัน และนำไปสู่ “การป้องกันการแข่งขันสะสมอาวุธในอวกาศในทุกมิติ”



อย่างไรก็ตามการแบ่งขั้วระหว่างประเทศ หรือกำหนดแผนการทำงานที่เป็นทางการได้ ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญของการประชุม OEWG on PAROS โดยพบว่าการประชุมรอบแรกในปี พ.ศ. 2568 รัฐสมาชิกยังไม่สามารถบรรลุฉันทมติ เกี่ยวกับวาระการประชุม (provisional agenda) เนื่องจากความไม่ลงรอยกันในการบรรจุประเด็น “บรรทัดฐานที่ไม่ผูกพัน (non-binding norms)” ไว้ในวาระการประชุมอย่างเป็นทางการ



07

ทางเลือกสำหรับไทย



สำหรับไทย ทางเลือกในการรักษาความมั่นคงแห่งชาติและผลประโยชน์แห่งชาติทางอวกาศ จึงขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ความร่วมมือระหว่างประเทศ โดยเฉพาะในแง่ของธรรมาภิบาลระหว่างประเทศเพื่อเสริมสร้างความไว้วางใจระหว่างรัฐในการพัฒนาขีดความสามารถในการกำจัดขยะอวกาศ และส่งเสริมความรู้ที่รับผิดชอบร่วมกันระหว่างรัฐ

เครื่องมือทางการทูตเป็นปัจจัยสำคัญที่ไทยอาจใช้เพื่อนำเสนอมุมมอง ผลประโยชน์ และข้อกังวลของไทยในฐานะประเทศกำลังพัฒนาที่อาจได้รับผลกระทบจากขยะอวกาศ ให้ประเทศอื่น ๆ ได้รับรู้ โดยไทยอาจใช้เวทีการทูต เช่น กรอบการประชุมคณะทำงาน OEWG on PAROS เพื่อรวมกลุ่มกับประเทศกำลังพัฒนาอื่น ๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และทั่วโลก เพื่อสร้างอำนาจต่อรองในการผลักดันกฎเกณฑ์ที่เป็นธรรมและโปร่งใสในการจัดการขยะอวกาศ

ในแง่ของมาตรการ ประเทศไทยอาจพิจารณาผลักดันในประเด็น “การสร้างความโปร่งใส และสร้างความไว้วางใจ” (Transparency and Confidence-Building Measures - TCBMs)

สำหรับกิจกรรมของรัฐในอวกาศ (Shakilyan, 2021) โดยสนับสนุนให้รัฐที่มีขีดความสามารถทางอวกาศเพิ่มความโปร่งใสในกิจการด้านอวกาศของตนเอง เช่น การแจ้งเตือนการปฏิบัติการ (Pre-launch Notification) การจัดตั้งและขยายการแบ่งปันข้อมูล Space Situational Awareness (SSA) และ Space Traffic Management (STM) ที่ดีขึ้น เป็นต้น โดยความร่วมมือในลักษณะนี้จะช่วยส่งเสริมความไว้วางใจในกิจการที่เกี่ยวข้องกับอวกาศระหว่างรัฐ และลดหรือขจัดสาเหตุของความไม่ไว้วางใจ การเข้าใจผิด และการคำนวณผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

08

สรุป



ปัญหาขยะอวกาศในปัจจุบันเป็นหนึ่งในความท้าทายสำคัญระดับโลกที่มีผลกระทบครอบคลุมทั้งด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และภูมิรัฐศาสตร์ โดยเฉพาะในแง่ของความมั่นคงทางอวกาศและการใช้ทรัพยากรอวกาศอย่างยั่งยืน การมีวัตถุเหลือใช้จำนวนมากในวงโคจร ไม่เพียงแต่คุกคามต่อดาวเทียมและภารกิจอวกาศที่กำลังปฏิบัติการเท่านั้น แต่ยังอาจสร้างผลกระทบเป็นวงกว้างต่อความมั่นคงของรัฐและเสถียรภาพของระบบเศรษฐกิจและสังคม

ในบริบทของประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่พึ่งพาการใช้ดาวเทียมอย่างมากในภารกิจด้านการสื่อสาร พยากรณ์อากาศ สำรวจทรัพยากร และการเตือนภัยพิบัติ การสูญเสียหรือความเสียหายของดาวเทียมอาจนำไปสู่ความเปราะบางเชิงระบบ ส่งผลต่อความมั่นคงแห่งชาติอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าไทยจะมีการพัฒนาเทคโนโลยีและระบบบริหารจัดการความเสี่ยงผ่านระบบ ZIRCON เพื่อวิเคราะห์และเตือนการชนจากขยะอวกาศ

แต่การพึ่งพาการหลบหลีกเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในระยะยาว โดยเฉพาะเมื่อปริมาณขยะอวกาศยังคงเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง

ในระดับนานาชาติ แม้จะมีความพยายามพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อกำจัดขยะและใช้กลไกกฎหมายระหว่างประเทศในการควบคุม แต่การขาดกลไกความร่วมมือที่แท้จริง รวมถึงปัญหาลักษณะ “วัตถุประสงค์สองทาง” (dual-use) ของเทคโนโลยีการกำจัดขยะที่อาจถูกใช้ในทางทหาร หรือการโจมตีวัตถุอวกาศของรัฐอื่นทำให้ประเด็นนี้มีความละเอียดอ่อนทางด้านความมั่นคงและภูมิรัฐศาสตร์สูง

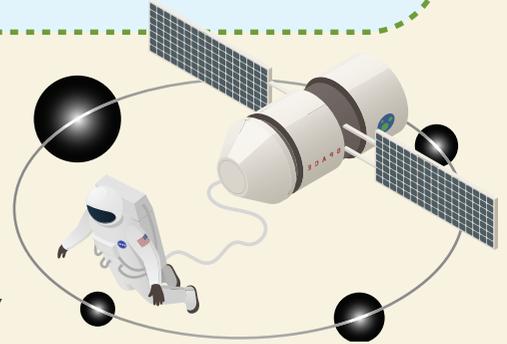
สำหรับประเทศไทย แนวทางในการรักษาความมั่นคงและผลประโยชน์แห่งชาติ ในมิติอวกาศควรยึดหลักของการสนับสนุนธรรมาภิบาลระหว่างประเทศ (global governance) โดยเน้นความร่วมมือเพื่อเสริมสร้างความโปร่งใส ความไว้วางใจ และความรับผิดชอบร่วมกันของรัฐที่มีศักยภาพทางอวกาศ นอกจากนี้ ไทยควรใช้

เครื่องมือทางการทูตในการผลักดันให้เกิดกรอบกฎเกณฑ์ระหว่างประเทศที่เป็นธรรมและสะท้อนข้อกังวลของประเทศกำลังพัฒนาในระดับภายในประเทศ รัฐควรปรับปรุงนโยบายให้ครอบคลุมถึงการส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศที่ปลอดภัยและยั่งยืน รวมถึงสนับสนุนการมีส่วนร่วมของไทยในเวทีระหว่างประเทศ เพื่อให้สามารถมีบทบาทในการกำหนดทิศทางและข้อตกลงเกี่ยวกับการจัดการขยะอวกาศร่วมกับประชาคมโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพและจัดเป็นประเด็นด้านความมั่นคงระหว่างประเทศที่ไทยต้องเตรียมพร้อมรับมือ ผ่านการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ ควบคู่กับการเสริมสร้างบทบาทของตนในระดับโลกอย่างรอบด้าน

Bibliography



- Li, M. (2018). China's anti-satellite test: Implications for space security and arms control. *Journal of Strategic Studies*, 41(4), 522–543. <https://doi.org/10.1080/01402390.2017.1413555>
- Kaufman, M. (2020). Space and power: The emerging geopolitics of orbital debris. *Global Politics Review*, 6(1), 34–52.
- Morrison, D. (2020). The space debris dilemma: Risks, responsibility, and strategic manipulation in outer space. *Space Policy*, 54, 101390. <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2020.101390>
- United Nations Office for Outer Space Affairs. (2019). Space debris mitigation guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. UNOOSA. https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2010/stspace/stspace49_0_html/st_space_49E.pdf
- Space Policy Online. (2021). U.S. Space Surveillance Network (SSN) and tracking orbital debris. Retrieved from <https://spacepolicyonline.com>
- Wright, D. (2007). Space debris and anti-satellite weapons. *Scientific American*, 296(5), 38–45. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0507-38>
- Weeden, B. (2012). Billiards in space: The challenge of orbital debris. *The Space Review*. Retrieved from <https://www.thespacereview.com/article/1980/1>
- Nye, J. S. (1990). Bound to lead: The changing nature of American power. Basic Books.
- Nye, J. S. (2004). Soft power: The means to success in world politics. PublicAffairs.
- Selding, P. B. de. (2022). Starlink's role in Ukraine shifts geopolitics of satellite internet. *SpaceNews*. Retrieved from <https://spacenews.com>





Weeden, B., & Samson, V. (2022). Global counterspace capabilities: An open source assessment. Secure World Foundation. Retrieved from <https://swfound.org>

Li, X. (2018). China's Anti-Satellite Test and Its Implications on Space Security. *International Security*, 44(1), 106-140.

Morrison, J. (2020). The Space Race Revisited: Geopolitical Impacts of Space Debris. *Journal of Space Policy*, 45(3), 215-229.

Space Policy Online. (2021). US Space Surveillance Network and its Role in Global Security. Retrieved from <https://www.spacepolicyonline.com>

United Nations Office for Outer Space Affairs. (2019). Space Debris Mitigation Guidelines. Retrieved from <https://www.unoosa.org>

Kaufman, R. (2020). Space and Soft Power: How Space Diplomacy is Changing Global Relations. *Journal of Global Politics*, 52(2), 187-202.

European Space Agency (ESA). (2020). "Zero Debris by 2030". ESA website. Retrieved from <https://www.esa.int>

United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (2022). "Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS)". UNOOSA website. Retrieved from <https://www.unoosa.org>

Altaf, Z. (2025, April 9). As More Countries Enter Space, the Boundary Between Civilian and Military Enterprise is Blurring. *Dangerously*. Retrieved June 4, 2025, from <https://thebulletin.org/2025/04/as-more-countries-enter-space-the-boundary-between-civilian-and-military-enterprise-is-blurring-dangerously/>

Alvarez-Aragones, P. (2024, September 2). The New Arms Race in Dual-Use Technologies. Retrieved June 4, 2025, from <https://www.ie.edu/insights/articles/the-new-arms-race-in-dual-use-technologies/>

Atherton, K. D. (2019, February 16). Satellite Launches Harpoon to Catch Debris in Orbit. Retrieved June 4, 2025, from <https://www.c4isrnet.com/c2-comms/satellites/2019/02/15/satellite-launches-harpoon-to-catch-debris-in-orbit/>

Frackiewicz, M. (2025, April 12). Thailand's High-Speed Internet Revolution: 5G, Fiber, and the Battle to Bridge the Digital Divide. Retrieved June 4, 2025, from <https://ts2.tech/en/thailands-high-speed-internet-revolution-5g-fiber-and-the-battle-to-bridge-the-digital-divide/>

Martinez, P. (2023, October 30). Transparency and Confidence Building Measures for Outer Space Activities. Secure World Foundation. Retrieved June 4, 2025, from <https://www.swlaw.edu/sites/default/files/2022-03/Shakilyan%20%2827%20SW.%20J.%20Int%27%20L.%20410%29.pdf>

Satellites by Countries and Organizations. (n.d.). Thailand. Retrieved June 4, 2025, from <https://www.n2yo.com/satellites/?c=THAI&t=country>

Shakilyan, A. T. (2021). International Trash Pick-Up: The Need for a Neutral Orbital Debris Removal Organization. *Southwestern Journal of International Law*, 27, 410–431. Retrieved June 4, 2025, from https://swfound.org/media/207701/pp23_06_transparency-and-confidence-building-measures-for-outer-space-activities.pdf

Space Affairs Promotion and Services Center. (n.d.). Space traffic management: ZIRCON. Retrieved June 4, 2025, from <https://space.gistda.or.th/en/services/national-space-data-center-nsdc/space-traffic/>

United Nations. General Assembly. (2024). Open-ended Working Group on the Prevention of an Arms Race in Outer Space in all its Aspects (A/DEC/79/512). <https://igov.un.org/a/dec/79/512>

United Nations Office for Outer Space Affairs. (2010). Space Debris Mitigations Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (ST/SPACE/49). https://www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf

