บทที่ 1

สาระสำคัญเบื้องต้นและลักษณะทางกายภาพของดาวเทียม

1.1 วิวัฒนาการของดาวเทียมในกิจการอวกาศ

วิวัฒนาการของการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้จากอุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคมในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่อง อาจกล่าวได้ว่าแต่เดิมนั้นการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมจะใช้ระบบภาคพื้นดินเป็นหลัก โดยใช้สื่อ (transmission)[1] ที่เป็นสายเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวนำข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ไป[2] เช่น โทรเลข (telegraph) หรือโทรศัพท์ (telephone) ในยุคต้น ๆ แต่เนื่องจากปริมาณของความต้องการในการใช้บริการติดต่อสื่อสารได้เพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบของการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมภาคพื้นดินไม่สามารถที่จะสนองตอบต่อความต้องการดังกล่าวได้อย่างเพียงพอ มนุษย์จึงเริ่มหันมาคิดค้นหาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อทดแทนการส่งสัญญาณแบบดั้งเดิม วิธีการหนึ่งที่มนุษย์สามารถคิดค้นได้ก็คือ การส่งสัญญาณโดยใช้คลื่นวิทยุ (radio waves)* การส่งสัญญาณโดยใช้คลื่นวิทยุ (radio waves) นี้มีข้อดีกว่าการส่งสัญญาณภาคพื้นดินตรงที่ การส่งสัญญาณโดยใช้คลื่นวิทยุสามารถที่จะส่งข้อมูลหรือข่าวสารต่าง ๆ ให้ออกไปได้

---

[1] รายละเอียดที่เกี่ยวข้องโปรดดู นภาภรณ์ อัจฉริยะกุล, "สื่อสมัยใหม่กับการสื่อสารไทย," ใน เอกสารวันสื่อสารแห่งชาติ, 2529 หน้า 79-84 และ ไพรัช ธัชยพงษ์, "นโยบายสารสนเทศแห่งชาติ: ทิศทางและการดำเนินงาน (National IT Policy: Direction and Impremention)," เอกสารวันสื่อสารแห่งชาติ , 2536 หน้า 17-27

[2] จันทรลักษณ์ โชติรัตนดิลก, "สถานะทางกฎหมายของวงโคจรดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม," วารสารนิติศาสตร์ ปีที่ 18 ฉบับที่ 4 หน้า 59

* คลื่นวิทยุ (radio waves) หรือคลื่นแฮร์ทเซียน (Hertzian Wave) คือคลื่นที่มีลักษณะเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromanatice waves) ที่มีความถี่ต่ำกว่า 3000 GHz ที่สามารถแพร่กระจาย (propagate) ไปในอากาศ (space) โดยปราศจากตัวนำใด ๆ ที่ถูกทำขึ้น Article 1, Radio Regulations, (Edition of 1990 Revised in 1994), Geneva 1994, International Telecommunication Union (ITU), Radio Waves or Hertzian Waves: Electromagnatic waves of frequencies arbitrarily lower than 3000 GHz, propagated in space without artificial guide

พอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไกล ๆ โดยที่เราไม่ต้องลงทุนติดตั้งเสาหรือลากสายสัญญาณไปยังจุดต่าง ๆ ตามที่ต้องการ ด้วยข้อดีดังกล่าวจึงทำให้มนุษย์เริ่มหันมาใช้คลื่นวิทยุเป็นสื่อ (transmission) แทนการใช้สายนำสัญญาณแบบดั้งเดิมกันมากยิ่งขึ้น จนในที่สุดการใช้คลื่นวิทยุก็ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากอุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคมในปัจจุบันที่หันหาใช้คลื่นวิทยุเป็นสื่อมากยิ่งขึ้นเช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือวิทยุติดตามตัวในปัจจุบัน ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้เองที่ถือกันว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิวัติการสื่อสารโทรคมนาคม เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้การสื่อสารโทรคมนาคมในปัจจุบันสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

แต่อย่างไรก็ตาม การสื่อสารโทรคมนาคมโดยใช้คลื่นวิทยุนี้ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่บางประการตรงที่ คลื่นวิทยุที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารนั้นจะมีลักษณะของการแพร่กระจายแบบเป็นเส้นตรง ไม่สามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ได้ดี ดังนั้นลักษณะทางธรรมชาติเช่น ภูเขา ป่าไม้ และความโค้งของผิวโลกจึงเป็นอุปสรรคในการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุ ทำให้คลื่นวิทยุสามารถที่จะส่งออกไปได้เพียง 60-80 กิโลเมตรเท่านั้น ดังนั้นการที่จะถ่ายทอดสัญญาณคลื่นวิทยุเหล่านี้ให้ออกไปได้ไกล ๆ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการตั้งสถานีทวนสัญญาณ (repeator) เป็นระยะ ๆ ดังที่เรียกกันในปัจจุบันว่า การถ่ายทอดด้วยระบบไมโครเวฟ (Microwave) แต่อย่างไรก็ตามการถ่ายทอดด้วยระบบไมโครเวฟนี้ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่บางประการตรงที่การถ่ายทอดโดยใช้ระบบไมโครเวฟนั้น เราไม่สามารถที่จะตั้งสถานีถ่ายทอด (หรือทวน) สัญญาณได้ทุกหนทุกแห่งในโลกเช่น ในทะเล ในหุบเขาหรือในมหาสมุทร ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้การติดต่อสื่อสารโดยใช้คลื่นวิทยุมีข้อจำกัด เนื่องจากเราไม่สามารถที่จะทำได้ในลักษณะข้ามทวีปหรือทั่วโลก[3] ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นมาเหล่านี้มนุษย์จึงพยายามที่จะคิดค้นว่าจะทำอย่างไรเพื่อให้เราสามารถที่จะถ่ายทอดสัญญาณคลื่นวิทยุให้ออกไปได้ไกล ๆ โดยไม่ต้องพบกับอุปสรรคทางภาคพื้นดิน วิธีการหนึ่งที่มนุษย์คิดค้นได้ก็คือ เราจำเป็นที่จะต้องตั้งสถานีทวนสัญญาณ (Repeator) ขึ้นบนท้องฟ้าหรือในห้วงอวกาศ โดยให้สถานีทวนสัญญาณนั้นทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณจากภาคพื้นโลกแล้วสะท้อนหรือส่งสัญญาณนั้นกลับมายังภาคพื้นดิน ซึ่งถ้าหากเราสามารถที่จะทำได้เช่นนี้แล้วอุปสรรคทางธรรมชาติ เช่น ภูเขา ป่าไม้ หรือความโค้งของผิวโลกก็จะหมดไป ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้มนุษย์เริ่มคิดค้นหาวิธีการที่จะตั้งสถานี

---

[3] จันทรลักษณ์ โชติรัตนดิลก, "สถานะทางกฎหมายของวงโคจรดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม," หน้า 60-61 และ Marika Natasha Taishoff, State Responsibility and the Direct Broadcast Satellite, (Frances Printer (Publishers), London, New York, 1987), P.1-4

ทวนสัญญาณขึ้นในห้วงอวกาศ ซึ่งนั้นก็คือการคิดค้นที่จะสร้าง/ส่งดาวเทียม (satellite) ขึ้นไปบนอวกาศนั่นเอง[4]

จนในที่สุดเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 1957 สหภาพโซเวียต (รัสเซีย) ก็เป็นประเทศแรกที่สามารถส่งดาวเทียมขึ้นสู่ห้วงอวกาศได้ ดาวเทียมดังกล่าวมีชื่อว่า "SPUTNIK 1"[5] ดาวเทียม SPUTNIK 1 เป็นดาวเทียมที่โคจรในระดับต่ำ (Low Orbit Satellite)[6] ทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่เกี่ยวกับอุณหภูมิและความหนาแน่นของชั้นบรรยากาศของโลกกลับมายังสถานีภาคพื้นดินเพื่อทำการศึกษาวิจัย อาจกล่าวได้ว่าการส่งดาวเทียมของสหภาพโซเวียตในครั้งนี้ถือว่าเป็นก้าวแรกในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับห้วงอวกาศและถือว่าเป็นการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับดาวเทียมของมนุษย์ หลังจากที่สหภาพโซเวียตส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรในอวกาศแล้ว สหรัฐอเมริกาก็ส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรในห้วงอวกาศบ้าง ดาวเทียมของประเทศสหรัฐอเมริกาดวงนี้มีชื่อว่า EXPLORER 1 แต่อย่างไรก็ตามอาจกล่าวได้ว่าดาวเทียมทั้งหลายที่ส่งขึ้นไปในห้วงอวกาศในช่วงนี้ยังไม่ใช่ดาวเทียมที่ทำหน้าที่เป็นเสมือนสถานีทวนสัญญาณ (repeater) ในอวกาศ แต่ดาวเทียมเหล่านี้จะเป็นดาวเทียมเพื่อใช้ในการสำรวจชั้นบรรยากาศของโลกแทบทั้งสิ้น[7]

จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1958 ประเทศสหรัฐอเมริกาก็สามารถส่งดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมดวงแรกขึ้นสู่ห้วงอวกาศได้ ดาวเทียมดังกล่าวมีชื่อว่า SCORE ดาวเทียมดวงนี้สามารถรับสัญญาณเสียงจากสถานีภาคพื้นดินแล้วถ่ายทอดสัญญาณนั้นกลับมายังภาคพื้นโลก ซึ่งนับว่าเป็นการส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงผ่านดาวเทียมลงมายังพื้นโลกได้เป็นครั้งแรก แต่การพัฒนาทางด้านดาวเทียมที่เกี่ยวกับการสื่อสารโทรคมนาคมนั้นมาประสบความสำเร็จอย่างสูงในปี ค.ศ. 1962* เมื่อบริษัท AT&T ของประเทศสหรัฐอเมริกาสามารถที่จะส่งดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม

---

[4] Nicolas Mateesco Matte, Aerospace Law: Telecommunication Satellites, R.C.A.D.I. I-1980, P. 130-131

[5] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," เอกสารวันสื่อสารแห่งชาติ ,.2537 หน้า 164

[6] สุชาติ เผือกสกนธ์, "กว่าจะมาเป็น "ไทยคม" ดาวเทียมสื่อสารดวงแรกของไทย," เอกสารวันสื่อสารแห่งชาติ , 2536 หน้า 53

[7] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 165

* 10 July 1962

ดวงแรกขึ้นสู่ห้วงอวกาศได้ ดาวเทียมดังกล่าวมีชื่อว่า TELSTAR 1[8] ดาวเทียมดวงนี้ถูกส่งขึ้นไปโคจรในวงโคจรรอบโลก (แต่ก็ยังไม่ได้โคจรในวงโคจร Geostationary Orbit) โดยดาวเทียมดวงนี้ทำหน้าที่เป็นเสมือนสถานีถ่ายทอดหรือทวนสัญญาณลงมายังจุดต่าง ๆ บนภาคพื้นดิน ดังนั้นดาวเทียมดวงนี้จึงถือว่าเป็นดาวเทียมดวงแรกของโลกที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคม ดังจะเห็นได้จากดาวเทียมดวงดังกล่าวได้ส่งสัญญาณของรายการโทรทัศน์ลงมายังสถานีภาคพื้นดินด้วย หลังจากนั้นต่อมาอีก 2 ปี บริษัท COMSAT* ของประเทศสหรัฐอเมริกาก็สามารถส่งดาวเทียมสื่อสาร "เพื่อการพาณิชย์" ดวงแรกของโลกขึ้นสู่ห้วงอวกาศได้ ดาวเทียมดวงนี้มีชื่อว่า EARLY BIRD (หรือ INTELSAT 1) ซึ่งนอกจากดาวเทียมดวงดังกล่าวจะถือว่าเป็นดาวเทียมสื่อสารเพื่อการพาณิชย์ดวงแรกของโลกแล้ว ดาวเทียมดังกล่าวยังถือว่าเป็นดาวเทียมดวงแรกของโลกที่สามารถขึ้นไปโคจรในวงโคจร Geostationary Orbit ได้สำเร็จ นับตั้งแต่นั้นมามนุษย์ก็เริ่มเข้าสู่ยุคของการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมระบบดาวเทียม (Satellite Tele-communications) อย่างสมบูรณ์ ดังจะเห็นได้จาก

ในเดือนมกราคม 1964 สหรัฐอเมริกาส่งดาวเทียม RELAY II ขึ้นสู่ห้วงอวกาศเพื่อใช้ติดต่อกับประเทศในทวีปเอเชีย (ญี่ปุ่น)

ในเดือนสิงหาคม 1964 ประเทศสมาชิกสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) จำนวน 11 ประเทศ ได้ร่วมกันจัดตั้งองค์การโทรคมนาคมทางดาวเทียมระหว่างประเทศหรือ INTELSAT (International Telecommunications Satellite Organization) ขึ้น เพื่อควบคุมการดำเนินกิจกรรมทางด้านการโทรคมนาคมในห้วงอวกาศ[9]

อาจกล่าวได้ว่าการสื่อสารโทรคมนาคมระบบดาวเทียมมีข้อดีกว่าการสื่อสารโทรคมนาคมระบบภาคพื้นดินตรงที่

1. ดาวเทียม 1 ดวง สามารถที่จะส่งข้อมูลให้กับสถานีภาคพื้นดินมากกว่า 2 แห่งได้ในเวลาเดียวกัน (multiple access) และ

---

[8] กองแผนงาน กรมไปรษณีย์โทรเลข, "เหตุการณ์สำคัญในกิจการโทรคมนาคมของโลก," เอกสารวันสื่อสารแห่งชาติ 4 สิงหาคม 2529, หน้า 188

*Communications Satellite Corporation

[9] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 5

2. ในขณะที่การติดต่อสื่อสารมีปริมาณต่ำ ระบบของดาวเทียมก็ยังสามารถที่จะแบ่งช่องสัญญาณที่ไม่ใช้ติดต่อนั้นไปใช้ในการติดต่อในช่องสัญญาณอื่น ๆ ได้อีกด้วย (อันเป็นลักษณะของ allocable capacity)[10] ประกอบกับ

3. การติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมระบบดาวเทียมจะไม่ถูกรบกวนโดยอุปสรรคทางธรรมชาติเช่น ภูเขา ป่าไม้ และความโค้งของผิวโลก

ดังนั้นการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมระบบดาวเทียมจึงสร้างความสะดวกให้กับการติดต่อสื่อสารในระยะไกล ๆ จนทำให้การติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมระบบดาวเทียมได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการติดต่อสื่อสารด้วยรูปแบบดังกล่าวจะประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมากกว่าการใช้สายนำสัญญาณภาคพื้นดิน (Terrestial-Telecommunication)* (ในกรณีที่บริเวณนั้นมีความต้องการในการใช้บริการติดต่อสื่อสารสูง) จากข้อดีของการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมระบบดาวเทียมนี้เองที่ทำให้มนุษย์เริ่มหันมาพัฒนาและใช้ประโยชน์จากดาวเทียมรูปแบบต่าง ๆ กันอย่างจริงจัง เช่น

- ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม
- ดาวเทียมเพื่อการสำรวจ
- ดาวเทียมเพื่อการอุตุนิยมวิทยา
- ดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการทหาร
- ดาวเทียมเพื่อกิจการเดินเรือทางทะเล เป็นต้น

---

[10] จันทร์ลักษณ์ โชติรัตนดิลก, "สถานะทางกฎหมายวงโคจรดาวเทียมเพื่อสื่อสารโทรคมนาคม," วารสารนิติศาสตร์ ปีที่ 18 ฉบับที่ 4 หน้า 5

* ดาวเทียมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Satellite) หากจะยิงขึ้นสู่วงโคจรจะต้องดำเนินการตามมาตรา 11 ของกฎข้อบังคับวิทยุ สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการประสานงานความถี่วิทยุ (Frequency Coordination) เสียก่อน รายละเอียดโปรดดู ธนู เศวตศรีถวัลย์, "การประสานงานความถี่ดาวเทียม", เอกสารวันสื่อสารแห่งชาติ, 4 สิงหาคม 2537 หน้า 145-151

1.1.1 ความหมายของดาวเทียม

International Telecommunication Union (ITU) หรือสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศได้ให้คำจำกัดความคำว่า "ดาวเทียม" หรือ "Satellite" ไว้ในมาตรา 1 (Article 1)[11] ของกฎข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulations) ว่า

"ดาวเทียม" คือ "วัตถุ (body) ที่หมุน (revolves) รอบวัตถุอื่นซึ่งมีมวล (mass) มากกว่า และการเคลื่อนตัวของวัตถุดังกล่าวถูกกำหนดอย่างสำคัญขั้นแรก (primarily) และอย่างถาวร (permanently) โดยแรงดึงดูดของวัตถุอื่นที่มีมวลมากกว่าดังกล่าว" (Satellite: A body which revolves around another body of preponderant mass and which has a motion primarily and permanently determined by the force of attraction of that other body.)[12] หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ "ดาวเทียม" หมายถึง วัตถุที่ถูกส่งขึ้นไปลอยเคลื่อนที่รอบโลก (หรือรอบวัตถุอื่น)โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก(หรือของวัตถุนั้น)เป็นสำคัญ"[13] ซึ่งเมื่อเราพิจารณาคำนิยามของคำว่า ดาวเทียม หรือ "satellite" ตามที่กำหนดไว้ในมาตรา 1 ของ Radio Regulation แล้วก็จะเห็นได้ว่า คำนิยามของคำว่า "ดาวเทียม" หรือ "Satellite" ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศนั้นสอดคล้องกับคำนิยามของคำว่า "Space Object" ตามร่าง Liability Convention[14] ที่เสนอโดยผู้แทนของประเทศ Hungary ที่ว่า "วัตถุโคจรในอวกาศ" (space object) เป็นวัตถุและเครื่องมือที่ถูกออกแบบมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะให้มันเคลื่อนตัวไปในอวกาศมากกว่าที่จะให้มันเคลื่อนตัวไปโดยมีแรงโต้หรือมีปฏิกิริยากับอากาศ (air)[15] ดังนั้นเราจึงสามารถที่จะกล่าวสรุปในเบื้องต้นได้ว่า "ดาวเทียม" หรือ "satellite" นั่นก็คือ "วัตถุโคจรในอวกาศ" หรือ "space object" นั่นเอง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเรากล่าวถึงคำว่า "วัตถุโคจรในอวกาศ" หรือ "space object" แล้ว เรายังสามารถ

---

[11] โปรดดู Article 1, Section VIII Technical Terms Relating to Space, Radio Regulations, Edition of 1990 Revised in 1994, Geneva 1994, International Communications Union

[12] Article 1, Section VIII, Radio Regulations, Edition of 1990 Revised in 1994, Geneva 1994, International Communications Union

[13] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167

[14] Draft Liability Convention Article I

[15] Hungarian draft convention, Article I (3) "Space Object" as being and device "designed for movement in outerspace and sustained there otherwise than by the reaction of air; U.N. Doc. A/AC. 105/C.2/L.10

ที่จะหมายถึง จรวดสำหรับการส่ง (launching rockets) และห้องโดยสารเพื่อการบรรทุก (payloads) ซึ่งรวมทั้งดาวเทียม (satellites), สถานีอวกาศ (space stations)* , ยานอวกาศ (space ships/spacecraft)** วัตถุสำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific probes), ห้องปฏิบัติการในวงโคจร (orbital laboratories) และวัตถุอื่น ๆ ที่มีลักษณะหรือมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่คล้ายคลึงกันอีกด้วย[16]

โดยทั่วไปแล้วดาวเทียม (satellite) จะโคจรรอบโลกหรือรอบดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ (around the planet) เป็นสำคัญ โดยมีระยะเวลาในการโคจรในวงโคจรครบ 1 รอบ เรียกว่า period[17] ซึ่งระยะเวลาในการโคจรจะกินเวลานานเท่าใดนั้นจะขึ้นอยู่กับความสูงของวงโคจรกับพื้นโลกและความเร็วที่ใช้ในการโคจรเป็นสำคัญ (ซึ่งโดยปกติแล้วจะคำนวนจากระยะห่างระหว่างวัตถุโคจรในอวกาศกับจุดศูนย์กลางของโลก (earth's center)) ดังนั้นจึงอาจที่จะกล่าวได้ว่าวัตถุโคจรในอวกาศที่อยู่ใกล้โลกมากกว่าจะใช้เวลาในการโคจรน้อยกว่าวัตถุโคจรในอวกาศที่อยู่ไกลออกไป (แต่ไม่เสมอไปในทุกกรณี)) ยกตัวอย่างเช่น พิกัดและระยะห่างของการโคจรระหว่างโลกกับดาวเทียมที่อยู่ระหว่าง 100 ถึง 200 ไมล์ (ประมาณ 220-440 กิโลเมตร) ดาวเทียมจะใช้เวลาในการโคจร (period) ประมาณ 1 ชั่วโมงครึ่ง หรือที่ระยะความสูงประมาณ 22,500 ไมล์ (จากจุดศูนย์กลางของโลก) หรือประมาณ 49,500 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะความสูงของวงโคจรดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม (Geostationary Orbit) ดาวเทียมจะใช้เวลาในการโคจรครบ 1 รอบ ประมาณ

---

* Space Station: A station located on an object which is beyond, is intended to go beyond, or has been beyond, the major portion of the Earth's atmosphere. (Article I, Section VIII, Radio Regulations, Edition of 1990 Revised in 1994, Geneva 1994

** Spacecraft: A man-made vehicle which is intended to go beyond the major portion of the Earth's atmosphere, (Article 1, Section VIII, Radio Regulations, Edition of 1990 Revised in 1994, Geneva 1994)

[16] John Cobb Cooper, "Liability for Space damage--The United Nations--The Rome Convention", The Proceeding of The Colloquium on the Law of Outer Space, 1965, P. 175

[17] Bruce A. Huwitz. The Legality of Space Militarization. The Hebrew University of Jerusalem Israel, North-Holland. Amsterdam. New York. Oxford. Tokyo, 1986, P. 82

24 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับ 1 วันพอดี[18] อันจะมีผลทำให้ดาวเทียมดวงนั้นลอยคงที่อยู่ในตำแหน่ง (position) เดียวกันตลอดเวลา[19]

Orbital movements of typical Satellite[20]

Approximate period of revolution around Earth (hrs)	Altitude of Orbit (km)	Passage over some point on Earth (per day)
24	35,870	Geostationary
12	20,240	1
8	13,940	2
6	10,390	3
3	4,190	7

โดยทั่วไปแล้วดาวเทียมจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ 1) spacecraft bus (หรือ platform) และ 2) payload[21] ส่วนที่เรียกว่า payload นั่นก็คือ ส่วนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติภาระหน้าที่ตามวัตถุประสงค์หลักของดาวเทียมดวงที่ถูกส่งขึ้นไปนั้น ๆ เช่น

กรณีของดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม ส่วนที่เป็น payload ก็คือ อุปกรณ์วิทยุสื่อสารที่ใช้ในดาวเทียมเพื่อการถ่ายทอดถึงกันระหว่างสถานีภาคพื้นดินต่าง ๆ หรือ

กรณีของดาวเทียมเพื่อดำเนินกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ส่วนที่เป็น payload ก็คือ อุปกรณ์ที่ปฏิบัติหน้าที่ในวัตถุประสงค์ทางด้านวิทยาศาสตร์ตามที่กำหนดให้สำหรับดาวเทียมดวงนั้น ๆ เช่น อุปกรณ์วัดความแรงของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เป็นต้น[22]

---

[18] Thomas Karas, The New High Ground: Strategies and Weapons of Space-Age War, (New York: Simon & Schuster. Inc., 1973), PP.69-70

[19] Marika Natasha Taishoff, State Responsibility and the Direct Broadcast Satellite, (Frances Pinter (Publishers), London, New York), 1987, PP.3-4

[20] J.E.S. Fawcett, Outer Space: New Challenges to Law and Policy, (Clarendon Press, Oxford, 1984), P.21

[21] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 182

[22] เรื่องเดียวกัน, หน้า 182

ส่วนที่เรียกว่า spacecraft ก็คือ ตัวโครงและส่วนประกอบต่าง ๆ ของดาวเทียมที่(ใช้ในการ)บรรทุกหรือบรรจุส่วนที่เป็น payload รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ที่สนับสนุนการทำงานของ payload และของตัวของดาวเทียมทั้งหมด เช่น อุปกรณ์รับและเก็บสะสมพลังงานเพื่อใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ของ payload และหน้าที่อื่น ๆ ของดาวเทียม รวมทั้งอุปกรณ์ขับเคลื่อนดาวเทียม เช่น มอเตอร์ต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของส่วนต่าง ๆ ในดาวเทียม เป็นต้น[23]

1.1.2 ประเภทของการใช้งานและรูปแบบต่าง ๆ ของดาวเทียม

ลักษณะและรูปแบบต่าง ๆ ของดาวเทียมจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานของดาวเทียมเป็นสำคัญ[24] ดังนั้นความแตกต่างของดาวเทียมแต่ละดวงจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ว่า เราจะนำดาวเทียมดวงนั้นไปใช้ประโยชน์อะไรและจะนำไปใช้ในวงโคจรไหน ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าวดาวเทียมแต่ละดวงจึงออกแบบมาให้มีความแตกต่างกัน บางดวงมีลักษณะที่สามารถจะหมุนรอบตัวเองได้ บางดวงมี 3 แกน บางดวงมีขนาดใหญ่ บางดวงมีขนาดเล็กแตกต่างกันไป แต่โดยปกติแล้วเราสามารถที่จะแบ่งประเภทของดาวเทียมได้ดังต่อไปนี้

1.1.2.1 ดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการพยากรณ์อากาศและเพื่อการอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Satellites)

ดาวเทียมเพื่อใช้ในการพยากรณ์อากาศและเพื่อการอุตุนิยมวิทยาถูกออกแบบมาเพื่อให้เอื้ออำนวยต่อการถ่ายภาพชั้นบรรยากาศของโลก และเพื่อตรวจการณ์ความผิดปกติของอากาศหรือลักษณะทางภายภาพของพื้นดิน ดังนั้นดาวเทียมประเภทนี้จึงจำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์การถ่ายภาพที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน เพื่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์สภาพของอากาศหรือสภาพของภูมิประเทศ อันที่จริงแล้วดาวเทียมเพื่อการพยากรณ์อากาศหรือดาวเทียมเพื่อใช้ในการอุตุนิยมวิทยานี้มนุษย์ได้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมานานแล้วก่อนดาวเทียมเพื่อใช้ในการสำรวจทรัพยากรณ์ธรรมชาติเสียอีก[25]

---

[23] เรื่องเดียวกัน, หน้า 182

[24] J.E.S. Fawcett, Outer Space: New Challenges to Law and Policy, (Clarendon Press, Oxford, 1984), P.21

[25] สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ, "กิจการอวกาศ แนวทางการพัฒนา และประโยชน์ที่ไทยจะได้รับ," เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเทคโนโลยีอวกาศ, ฐานรากเศรษฐกิจและสังคมไทยในอนาคต, 13 กันยายน 2536, หน้า 3

นอกจากดาวเทียมเพื่อใช้ในการพยากรณ์อากาศจะถูกนำไปใช้ในการศึกษาสภาพของภูมิประเทศและทำนายลมฟ้าอากาศแล้ว ดาวเทียมดังกล่าวยังเคยถูกนำมาใช้ในกิจการทหารเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในยามที่เกิดสงครามอีกด้วย[26]

สำหรับประเทศไทยนั้นใช้ดาวเทียมชื่อ GMS ที่โคจรอยู่กับที่ และดาวเทียม NOAA ที่โคจรอยู่ในแนวเหนือ - ใต้ (หรือโคจรอยู่ในวงโคจร Polar Orbit) เพื่อสำรวจและวิเคราะห์สภาพอากาศของประเทศไทย ซึ่งดาวเทียมดังกล่าวสามารถที่จะถ่ายภาพได้เป็นบริเวณกว้างประมาณ 2000 กิโลเมตร โดยจะถ่ายภาพวันละ 2 ครั้งที่ให้รายละเอียดสูงประมาณ 1 กิโลเมตร[27] โดยกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้านดาวเทียมจะใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดังกล่าวเพื่อการศึกษาลักษณะของความเปลี่ยนแปลงทางภูมิศาสตร์และพืชพรรณบนพื้นผิวโลก ส่วนกรมอุตุนิยมวิทยานั้นจะใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดวงดังกล่าวเพื่อการพยากรณ์อากาศ[28]

1.1.2.2 ดาวเทียมเพื่อใช้ในการสำรวจ (Geodetic Satellites)

ดาวเทียมเพื่อใช้ในการสำรวจเป็นดาวเทียมที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการสำรวจลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศที่เกี่ยวกับรูปร่างและเนื้อที่ของผิวโลก รวมทั้งลักษณะของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยปกติแล้วดาวเทียมดังกล่าวจะมีหน้าที่หลักก็คือ การถ่ายภาพลักษณะของความเปลี่ยนแปลงทางภาคพื้นดินและสำรวจแร่ธาตุต่าง ๆ ใต้พื้นผิวโลกเช่น การส่งคลื่นเพื่อสำรวจระยะไกลหรือการ Remote Sensing เป็นต้น[29]

ในปัจจุบันดาวเทียมดังกล่าวค่อนข้างจะมีความสำคัญ เนื่องจากดาวเทียมประเภทนี้สามารถที่จะถ่ายภาพแร่ธาตุใต้พื้นผิวโลกได้ ทำให้เราสามารถที่จะรู้ว่าจุดใดของโลกมีแร่ธาตุที่สำคัญ ๆ อยู่บ้าง ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการประกอบการลงทุนเช่น ถ้าประเทศอื่นใช้ดาวเทียมชนิดนี้ถ่ายภาพประเทศไทย ประเทศนั้นก็สามารถที่จะรู้ข้อมูลเกี่ยวกับแร่ธาตุใต้พื้นดิน

---

[26] Thomas Karas, The New High Ground: Strategies and Weapons of Space-Age War, (New York: Simon & Schuster, Ind., 1973, P. 144 Quoted by B.A. Hurwitz, The Legality of Space Militarization, P. 89.

[27] ทำให้ดาวเทียมดังกล่าวที่สามารถที่จะถ่ายภาพที่มีรายละเอียดค่อนข้างสูง ดู สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ, "กิจการอวกาศ แนวทางการพัฒนา และประโยชน์ที่ไทยจะได้รับ," หน้า 3

[28] สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ, "กิจการอวกาศ แนวทางการพัฒนาและประโยชน์ที่ไทยจะได้รับ," หน้า 2

[29] B.A. Hurwitz, The Legality of Space Militarization, P.86

ของประเทศไทยแล้วขอเข้ามาลงทุนในบริเวณนั้น ทำให้ประเทศไทยค่อนข้างที่จะเสียเปรียบ จะเห็นได้ว่าการเฝ้าสังเกตุการณ์จากห้วงอวกาศจำเป็นขึ้นทุกขณะ ซึ่งเทคโนโลยีและวิทยาการในอนาคตยังสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับดาวเทียมประเภทนี้ได้อีกมาก

1.1.2.3 ดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการทหาร (Reconnaissance or Spy Satellites)

ดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการทหารจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการถ่ายภาพพื้นผิวโลกในระยะไกลหรือสอดแนม (Photographic Reconnaissance Satellites) ในบริเวณที่เราไม่สามารถจะถ่ายภาพจากเครื่องบินได้ ดังนั้นดาวเทียมดังกล่าวจึงมีอุปกรณ์การถ่ายภาพที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและมีอุปกรณ์พิเศษมากมาย เช่น จานเรดาร์ (radar) หรือเครื่อง Scanner* เป็นต้น ดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการทหารนี้[30] มักจะเป็นดาวเทียมที่ใช้เทคโนโลยีในการผลิตค่อนข้างสูงจึงทำให้มีราคาค่อนข้างแพง โดยทั่วไปแล้วดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการทหารสามารถที่จะถ่ายภาพได้ถึง 1000 ตารางกิโลเมตรโดยใช้ฟิลม์เพียงภาพเดียว (single frame) เท่านั้น[31]

โดยปกติแล้วดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการทหารนี้มักจะโคจรอยู่ในวงโคจรสองระดับคือ ดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรระดับสูง (high altitude satellites) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถ่ายภาพที่มีลักษณะทั่ว ๆ ไป เช่น สถานที่ทางยุทธศาสตร์ ส่วนดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรระดับต่ำ (low altitude satellites) จะทำการถ่ายภาพที่ต้องการรายละเอียดค่อนข้างสูง[32] โดยปกติแล้วดาวเทียมที่ใช้ในกิจการทหารมักจะไม่มีการเปิดเผยรายละเอียดและข้อมูลอะไรมากนัก

1.1.2.4 ดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการสื่อสารโทรคมนาคม (Communication Satellite)

ดาวเทียมเพื่อใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคมนี้จะถูกออกแบบมาเพื่อให้บริการทางด้านการติดต่อสื่อสารเป็นหลัก ดังนั้นดาวเทียมประเภทนี้จึงมีขอบเขตในการให้บริการเฉพาะด้าน เช่น ด้าน

---

* Multispectoral Scanners

[30] โปรดดู J.E.S. Fawcett, Outer Space: New Challenges to Law and Policy, PP.106-114

[31] Sipri, Outer Space-Battlefield of the Future?, (London:Taylor and Francis Ltd)., 1978, P.12

[32] Sipri, Outer Space-Battlefield of the Future?, P.41

กิจการโทรศัพท์ (telephone conversation) โทรทัศน์ (television) และ/หรือวิทยุกระจายเสียง (Radio Broadcasts)[33] เป็นต้น ดังนั้นดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมจึงมักจะโคจรอยู่ในวงโคจรสถิตย์* โดยปกติแล้วการออกแบบดาวเทียมเพื่อการสื่อสารนี้จะคำนึงถึงวัตถุประสงค์เฉพาะทางเป็นสำคัญ เช่น จะออกแบบมาเพื่อการกระจายเสียงหรือส่งภาพเพียงอย่างเดียว หรือจะกระจายเสียงและส่งภาพในเวลาเดียวกันก็ได้ ซึ่งก็แล้วแต่ลักษณะของการออกแบบ(ดาวเทียม)เพื่อตอบสนองต่อการให้บริการเฉพาะอย่าง ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมมักจะเป็นดาวเทียมที่ทำกิจการในเชิงพาณิชย์เสียเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการสื่อสารโทรคมนาคมในปัจจุบันทำรายได้ที่ค่อนข้างสูง[34] ดาวเทียม "ไทยคม" ของประเทศไทยก็ถือว่าเป็นดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมด้วยเช่นกัน[35]

1.1.2.5 ดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการเดินเรือในมหาสมุทร (Navigation Satellites)

ดาวเทียมเพื่อใช้ในการเดินเรือเป็นดาวเทียมที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดหรือทวนสัญญาณ (repeator) สำหรับการรับส่งข่าวสารเพื่อประโยชน์ในด้านของการเดินเรือเป็นสำคัญ ดังนั้นตำแหน่งของดาวเทียม (satellite's position) เพื่อใช้ในกิจการเดินเรือนี้จึงเป็นหัวใจสำคัญที่จะต้องคำนวนให้สอดคล้องกับเวลาและมุมของการโคจรที่ถูกต้อง ยกตัวอย่างเช่น ระบบของดาวเทียมเพื่อใช้ในการเดินเรือทะเลของประเทศสหรัฐอเมริกา U.S. NAVSTAR Global Positioning System ดาวเทียมที่อยู่ภายใต้ระบบนี้จะประกอบด้วย ดาวเทียมจำนวน 18 ดวง ซึ่งโคจรอยู่ในวงโคจรที่ใช้เวลาในการโคจรครบหนึ่งรอบเท่ากับ 12 ชั่วโมง ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้เกิดการรับส่งสัญญาณที่สมบูรณ์แบบ ดาวเทียมทั้ง 18 ดวงนี้จะต้องถูกกำหนดให้โคจรในตำแหน่งที่มีความเที่ยงตรง (accurate) สูงด้วยความเร็วและเวลาที่เหมาะสม[36]

---

[33] Bruce A. Hurwitz, The Legality of Space Militarization, P.88

* Geostationary-Satellite Orbit: The orbit of a geosynchronous satellite whose circular and direct orbit lies in the plane of the Earth's equator. (Article I, Section VIII, Radio Regulations, Edition of 1990 Revised in 1994, Geneva 1994, International Communications Union

[34] Sipri, Outer Space-Battlefield of the Future?, P.12

[35] รายละเอียดที่เกี่ยวข้องโปรดดูในหัวข้อวงโคจรดาวเทียม

[36] Gerald M. Steinberg. The Militarization of Space, 14 Futures (1982), P.381 quoted by B.A. Hurwitz, The Legality of Space Militarization, P.87

โดยปกติแล้วดาวเทียมเพื่อการเดินเรือนี้จะถูกส่งขึ้นไปโดยองค์การ INMARSAT หรือ International Maritime Satellite Organization ซึ่งเป็นองค์การที่มีหน้าที่ดูแลเกี่ยวกับกิจกรรมการเดินเรือทะเล โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้บริการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมแก่เรือเดินทะเล แต่ในปัจจุบันได้ขยายขอบเขตของการให้บริการไปสู่ยานพาหนะบนบกและอากาศ ตลอดจนช่วยเหลือบรรเทาสาธารณภัยในกรณีฉุกเฉินด้วย ในปัจจุบัน INMARSAT มีดาวเทียมทั้งหมด 8 ดวง ที่มีขอบเขตของการให้บริการครอบคลุมทั่วทั้งโลก (ยกเว้นแถบขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ที่สัญญาณดาวเทียมไปไม่ถึง)[37] นอกจากดาวเทียมดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการเดินเรือแล้ว ดาวเทียมดังกล่าวยังถูกนำมาใช้เพื่อการสำรวจสภาพใต้ท้องทะเลและการสำรวจร่องน้ำลึกที่ใช้ในการเดินเรือด้วย

1.2 ลักษณะทั่วไปของวงโคจรดาวเทียม (Satellite Orbit)

ดังที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่าสิ่งสำคัญในการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมระบบดาวเทียมก็คือ หนึ่งเราจำเป็นที่จะต้องมีดาวเทียมลอยอยู่ในอวกาศเป็นอันดับแรก และสองยิ่งไปกว่านั้นดาวเทียมดวงนั้นจะต้องลอยอยู่ในตำแหน่งหรือ SLOT ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานด้วย นั่นก็คือ ดาวเทียมจะต้องโคจรเป็นวงกลมหรือวงรีรอบโลกเหนือบริเวณที่สะดวกในการใช้งานหรือติดต่อ (หรืออาจจะหมุนรอบตัวเองวิ่งรอบโลกก็ได้) โดยทั่วไปแล้ววงโคจรดาวเทียมจะมีอยู่หลายวงโคจรตามลักษณะของการใช้งานเป็นสำคัญเช่น วงโคจรดาวเทียมเพื่อใช้ในการสำรวจทางธรณีวิทยา วงโคจรดาวเทียมเพื่อใช้ในการพยากรณ์อากาศ วงโคจรดาวเทียมเพื่อใช้ในกิจการเดินเรือทะเล หรือวงโคจรดาวเทียมที่ใช้ประโยชน์อื่น ๆ เป็นต้น

1.2.1 ความหมายของวงโคจรดาวเทียม

สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า "วงโคจรดาวเทียม" หรือ "orbit" ไว้ในมาตรา 1 ของกฎข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulation)[38] ที่กำหนดขึ้นโดย ITU ว่า

"วงโคจรคือ เส้นทาง (path) การเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางของมวล (mass) ของตัว

---

[37] สมศักดิ์ สิริพัฒนากุล "INMARSAT", เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเทคโนโลยีอวกาศ. ฐานรากเศรษฐกิจและสังคมไทยในอนาคต, 13 กันยายน 2536, หน้า 1-6

[38] Article I, Section VIII, Radio Regulations, Edition of 1990 Revised in 1994, Geneva 1994, International Communications Union

ดาวเทียมหรือวัตถุอื่นในอวกาศ (space) โดยอาศัยแรงทางธรรมชาติ (natural forces) เป็นสำคัญขั้นแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแรงโน้มถ่วง (gravity) เป็นสำคัญ"[39] (Orbit: The path, relative to a specified frame of reference, described by the centre of mass of a satellite or other object in space subjected primarily to natural forces, mainly the force of gravity.)[40] หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า "วงโคจรดาวเทียมหมายถึง เส้นทางที่ดาวเทียมถูกส่งให้เข้าไปลอยเคลื่อนที่ (ในอวกาศโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลกเป็นสำคัญ)[41] แต่อย่างไรก็ตามเกี่ยวกับคำว่า "วงโคจร" หรือ "orbit" นี้ เอกสารที่เกี่ยวกับดาวเทียมของบริษัท เคเบิล แอนด์ ไวเลส ซึ่งเป็นบริษัทที่ดำเนินการในการให้บริการสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศอังกฤษได้ระบุถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการคำนึงถึงกฎของ Kapler's law[42] ด้วย กล่าวคือ เราจะต้องคำนึงด้วยว่า

1. พื้นราบ (หรือแนวระนาบ) ของวงโคจรดาวเทียมใด ๆ จะต้องแบ่งโลกออกได้เป็นสองซีกเท่า ๆ กัน

2. โลกจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งศูนย์กลางของวงโคจรนั้น ๆ[43]

จะเห็นได้ว่าคำจำกัดความของคำว่า "วงโคจร"(ดาวเทียม) ตามกฎข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulations) นั้นค่อนข้างที่จะเข้าใจยาก เนื่องจากเป็นภาษาทางด้านกฎข้อบังคับ จึงพยายามที่จะเขียนให้สั้นที่สุดแต่ครอบคลุมความหมายทั้งหมดเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นตามมาจากการโต้แย้งในภายหลัง[44] แต่อย่างไรก็ตามเราอาจที่จะเขียนคำจำกัดความของคำว่า "วงโคจรดาวเทียม" ในลักษณะที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย ๆได้ว่า "วงโคจรดาวเทียม" หมายถึง เส้นทางที่ดาวเทียมเคลื่อนที่

---

* ที่มีความสัมพันธ์กับแนว (frame) ที่ถูกกำหนดไว้

[39] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167 (ข้อความในวงเล็บเป็นของผู้วิจัย)

[40] Article I, Section VIII, Radio Regulations, Edition of 1990 Revised in 1994, Geneva 1994, International Communications Union

[41] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167

[42] Cable & Wireless Group, Handouts on "Satellite Communication", Mercury House, Cornwall, England, 1993 อ้างใน พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167

[43] Cable & Wireless Group, Handouts on "Satellite Communication", (Mercury House, Cornwall, England), 1993 อ้างใน พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167

[44] รายละเอียดที่เกี่ยวกับคำนิยามของ Technical Terms Relating to Space โปรดดู Radio Regulations, International Communication Union

รอบโลกโดยมีโลกเป็นศูนย์กลางและแนวระนาบของเส้นทางนี้จะต้องแบ่งโลกออกได้เป็นสองส่วนเท่าๆ กัน[45]

ยกตัวอย่างเช่นวงโคจรดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม (Geostationary Orbit) ก็คือบริเวณที่ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมโคจรในอวกาศ(รอบโลก)เป็นวงกลมในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา มีบริเวณพื้นที่ในการโคจรคล้ายรูปขนมโดนัทอยู่บริเวณเหนือเขตเส้นศูนย์สูตรของโลก[46] มีระยะห่างจากโลกประมาณ 35,786 กิโลเมตร (จากระดับน้ำทะเล) หรือมีรัศมีของการโคจรประมาณ 42,164 กิโลเมตรจากจุดศูนย์กลางของโลก ดาวเทียมดังกล่าวจะโคจรด้วยอัตราความเร็วเท่ากับอัตราความเร็วของโลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้ดูเหมือนว่าดาวเทียมดวงนั้นจะไม่เคลื่อนที่ไปไหน แต่จะลอยคงที่เหนือจุด ๆ หนึ่งบนพื้นผิวโลกในบริเวณนั้นตลอดเวลา* ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะทำให้สถานีรับ/ส่งสัญญาณภาคพื้นดินสามารถที่จะเล็งจานสายอากาศตรงไปยังดาวเทียมได้อย่างถูกต้อง อันจะทำให้ประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมสมบูรณ์ที่สุด ซึ่งจากการคำนวนในทางทฤษฎีพบว่าระดับเทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถที่จะส่งดาวเทียมให้เข้าไปอยู่ในวงโคจรนี้ได้ถึง 20,000 ดวง (หรือให้ดาวเทียมอยู่ห่างกันอย่างน้อย 18 กิโลเมตร) โดยดาวเทียมนั้นจะไม่โคจรปะทะกันเอง[47] แต่อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นมาจากการรบกวนกันระหว่างคลื่นสัญญาณ (interference) ของดาวเทียม เราจึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดให้ดาวเทียมแต่ละดวงนั้นอยู่ห่างกันอย่างน้อย 2 องศา ซึ่งจะส่งผลทำให้เราสามารถที่จะส่งดาวเทียมเข้าไปโคจรอยู่ในวงโคจรนี้ได้ประมาณ 180 ดวง เท่านั้น นอกจากนั้นด้วยเหตุผลทางด้านการเมือง ประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดาได้เสนอว่า ดาวเทียมแต่ละดวงควรจะอยู่ห่างกันอย่างน้อยประมาณ 4-5 องศา[48] (หรือเราจะส่งดาวเทียมเข้าไปโคจรอยู่ในวงโคจรนี้ได้ประมาณ 85 ดวงเท่านั้น)

---

[45] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167

[46] Marika Natasha Taishoff, State Responsibility and the Direct Broadcast Satellite, Frances Printer (Publishers), London, New York, 1987, P.5 quoted Martin Rothblatt, "The impact of international satellite communications law upon accepted to the geostationary orbit and the electro-magnetic spectrum", Texas International Law Jounal, 16, 1981, P.209-221

*ดาวเทียมไทยคมอยู่ในตำแหน่งที่ 78.5 องศาตะวันออก

[47] จันทร์ลักษณ์ โชติรัตนดิลก, "สถานะทางกฎหมายวงโคจรดาวเทียมเพื่อสื่อสารโทรคมนาคม," หน้า 66

[48] จันทร์ลักษณ์ โชติรัตนดิลก, "สถานะทางกฎหมายวงโคจรดาวเทียมเพื่อสื่อสารโทรคมนาคม," หน้า 62-66

1.2.2 ประเภทของการใช้งานและรูปแบบต่าง ๆ ของวงโคจรดาวเทียม

ตามที่กล่าวมาแล้วว่าลักษณะของวงโคจรดาวเทียมจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานเป็นสำคัญ ดังนั้นรูปแบบและตำแหน่งของวงโคจรจึงจะต้องสอดคล้องกับหน้าที่และวัตถุประสงค์ในการใช้งานของดาวเทียมที่ถูกส่งขึ้นไปเช่น ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมก็ควรที่จะต้องโคจรอยู่ในวงโคจรเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม (Geostationary Orbit) เป็นต้น ซึ่งเราสามารถที่จะแบ่งประเภทของวงโคจรที่สำคัญ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1.2.2.1 วงโคจรขั้วโลก (Polar Orbit)

วงโคจรขั้วโลกหรือ Polar Orbit คือ วงโคจรของดาวเทียมที่มีลักษณะค่อนข้างที่จะเป็นวงกลม โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในแนวขั้วโลก ดังนั้นดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้จะวิ่งผ่านขั้วโลกทั้งสองขั้วคือขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ วงโคจรขั้วโลกนี้จะมีระยะความสูงจากระดับน้ำทะเลแตกต่างกันไปตามที่ผู้ส่งดาวเทียมต้องการ[49] แต่โดยปกติแล้วจะมีระยะห่างจากพื้นโลกประมาณ 1000 กิโลเมตร* อาจกล่าวได้ว่าวงโคจรขั้วโลกเป็นวงโคจรเดียวที่สามารถจะให้บริการครอบคลุมได้ทั่วโลก นั่นก็คือถ้าเราส่ง(กลุ่มของ)ดาวเทียมขึ้นไปโคจรในวงโคจรนี้ในตำแหน่งทางเวลาและมุมของการโคจรที่ผสานสอดคล้องต้องกันแล้วก็จะทำให้ดาวเทียมสามารถที่จะจับภาพหรือถ่ายภาพของโลกได้ทั้งดวง[50] แต่อย่างไรก็ตามการที่จะทำให้ดาวเทียมสามารถที่จะทำงานได้อย่างผสมผสานสอดคล้องต้องกันนั้นจะต้องพบกับปัญหาหรือข้อจำกัดมากมาย อาทิเช่น ข้อจำกัดทางด้านเทคนิค ความยุ่งยากและความซับซ้อนในการควบคุมดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดิน ตลอดจนความคุ้มค่าในด้านการลงทุนและข้อจำกัดอื่น ๆ ดังนั้นจึงทำให้วงโคจรนี้ยังไม่ถูกนำมาใช้งานในด้านการสื่อสารโทรคมนาคม แต่อย่างไรก็ดีการใช้งานในวงโคจรนี้ก็ยังมีอยู่ เช่น ดาวเทียมที่ใช้ในการนำร่อง (Navigation) ดาวเทียมเพื่อใช้ในการพยากรณ์อากาศ (อุตุนิยมวิทยา) และการ

---

[49] รายละเอียดที่เกี่ยวข้องโปรดดู พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 168

* ความสูงที่วัดจากบริเวณขั้วโลกเหนือ

[50] บริษัทสามารถเทลคอม จำกัด, "SAMART TELCOMS SPECIAL LECTURE TOUR," อัดสำเนา, หน้า 2

สำรวจทางทรัพยากรณ์ธรณี[51] อาทิเช่น ดาวเทียม SARSAT ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการพยากรณ์อากาศ[52] เป็นต้น

1.2.2.2 วงโคจรเอียงรูปวงรี (Elliptically Inclined Orbit)

Elliptically Inclined Orbit เป็นวงโคจรรูปวงรีที่มีแนวราบหรือระนาบของการโคจรทำมุม[53] กับระนาบของเส้นศูนย์สูตรของโลก (แล้วแต่องศาและมุมที่ใช้ในการโคจร) วงโคจรในลักษณะนี้มีอยู่ด้วยกันหลายวงโคจรแตกต่างกันไปตามความเอียง (incline) หรือมุมที่ทำกับระนาบของเส้นศูนย์สูตรของโลกและความรีของวงโคจรว่ามากน้อยเพียงใด วงโคจรดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวตรงที่วงโคจรนี้สามารถที่จะให้บริการในพื้นที่ที่มีละติจูดสูงหรือต่ำมาก ๆ ได้ หรือสามารถให้บริการครอบคลุมพื้นที่บริเวณขั้วโลกได้ ในขณะที่ดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรระนาบเส้นศูนย์สูตรไม่สามารถที่จะให้บริการได้ เนื่องจากส่วนโค้งของโลกบดบังไว้ สหภาพโซเวียตเป็นประเทศที่นำวงโคจรประเภทนี้มาใช้งานมากที่สุด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศอยู่ในบริเวณที่มีละติจูดสูง ยกตัวอย่างเช่น วงโคจร MOLNIYA และ TUNDRA ลักษณะของการใช้งานในวงโคจรประเภทนี้จะถูกนิยมนำมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ การนำร่อง (navigation) และการสำรวจทางธรณีวิทยา[54] ดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้โดยปกติจะใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่รอบโลกเท่ากับ 12 ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจร Geostationary Orbit หนึ่งเท่า[55]

วงโคจร Elliptical Orbit นี้เป็นวงโคจรดาวเทียมที่เหมาะสำหรับดาวเทียมที่จะถูกส่งขึ้นไปเพื่อทำการทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์และสำรวจอวกาศ ตลอดจนทำการค้นคว้าเกี่ยวกับก๊าซในชั้นบรรยากาศต่าง ๆ ที่ห่อหุ้มโลกอยู่[56] วงโคจรชนิดนี้ไม่เหมาะกับดาวเทียมเพื่อการสื่อสาร

---

[51] บริษัทสามารถเทลคอม จำกัด "SAMART TELCOMS SPECIAL LECTURE TOUR," อัดสำเนา, หน้า 2

[52] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรดาวเทียมและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 95

[53] ประมาณ 63 องศากับแนวระนาบของโลก สนใจโปรดดู พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167

[54] บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 3

[55] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 168

[56] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 85

พิธีสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรคมนาคม แม้ลักษณะของการโคจรจะคล้าย ๆ กันก็ตาม

1.2.2.3 วงโคจรรอบเส้นศูนย์สูตร (Equatorial Orbit)

Equatorial Orbit เป็นวงโคจรดาวเทียมที่มีลักษณะเป็นวงกลม มีระนาบของการโคจรอยู่ในระนาบเดียวกันกับเส้นศูนย์สูตรของโลก[57] เหมือนกับวงโคจร Geostationary Orbit แต่จะแตกต่างกันตรงที่ดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้จะเคลื่อนที่หรือโคจรเร็วกว่าเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง ดังนั้นจึงทำให้เวลาที่ใช้ในการโคจรน้อยกว่า 24 ชั่วโมง อีกทั้งดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้จะไม่สถิตอยู่กับที่หรือลอยค้างฟ้าเหมือนดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม ดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้มักจะเป็นดาวเทียมที่ใช้เพื่อการพยากรณ์อากาศและเพื่อการสื่อสาร[58]

1.2.2.4 วงโคจรดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม (Geostationary Orbit)

วงโคจรดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม หรือ Geostationary Orbit เป็น วงโคจรดาวเทียมที่มีลักษณะของการโคจรเป็นรูปวงรีคล้ายรูปขนมโดนัท ระนาบของการโคจรอยู่ในระนาบเดียวกันกับระนาบของเส้นศูนย์สูตรของโลก วงโคจรนี้มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 35,786 กิโลเมตร หรือประมาณ 22,500 ไมล์ ดังนั้นถ้าหากดาวเทียมดวงใดโคจรอยู่ในวงโคจรนี้ในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว ดาวเทียมดวงนั้นก็จะลอยนิ่งคงที่อยู่ในตำแหน่งเดิมตลอดเวลา[59] แม้ว่าดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้จะโคจรด้วยความเร็วมากกว่า 6,800 ไมล์ต่อชั่วโมงก็ตาม (แต่โดยข้อเท็จจริงแล้วทั้งโลกและดาวเทียมต่างก็เคลื่อนที่ กล่าวคือโลกจะหมุนรอบตัวเองและหมุนรอบดวงอาทิตย์ ส่วนดาวเทียมจะหมุนรอบตัวเองและหมุนรอบโลกด้วยตลอดเวลา)[60] ดังนั้นดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้จะโคจรด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วที่โลกหมุนรอบตัวเอง[61] ซึ่งนั่นก็คือเมื่อโลกหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ (ซึ่งใช้เวลาเท่ากับ 24 ชั่วโมง) ดาวเทียมที่โคจรอยู่ใน

---

[57] บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 4

[58] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 85

[59] B.A. Hurwitz, The Legality of Space Militarization, P.82

[60] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 167

[61] Thomas Karas, The New High Ground: Strategies and Weapons of Space-Age War, P.69-70

วงโคจรนี้ก็จะโคจรโดยใช้เวลา 24 ชั่วโมงเช่นกัน จึงทำให้ดูเหมือนว่าดาวเทียมดวงนั้นไม่ได้ลอยเคลื่อนที่ไปไหนแต่จะลอยคงที่อยู่ในตำแหน่งเดิมตลอดเวลา ดังนั้นเราจึงสามารถที่จะเรียกชื่อวงโคจรนี้ได้อีกชื่อหนึ่งว่า "วงโคจรสถิตย์" ซึ่งลักษณะดังกล่าวได้ส่งผลดีที่ว่า เมื่อสถานีรับ-ส่งสัญญาณภาคพื้นดินเราได้ตั้งจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียมไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้วก็ไม่จำเป็นที่จะต้องไปปรับจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียมไปที่ตำแหน่งอื่นใดอีก เพราะดาวเทียมจะโคจรอยู่ในตำแหน่งเดียวกันตลอดเวลานั่นเอง

ปัจจุบันดาวเทียมเพื่อใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคมจะใช้วงโคจรนี้ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น INTELSAT, EUTELSAT PALAPA, ASIASAT รวมทั้งดาวเทียม THAICOM* ของไทย ด้วยเช่นกัน[62]

1.2.2.5 Sun Synchronous Orbit

วงโคจร Sun Synchronous Orbit เป็นวงโคจรที่เอียงทำมุมกับบริเวณขั้วโลกเล็กน้อย มีลักษณะของการโคจรจะคล้ายกับวงโคจร Polar Orbit ดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้คือ LANDSAT ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างเรือเดินทะเลและสถานีบนชายฝั่ง[63]
วงโคจรนี้เป็นวงโคจรที่เหมาะสำหรับการถ่ายภาพเพื่อสำรวจภูมิประเทศบนพื้นผิวโลก เนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์จะตกกระทบผิวโลกในตำแหน่งเป็นมุมเดียวกันเสมอ

1.2.2.6 วงโคจรพัก (Parking Orbit)

วงโคจร Parking Orbit เป็นวงโคจรที่ใช้สำหรับการส่งดาวเทียม โดยให้ดาวเทียมโคจรรอเวลาเพื่อปรับแต่งองศาของการโคจรก่อนที่ดาวเทียมจะเข้าไปโคจรอยู่ในวงโคจรที่ต้องการ ดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรนี้จะค่อย ๆ คืดตัวหนีแรงดึงดูดของโลก วงโคจร Parking Orbit จะมีอยู่หลายวงโคจรขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ใช้ยิงจรวดส่งดาวเทียมเป็นสำคัญ ดังนั้นการที่ดาวเทียมจะโคจรอยู่ในวงโคจร parking orbit ใด จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ดาวเทียมนั้นถูกยิงขึ้นมา เช่น ถ้าเป็นที่ French Guiana วงโคจรพัก (parking orbit) ก็จะอยู่ที่วงโคจร Equatorial Orbit ที่เอียงทำมุมประมาณ 5.23

---

*ถูกส่งขึ้นไปเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2536

[62] บริษัทสามารถเทลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 4

[63] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 85

องศา* แต่ถ้ายิงจรวจส่งดาวเทียมขึ้นจาก Cape Canaveral ดาวเทียมก็จะไปโคจรอยู่ในวงโคจร Typical US Orbit ที่เอียงทำมุมประมาณ 27 องศา แต่ถ้าเป็นดาวเทียมของประเทศสหภาพโซเวียต วงโคจรพักก็จะอยู่ที่วงโคจร Typical USSR Orbit ที่เอียงทำมุมประมาณ 45.6องศา เป็นต้น (วงโคจร Typical USSR Orbit จะเอียงทำมุมกับแนวเส้นศูนย์สูตรของโลกมากกว่า US Orbit เพราะดาวเทียมของโซเวียตจะถูกส่งขึ้นไปจากฐานยิง Tyuratam ที่อยู่ ณ เส้นรุ้งซึ่งสูงกว่า Cape Canaveral ของประเทศสหรัฐอเมริกา[64]

1.3 ขั้นตอนต่าง ๆ ในการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร

โดยปกติแล้วการนำดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรสามารถจะกระทำได้ 2 วิธี คือ 1. การส่งดาวเทียมไปกับจรวดส่งดาวเทียม (rocket)[65] และ 2. การส่งดาวเทียมโดยใช้ยานขนส่งอวกาศ (space vehicle) การส่งดาวเทียมไปกับจรวดส่งดาวเทียมนั้นจะมีขั้นตอนในการส่ง (launch) แบ่งออกเป็น 2 ระยะดังต่อไปนี้คือ ระยะที่ 1 เป็นระยะที่เริ่มต้นตั้งแต่การนำดาวเทียมเข้าไปใส่ไว้ในจรวดหรือยานสำหรับการส่ง** โดยบริษัทที่รับจัดการส่งดาวเทียมจะนำดาวเทียมดวงที่ต้องการ(จะส่ง)เข้าไปติดตั้งไว้ในจรวดขับเคลื่อนหรือยานที่ใช้ในการบรรทุกดาวเทียม จากนั้นจรวดขับเคลื่อนหรือยานที่ใช้ในการบรรทุกดาวเทียมจะเป็นตัวที่นำดาวเทียมต้านทานแรงดึงดูดของโลก (และแรงจากชั้นบรรยากาศ)พุ่งขึ้นไปในอวกาศ จนกระทั่งถึงวงโคจรพักตามความสูงที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะสูงจากพื้นโลกประมาณ 185-300 กิโลเมตร[66] ดังนั้นจรวดขับเคลื่อนจะต้องมีพลังงานเพียงพอที่จะต้านทานแรงดึงดูดของโลก (ในช่วงนี้ทั้งจรวดและดาวเทียมยังคงถูกอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่จะดึงวัตถุต่าง ๆ กลับลงมาสู่พื้น)

ระยะที่ 2 หลังจากที่จรวดขับเคลื่อนหรือยานที่ใช้ในการบรรทุกดาวเทียมถูกยิงขึ้นไปจนถึงที่ระยะความสูงประมาณ 185-300 กิโลเมตร (จากพื้นโลก) แล้ว กลไกภายในจรวดจะทำการขับดันตัวดาวเทียมออกมานอกจรวดเพื่อปล่อยให้ดาวเทียมลอยเข้าไปโคจรอยู่ในวงโคจร Parking Orbit

---

*ความเอียงของระนาบวงโคจร

[64] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 87

[65] รายละเอียดที่เกี่ยวข้องโปรดดู บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 6

**ช่วงนี้เป็นช่วงของการดำเนินการทางภาคพื้นดิน

[66] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 87

หรือวงโคจรพัก ในขณะที่ดาวเทียมโคจรอยู่ในวงโคจรพักนี้เอง ระบบต่าง ๆ ภายในตัวดาวเทียมจะทำการปรับตำแหน่งที่ตั้งและความสูงของดาวเทียม

หลังจากที่ดาวเทียมโคจรอยู่ในวงโคจรพักได้ระยะหนึ่ง ตัวดาวเทียมจะอาศัยอุปกรณ์มอเตอร์เพิ่มความเร็วที่เรียกว่า Perigee Kick Motor (PKM)[67] เพื่อผลักดันให้ตัวดาวเทียมเปลี่ยนตำแหน่งจากวงโคจรพักมาเป็นวงโคจร "ส่ง" (Geostationary Tranfer Orbit)* วงโคจรส่งนี้จะมีลักษณะของการโคจรเป็นรูปวงรี ซึ่งจุดที่อยู่ไกลจากโลกมากที่สุด (apogee) ของวงโคจรส่งนี้จะมีระยะเท่ากับระยะของวงโคจรค้างฟ้านั่นเอง[68] (ดังนั้นในช่วงนี้ดาวเทียมจะโคจรรอบโลกโดยมีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifugal) เพื่อที่จะต้านทานกับแรงโน้มถ่วงของโลกให้อยู่ในภาวะที่สมดุลย์กัน ถ้าแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมากเกินไปก็จะทำให้ตัวดาวเทียมลอยออกไปนอกวงโคจรเข้าไปในอวกาศ และในทางกลับกันถ้าแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางน้อยเกินไป ดาวเทียมก็จะถูกแรงโน้มถ่วงของโลกดึงกลับลงมาสู่พื้น)[69] เมื่อดาวเทียมเข้าไปโคจรอยู่ในวงโคจรส่ง หรือ GTO แล้ว ดาวเทียมจะค่อย ๆ โคจรลอยห่างออกมา จนกระทั่งลอยออกมาอยู่ในจุดที่ไกลจากโลกมากที่สุด (apogee) ซึ่งในจุดที่ดาวเทียมอยู่ไกลโลกมากที่สุดนี้จะมีระยะห่างจากโลกเท่ากับระยะห่างระหว่างโลกกับวงโคจรค้างฟ้านั่นเอง[70] หลังจากนั้นดาวเทียมจะอาศัยอุปกรณ์ Apogee Kick Motor (AKM) เพื่อเพิ่มความเร็วและผลักดันตัวดาวเทียมเข้าสู่วงจรค้างฟ้า[71] หรือวงโคจรอื่น ๆ ตามที่ต้องการ ดังนั้นดาวเทียมที่ใช้จรวดในการส่งจะต้องมีอุปกรณ์ PKM หรือ AKM เพื่อที่จะพาตัวมันเองเข้าไปสู่วงโคจรส่งและวงโคจรอื่น ๆ ตามที่ต้องการ (เว้นแต่จะทำการส่งโดยใช้วิธีอื่น) เนื่องจากยานที่ใช้บรรทุกดาวเทียมนี้จะพาดาวเทียมขึ้นไปจนถึงวงโคจรพักที่ระยะห่างจากโลกประมาณ 300 กิโลเมตรเท่านั้น[72] หลังจากนั้นยานดังกล่าวก็จะปล่อยให้ดาวเทียมเข้าไปโคจรอยู่ในวงโคจร Geostationary Transfer Orbit ต่อจากนั้นก็เป็นหน้าที่ของ AKM (ที่อยู่ในตัวของดาวเทียม) ที่จะพา

---

[67] เรื่องเดียวกัน, หน้า 87

* หรืออาจจะเรียกว่าวงโคจรเพื่อการส่งเข้าสู่วงโคจรค้างฟ้าก็ได้

[68] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 87

[69] บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 7

[70] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 87

[71] บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 7

[72] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 87

ดาวเทียมเข้าไปสู่วงโคจรค้างฟ้า ยานขนส่งในกรณีนี้ก็เช่น ยานขนส่ง Atlas Centaur, Thor Delta และ Ariane เป็นต้น

สำหรับการส่งดาวเทียมโดยใช้กระสวยอวกาศนั้นจะแตกต่างจากการส่งดาวเทียมในกรณีทั่ว ๆ ไปตรงที่ ดาวเทียมที่ถูกส่งโดยใช้กระสวยอวกาศจะต้องมี PKM และ AKM เพื่อที่จะพาตัวมันเองเข้าไปในวงโคจรที่ต้องการ เนื่องจากกระสวยอวกาศจะพาดาวเทียมขึ้นไปจนถึงวงจรพักที่ระยะความสูงประมาณ 300 กิโลเมตร เท่านั้น หลังจากนั้นดาวเทียมจะต้องอาศัย PKM และ AKM เพื่อพาตัวมันเองเข้าไปสู่วงโคจรส่งและวงโคจรที่ต้องการตามลำดับ สำหรับข้อดีของการส่งโดยใช้กระสวยอวกาศก็คือ กระสวยอวกาศสามารถที่จะนำดาวเทียมที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ๆ ขึ้นไปได้ และค่าใช้จ่ายในการส่งก็ค่อนข้างที่จะถูกกว่าการใช้ยานแบบอื่น ๆ เนื่องจากกระสวยอวกาศสามารถที่จะนับกลับมาใช้ใหม่ได้อีกครั้ง สำหรับการส่งดาวเทียมโดยใช้ยานขนส่งอวกาศแบบเบ็ดเสร็จนั้นก็คือ การส่งดาวเทียมโดยใช้ยานขนส่งอวกาศนำดาวเทียมขึ้นจากพื้นโลก แล้วนำดาวเทียมเข้าไปปล่อยในวงโคจรค้างฟ้าโดยตรง ยานขนส่งอวกาศแบบนี้ก็เช่นยานขนส่งอวกาศ TITAN 3 แต่การขนส่งด้วยวิธีนี้มีราคาแพงมาก ดาวเทียมที่ใช้บริการของยานขนส่งอวกาศ Titan 3 เท่าที่ปรากฏมาก็มีแต่เฉพาะดาวเทียมที่ใช้ในกิจการของทหารเท่านั้น[73] ข้อดีของการส่งดาวเทียมโดยใช้ยานขนส่งอวกาศก็คือ ยานขนส่งอวกาศที่นำดาวเทียมขึ้นไปปล่อยนี้สามารถที่จะนำดาวเทียมที่หมดอายุการใช้งานแล้วลงมาได้อีกด้วย

1.4 ดาวเทียมที่ใช้ในกิจการโทรคมนาคมของประเทศไทย

ดาวเทียมไทยคมเป็นดาวเทียมที่จัดอยู่ในประเภทของดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมมีขอบเขตในการให้บริการด้านการติดต่อสื่อสารเป็นหลัก ดังนั้นดาวเทียมไทยคมจึงโคจรอยู่ในวงโคจรเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมหรือวงโคจรสถิตย์ทำให้ดาวเทียมไทยคมลอยนิ่งอยู่กับที่ในตำแหน่งที่ตรงกับประเทศไทยตลอดเวลา ดาวเทียมไทยคมเป็นดาวเทียมเพื่อการสื่อสารดวงแรกของประเทศไทย ดาวเทียมชนิดนี้เป็นดาวเทียมที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา ผลิตโดยบริษัทฮิวจ์ แอร์คราฟท์ (Hughes Aircraft) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นดาวเทียมรุ่น HS - 376 ซึ่งเป็นรุ่นที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน[74] ดาวเทียมดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกรูปร่างคล้ายกระป๋องที่ถูกเปิดฝา มีจานสายอากาศติดอยู่ที่ด้านบน ดาวเทียมชนิดนี้เป็นดาวเทียมที่

---

[73] นงลักษณ์ พินัยนิติศาสตร์, "วงโคจรและการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร," หน้า 89

[74] บริษัทชินวัตรแซทเทลไลท์ จำกัด (มหาชน), "ดาวเทียมไทยคมดาวเทียมเพื่อการศึกษา," เอกสารวันสื่อสารแห่งชาติ, 2537, หน้า 158

สามารถรักษาการทรงตัวและการโคจรได้โดยการหมุนรอบตัวเอง หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าดาวเทียมแบบ Spin Stabilized Satellites[75]

ดาวเทียมแบบ Spin Stabilized นี้เป็นดาวเทียมที่มีน้ำหนักค่อนข้างเบาเมื่อเปรียบเทียบกับดาวเทียมรูปแบบอื่น ๆ ที่มีการใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน อายุการใช้งานของดาวเทียมไทยคมนั้นมีประมาณ 15 ปี ทั้งนี้เพราะดาวเทียมรุ่น HS - 376 นี้สามารถที่จะบรรจุเชื้อเพลิงสำหรับการใช้งานได้เต็มที่เพียง 15 ปีเท่านั้น (ดังนั้นอายุในการใช้งานของดาวเทียมแต่ละรุ่นจะขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงของดาวเทียม มิใช่ขึ้นอยู่กับการหมดอายุหรือการเสื่อมสภาพของชุดอุปกรณ์สื่อสารหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ในตัวดาวเทียม)[76]

ดาวเทียมแบบทรงกระบอกหรือแบบหมุนนี้จะมีลักษณะของการทำงานแยกออกเป็นสองส่วน โดยทรงกระบอกส่วนล่างจะหมุนรอบตัวเองในอัตราความเร็วที่คงที่และในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา (ประมาณ 30 รอบต่อนาที) ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะรักษาการทรงตัวให้อยู่ในวงโคจร[77] สำหรับทรงกระบอกด้านบนนั้นจะถูกหมุนด้วยมอเตอร์ที่อยู่ในตัวของดาวเทียมในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับส่วนล่างด้วยความเร็วที่เท่ากัน[78] ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะรักษาตำแหน่งของจานสายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านบนให้นิ่งอยู่กับที่ และหันด้านหน้าของจานมายังพื้นโลกตลอดเวลาที่ดาวเทียมหมุนหรือเคลื่อนที่ไปตามวงโคจรรอบโลก ดาวเทียมแบบนี้จะได้รับการออกแบบให้ผนังด้านนอกของทรงกระบอกเป็น Solar Cells เพื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปด้วยในตัว ตัวอย่างของดาวเทียมสื่อสารแบบนี้ได้แก่ ดาวเทียม INTELSAT VI เป็นต้น[79]

---

[75] บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 11

[76] ดู บริษัทชินวัตรแซทเทิลไลท์ จำกัด (มหาชน), "ไทยคม HS-376", เอกสารในการสัมมนาเรื่อง Broad Casting in Thailand เสนอที่ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, 14 กุมภาพันธ์ 2537, (อัดสำเนา)

[77] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 170

[78] บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด, "เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 11

[79] พิภพ ชุนเจริญ, "ปกิณกะการสื่อสารผ่านดาวเทียม," หน้า 170

1.4.1 พื้นที่ในการให้บริการของดาวเทียมไทยคม

ดาวเทียมไทยคมมีพื้นที่ในการให้บริการอย่างกว้างขวาง เนื่องจากดาวเทียมดังกล่าวมีชุดอุปกรณ์สำหรับรับ/ส่งสัญญาณที่เรียกว่า "ทรานส์พอนเดอร์" (Transponder) อยู่ถึง 15 Trans - ponder

Transponder หรือชุดอุปกรณ์สำหรับรับส่งสัญญาณนี้ก็คือ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่ในตัวของดาวเทียมทำหน้าที่รับสัญญาณจากสถานีส่งสัญญาณภาคพื้นดินในความถี่หนึ่ง (คลื่นสัญญาณขาขึ้น) แล้วนำสัญญาณนั้นมาแปลงความถี่ให้มีค่าต่ำลงพร้อมกันนี้จะขยายให้มีกำลังแรงขึ้นเพื่อส่งสัญญาณกลับมายังสถานีภาคพื้นดินในอีกความถี่หนึ่ง[80] (คลื่นสัญญาณขาลง) ดาวเทียมไทยคมมีอุปกรณ์ชุดรับส่งสัญญาณหรือ Transponder จำนวน 15 Transponder โดยแบ่งออกเป็น

ย่านความถี่ C-band มี 12 Transponder ซึ่งจะมีความถี่ในการส่งคลื่นสัญญาณขาขึ้นเท่ากับ 6 GHz และคลื่นสัญญาณขาลงเท่ากับ 4 GHz มีพื้นที่ในการให้บริการครอบคลุมประเทศไทยและเมืองอื่น ๆ ของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (เช่น ร่างกุ้ง, เวียงจันทร์, พนมเปญ, ฮานอย, โฮจิมินห์ และสิงคโปร์ เป็นต้น) ตลอดจนเมืองของประเทศในแถบเอเชียตะวันออก (เช่น ปักกิ่ง ฮ่องกง โซล ไทเป โตเกียว เป็นต้น) โดยมีความแรงของสัญญาณขาลงครอบคลุมประเทศไทยสูงกว่า 37 dBW[81]

ย่านความถี่ Ku - band มี 3 Transponder ซึ่งจะมีความถี่ในการส่งคลื่นสัญญาณขาขึ้นเท่ากับ 14 GHz และคลื่นสัญญาณขาลงเท่ากับ 12 GHz มีพื้นที่ในการให้บริการครอบคลุมเฉพาะประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงในเขตภูมิภาคอินโดจีน โดยมีความแรงของสัญญาณขาลงครอบคลุมประเทศไทยสูงกว่า 50 dBW[82]

1.5 ปัญหาและอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นมาจากการใช้ดาวเทียม

ปัจจุบันรัฐต่าง ๆ พยายามที่จะส่งดาวเทียมขึ้นสู่ห้วงอวกาศมากยิ่งขึ้น จนทำให้ดาวเทียมมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว บางดวงยังคงสามารถที่จะใช้งานได้ตามปกติ แต่บางดวงนั้นชำรุด

---

[80] รายละเอียดโปรดดู Samart Satel News, Volume 3, July' 92, P.2

[81] บริษัทชินวัตรแซทเทิลไลท์ จำกัด (มหาชน), "ดาวเทียมไทยคมดาวเทียมเพื่อการศึกษา," หน้า 158

[82] บริษัทชินวัตรแซทเทิลไลท์ จำกัด (มหาชน), "ดาวเทียมไทยคมดาวเทียมเพื่อการศึกษา," หน้า 158-160

เสียหายหรือหมดอายุการใช้งาน (non-functional space object) จนไม่สามารถใช้การได้อีกต่อไป ดังจะเห็นได้จากรายงานขององค์การ NASA (United States National Aeronautics and Space Administration) ที่ว่า ในปี ค.ศ. 1979 มีวัตถุโคจรในอวกาศจำนวน 11,366 ชิ้น[83] ที่ถูกส่งขึ้นไปโคจรในอวกาศ ในจำนวนนี้ 4,633 ชิ้น ยังคงสามารถรักษาการโคจรอยู่ในวงโคจรต่าง ๆ รอบโลก แต่มีวัตถุโคจรในอวกาศจำนวนถึง 6,733 ชิ้น ที่หลุดออกจากวงโคจรแล้วลอยกลับเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลก[84] หลังจากนั้นต่อมาอีก 9 ปี (ค.ศ. 1988) องค์การ NORAD หรือ North American Aerospace Defence Command ได้รายงานว่า จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 1988 มีวัตถุโคจรในอวกาศจำนวน 19,037 ชิ้น ที่ถูกส่งขึ้นไปในอวกาศ ในจำนวนนี้ 12,000 ชิ้น ได้หลุดออกจากวงโคจรถูกแรงดึงดูดของโลกดึงกลับเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลก[85] บางดวงถูกเผาไหม้ในชั้นบรรยากาศขณะลอยกลับเข้ามา แต่บางดวงถูกเผาไหม้ไม่หมดลอยตกลงมายังพื้นผิวโลก

จะเห็นได้ว่าในช่วงระยะเวลาเพียงแค่ 10 ปี รัฐต่าง ๆ ได้ส่งดาวเทียมหรือวัตถุโคจรขึ้นไปโคจรในอวกาศเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ นับจำนวนแล้วมากกว่า 7,600 ชิ้น* ในจำนวนของวัตถุโคจรที่กล่าวมานี้เกือบ 95 % เป็นวัตถุโคจรที่ใช้งานไม่ได้แล้ว[86] (non-functional) เช่น วัตถุโคจรที่ไม่สามารถควบคุมทิศทางได้อีกต่อไป** (uncontrolled) วัตถุโคจรที่ชำรุดเสียหายหรือวัตถุโคจรที่หมด

---

[83] Bruce A. Hurwitz. State Liability for Outer Space Activities. Martinus Nijhoff Publishers, 1992, P.1

[84] "Space Objects Box Score" in NASA, Goddard Space Flight Center (30 April 1979) 19 [2] Satellite Situation Report, quoted by G.P. Sloup, "Liability and Insurance Aspects of the Space Transportation System under the New Section 308 of the National Aeronautics and Space Act," (1979) 4 Ann. Air & Sp. L. 639 at 640, fn. 4, quote by Bruce A. Hurwitz, Ibid, P. 4

[85] A.E. Potter, "Measuring Debris," (June 1988) Aerospace America 18, P.19

* ซึ่งจำนวนดังกล่าวนี้นับว่าเป็นหลักฐานที่สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าครั้งยิ่งใหญ่ของมนุษย์ในการใช้ดาวเทียมและการสำรวจห้วงอวกาศ

[86] N.L. Johnson, "Nuclear Power Supplies in Orbit," 1986, 2 Space Policy, P.223 สถิติดังกล่าวได้รับการคำนวณอย่างถูกต้อง

** เช่นในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1979 ยานอวกาศ US Skylab Spaceship ได้แตกสลายออกเป็นส่วน ๆ (หลังจากที่เกิดเหตุขัดข้อง) องค์การ NASA ได้พยายามที่จะนำยานอวกาศดังกล่าวกลับเข้าไปในวงโคจรอีกครั้งแต่ก็ไม่สำเร็จ ทำให้ยานอวกาศ Skylab แตกสลายออกเป็นส่วน ๆ เหนือ

อายุการใช้งานพร้อมที่จะแตกสลายออกเป็นเสี่ยง ๆ ซึ่งในไม่ช้าวัตถุโคจรดังกล่าวก็จะกลายเป็นเศษวัสดุหรือขยะอวกาศ (space junk or debris)[87] อันจะนำมาซึ่งปัญหามลภาวะ(ในอวกาศ)ในอนาคต จากการรายงานขององค์การฯ ดังกล่าว (NORAD) พบว่า ในปัจจุบันมีดาวเทียมหรือวัตถุโคจรในอวกาศจำนวนถึง 1000 ชิ้น ที่หลุดออกจากการควบคุมล่องลอยอยู่ในวงโคจรต่าง ๆ รอบโลก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ในอัตราเฉลี่ยทุก ๆ หนึ่งวัตถุโคจรที่ถูกส่งขึ้นไปในอวกาศจะมีเศษของวัตถุโคจร (debris) ลอยกลับเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลกทุก ๆ วัน[88] ดังนั้นจึงไม่ต้องสงสัยเลยว่ายิ่งมีการส่งวัตถุโคจรขึ้นไปในอวกาศมากขึ้นเท่าใด จำนวนของเศษวัตถุโคจร (debris) ในอวกาศที่ลอยกลับเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลกก็จะยิ่งทวีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น เศษวัตถุโคจรในอวกาศเหล่านี้บางส่วนถูกเผาไหม้แล้วสลายไปในชั้นบรรยากาศ แต่บางส่วนที่ถูกเผาไหม้ไม่หมดจะลอยกลับเข้ามาตกลงบนพื้นโลก อันจะนำมาซึ่งอันตรายต่อชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินของประชาชน ยิ่งไปกว่านั้นหากวัตถุโคจรในอวกาศยิ่งมีขนาดใหญ่มากขึ้นเท่าใด อัตราของความเสี่ยงที่วัตถุโคจรดังกล่าวจะตกลงมายังพื้นโลกอันเนื่องมาจากการถูกเผาไหม้ในชั้นบรรยากาศไม่หมดก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น (หรืออัตราการเสี่ยงของการชนกันระหว่างวัตถุโคจรในอวกาศก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น)[89] เพราะฉะนั้นในปัจจุบันจึงมีความเป็นไปได้สูงที่ประชาชนหรือทรัพย์สินของประชาชนจะได้รับความเสียหายอันเนื่องมาจากการส่งวัตถุโคจรในอวกาศเหล่านี้

ซึ่งต่อไปนี้คือรายงานที่เกี่ยวกับเหตุการณ์อันเนื่องมาจากวัตถุโคจรในอวกาศตกลงมายังพื้นโลก และอุบัติเหตุหรือเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นกับวัตถุโคจรในอวกาศ:

บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ชิ้นส่วนบางชิ้นตกลงไปยังประเทศ Australia (ไม่ได้รับรายงานเรื่องความเสียหาย) แต่ได้สร้างความหวาดกลัวให้กับประชาชนของประเทศ Australia เป็นอย่างมาก เนื่องจากยานอวกาศ Skylab ที่มีน้ำหนักถึง 77 ตันนี้ ได้แตกตัวออกเป็นโลหะชิ้นเล็กชิ้นน้อยประมาณ 500 ชิ้น ตกกระจายเป็นบริเวณกว้าง 400,000 ตารางไมล์ บางชิ้นหนักถึง 4,000 ปอนด์ C.Q. Christol, "International Liability for Damage Cuased by Space Objects," (1980), 74 American Journal of International Law, 347, P.35, footnote 14 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[87] N.L. Johnson, "Nuclear Power Supplies in Orbit," 1986, 2 Space Policy, P.223

[88] A.L. Moore & J.V. Leaphart, "Catch that Falling Star! State Responsibility and the Media in the Demise of Space Objects," (1983) 26 Proc. Collog L. Outer Sp. P.129

[89] N.M. Matte, ed., Space Activities and Emerging International Law, (Montreal: Centre for Research of Air and Space Law - McGill University, 1984), P.493

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมาจากวัตถุโคจรในอวกาศที่ได้รับรายงานเป็นครั้งแรกก็คือ เมื่อเดือนพฤศจิกายน 1960 ชิ้นส่วนบางชิ้นของดาวเทียม U.S. Satellite ได้ตกลงมายังฟาร์มแห่งหนึ่งในประเทศคิวบา ทำให้วัวตัวหนึ่งตายและทรัพย์สินเสียหายจำนวนหนึ่ง[90] ต่อมาเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน ค.ศ. 1969 ดาวเทียมของสหภาพโซเวียต (Soviet Satellite) ได้เกิดเหตุขัดข้องไม่สามารถที่จะควบคุมทิศทางได้อีกต่อไป* ได้ลอยกลับเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลก แต่ถูกเผาไหม้ไม่หมดทำให้เกิดการแตกสลายออกเป็นเศษวัตถุโคจรในอวกาศจากนั้นตกลงมาชนกับเรือ ทำให้ลูกเรือชาวญี่ปุ่น 5 คนได้รับบาดเจ็บ[91] แต่ความเสียหายครั้งร้ายแรงที่ได้รับแจ้งว่า "ดาวเทียมได้ตกลงมายังพื้นโลกสร้างความเสียหายให้แก่ทรัพย์สินของรัฐอื่นเป็นจำนวนมาก" ก็คือ เมื่อวันที่ 24 มกราคม ค.ศ. 1978 ดาวเทียมที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ (plutonium-powered naval navigation satellite) ของสหภาพโซเวียตชื่อ COSMOS-954 ที่ถูกส่งขึ้นไปโคจรในอวกาศเมื่อเดือนกันยายน ค.ศ. 1977 ซึ่งเป็นดาวเทียมที่บรรจุเชื้อเพลิง Uranium (U235) จำนวน 100 lbs.[92] ได้แตกสลายออกเป็นส่วน ๆ (บน) บริเวณทางตอนเหนือของประเทศแคนาดา ทำให้เกิดเศษวัตถุโคจรในอวกาศ (space debris) หลายชิ้นที่มีกัมมันตภาพรังสีปนเปื้อนอยู่ลอยเข้าไปตกยังประเทศแคนาดา บางส่วนได้เข้าไปตกยังเขต

---

[90] I.H. Ph. Diederiks-Verschoor, "Similarities With and Differences Between Air and Space Law Primarily in the Field of Private International Law," (1981) 172 R.A.D.I. 317,P.349 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.1-2

* อาจกล่าวได้ว่าวัตถุโคจรแรกที่ได้รับรายงานว่า "ไม่สามารถควบคุมทิศทางได้อีกต่อไป" ก็คือ U.S. Rocket ที่ถูกส่งขึ้นไปจากแหลม Canaveral ในปี ค.ศ. 1956 แต่ไม่ได้รับรายงานเรื่องความเสียหาย S.M. Beresford, "Liability for Ground Damage Caused by Spacecraft," (July, 1959) Federal Bar J. 242-254 reprinted in U.S. Senate, Comm. on Aeronautical & Space Activities, Legal Problems of Space Exploration: A Symposium, (Washington: U.S. Government Printing Office, 1961) P.540 and G.D. Schrader, "Space Activities and Resulting Tort Liability," (1963) 6 Proc. Collog. L. Outer Sp. 1,P.3 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.1

[91] B. Cheng, Liability for Spacecraft, P.216-217 and I.H. Ph. Diederiks-Verschoor, "Harm Producing Events Caused by Fragments of Space Objects (Debris),"(1982) 25 Proc. Collq L.Outer Sp. 1,P.3 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[92] J.E.S. Fawcett, "Outer Space: New Challenges to Law and Policy," P.26

Alberta, Saskatchewan ทางตอนเหนือและทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศดังกล่าว เป็นผลทำให้สารกัมมันมันภาพรังสีแพร่กระจายเกิดมลภาวะขึ้นในประเทศแคนาดา (ประมาณกันว่าขนาดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากกัมมันตภาพรังสีรั่วไหลในครั้งนี้มีขนาดเท่ากับประเทศ Austria) ประเทศแคนาดา ได้เรียกร้องให้สหภาพโซเวียตชดใช้ค่าสินไหมทดแทนในความเสียหายที่เกิดขึ้น ข้อเรียกร้องดังกล่าวจบลงเมื่อสหภาพโซเวียตตกลงที่จะจ่ายค่าสินไหมทดแทนให้แก่ประเทศแคนาดา จำนวน 3 ล้านดอลล่าร์ เมื่อเดือนเมษายน ค.ศ. 1981 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี[93] เมื่อวันที่ 25 กันยายน 1960 ชิ้นส่วนบางชิ้นของยาน Pioneer VI ที่ถูกส่งขึ้นไปปฏิบัติงานยังดวงจันทร์ได้ตกลงมายังฟาร์มแห่งหนึ่งในทวีปแอฟริกาใต้[94] แต่ไม่ได้รับรายงานเรื่องความเสียหาย ต่อมาเมื่อวันที่ 5 กันยายน ค.ศ.1962 ชิ้นส่วนของดาวเทียม USSR SPUTNIK IV ได้ตกลงไปยังถนนใน Manitowae, มลรัฐ Wisconsin ประเทศสหรัฐอเมริกา และเศษชิ้นส่วนอื่น ๆ ของดาวเทียมดวงนี้ได้ตกลงไปยังทะเลสาป Michigan[95] ในเดือนเมษายน ค.ศ. 1964 ดาวเทียมพลังงานนิวเคลียร์ชื่อ U.S. TRANSIT 5BN3/SNAP 9A (Nuclear Power Satellite) มีปัญหาที่เกี่ยวกับ "การส่ง" ทำให้ไม่สามารถส่งเข้าไปในวงโคจรได้ จึงทำให้ดาวเทียมดังกล่าวตกลงไปยังมหาสมุทรอินเดีย แต่ไม่ได้รับรายงานเรื่องความเสียหายหรือกัมมันภาพรังสีรั่วไหล[96] ในเดือนเมษายน ค.ศ. 1964 ดาวเทียมเพื่อการเดินเรือที่ใช้เชื้อเพลิง Plutonium หรือ Plutonium-Powered Naval Navigation Satellite ที่ถูกส่งขึ้นไปโดยประเทศสหรัฐอเมริกาไม่สามารถดีดตัวเข้าไปในวงโคจรโลกได้ (Earth Orbit) ที่ทำให้เกิดการแตกสลายเหนือประเทศ Madagascar แต่ไม่ได้รับรายงานว่าเกิดความเสียหายหรือ

---

[93] XVIII International Legal Materials (1979), 899, and XX (1981) Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[94] H. Berger , "Some Aspects of Civil Liability for Space Craft and Vehicle Accidents," (1962) 33 Penn. Bar Assoc. Q. 301, P.302 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.1

[95] B. Cheng, "Liability for Spacecraft," (1970), 23 Current Legal Problems, 216, P.216 and J. Simsarian, "Outer Space Co-operation in the United Nations", (1963) 57 A.J.I.L. 854, P.859 Quoted by Bruce A. Hurwitz, Ibid, P.2

[96] N.L. Johnson, Nuclear power supplies in orbit, P.226 and J.E.S. Fawcett, Outer Space: New Challenges to Law and Policy, (Oxford: Clarendon, 1984), P.26

อันตรายอันเนื่องมาจากรังสีที่เกิดขึ้นมาจากเชื้อเพลิง Plutonium ตกลงมายังพื้นโลก[97] ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 1964 จรวด US Agena-Atlas rocket ได้แตกสลาย (disintegrate) ออกเป็นเสี่ยง ๆ เกิดเศษวัตถุโคจรในอวกาศ (debris) จำนวน 40 ชิ้น ในจำนวนนี้ได้ตกลงไปยังประเทศบราซิล คิวบา เม็กซิโก และ เปรู[98] ในปี ค.ศ. 1965 ชิ้นส่วนของยานอวกาศ Soviet Spacecraft ได้ตกลงไปยังเมือง Seville ประเทศ Spain[99] ในเดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 1968 วัตถุโคจรในอวกาศที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Power Satellite) ของประเทศสหรัฐอเมริกาชื่อ ดาวเทียม NIBUS/SNAP 19 ได้ตกลงไปยังช่องแคบ Santa Barbara ใน Califonia ประเทศสหรัฐอเมริกา ถังเชื้อเพลิงพลังงานนิวเคลียร์ได้ถูกกู้ขึ้นมาจากช่องแคบที่ความลึกประมาณ 100 เมตร[100] ในเดือนเมษายน 1970 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ส่งยานอวกาศ Apollo 13 ขึ้นไปปฏิบัติภารกิจบนดวงจันทร์ แต่เนื่องจากยานอวกาศ Apollo 13 ที่ถูกส่งขึ้นไปนั้นเกิดเหตุขัดข้องไม่สามารถควบคุมทิศทางได้ เนื่องจากระบบของการควบคุมและระบบที่เกี่ยวกับ atomic energy reactor เกิดเหตุขัดข้อง นักบินอวกาศจึงพยายามที่จะยกเลิกการปฏิบัติการแล้วนำยานอวกาศดังกล่าวกลับลงมายังพื้นโลก [โดยบังคับให้ลอยไปตกยังมหาสมุทร (South) Pacific] นักบินอวกาศปลอดภัย แต่ยานอวกาศได้จมหายไปในมหาสมุทร South Pacific ซึ่งรายงานในขณะนั้นไม่ได้แจ้งว่ามีรังสีรั่วไหลออกมาหรือไม่[101] ในระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม ค.ศ. 1972 ชิ้นส่วนของดาวเทียม Soviet Satellite 5 ชิ้นก็ได้

---

[97] J.E.S. Fawcett DSC, Outer Space: New Challenges to Law and Policy, Clarendon Press, Oxford, 1984, P.26 and described in US. memorandum to COPOUS (July 1978)

[98] S. Mazaroff, Exoneration from Liability for Damage Caused by Space Activities, P.72-73 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[99] I.H. Ph. Diederiks-Verschoor, "Similarities With and Differences Between Air and Space Law Primarily in the Field of Private Internatiional Law," P.349 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[100] M. Benko and W. de Graaff, "The Use of Nuclear Power Sources in Outer Space", P.54 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[101] Benko & de Graaff, The Use of Nuclear Power Sources in Outer Space in M. Benko, W. De Graaff & G.C.M. Reijnen, Space Law in the United Nations, (Dordrecht: Nijhoff, 1988), 49 at 54 quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

ตกลงไปยังประเทศ New Zealand[102] อีก 5 ปีต่อมาดาวเทียมขององค์การ Europear Space Agency ชื่อ Obital Test Satellite 1 ได้ตกลงมาชนกับพื้นโลก สันนิษฐานกันว่าจะตกลงไปในมหาสมุทร Pacific[103] ในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1979 ยานอวกาศ US Skylab Spaceship ได้แตกสลายออกเป็นส่วน ๆ (หลังจากที่เกิดเหตุขัดข้อง) องค์การ NASA พยายามที่จะนำยานอวกาศดังกล่าวกลับเข้าไปในวงโคจรอีกครั้งแต่ก็ไม่สำเร็จ ทำให้ยานอวกาศ Skylab แตกสลายออกเป็นส่วน ๆ เหนือบริเวณมหาสมุทรอินเดีย ชิ้นส่วนบางชิ้นตกลงไปยังประเทศ Australia ไม่ได้รับรายงานเรื่องความเสียหาย แต่ได้สร้างความหวาดกลัวให้กับประชาชนของประเทศ Australia เป็นอย่างมาก เนื่องจากยานอวกาศ Skylab ที่มีน้ำหนักถึง 77 ตันนี้ ได้แตกตัวออกเป็นโลหะชิ้นเล็กชิ้นน้อยประมาณ 500 ชิ้น ตกกระจายเป็นบริเวณกว้าง 400,000 ตารางไมล์ บางชิ้นหนักถึง 4,000 ปอนด์[104] ต่อมาในปี ค.ศ. 1979 ดาวเทียม US SNAP 10 A ก็ได้เกิดการแตกตัว (disintigrate) ขึ้นอย่างน้อย 6 ครั้ง ทำให้เกิดเป็นโลหะชิ้นเล็กชิ้นน้อย (debris) (คาดกันว่าสาเหตุของการแตกตัวเกิดขึ้นมาจากการชนกันระหว่างดาวเทียมกับวัตถุโคจรในอวกาศอื่น ซึ่งอุบัติเหตุดังกล่าวได้แสดงให้เห็นถึงความน่าจะเป็นการชนกันระหว่างดาวเทียมกับวัตถุโคจรในอวกาศ)[105] ในเดือนกันยายน ค.ศ. 1982 องค์การ European Space Agency ได้รับความสูญเสียครั้งยิ่งใหญ่เมื่อดาวเทียม 2 ดวง ราคาประมาณ 58 ล้านดอลล่าร์ ได้สูญหาย/เสียหายไปอันเนื่องมาจากจรวด Arian Rocket ที่นำดาวเทียมเหล่านี้ขึ้นไปบนห้วงอวกาศได้สูญเสียการควบคุม และในที่สุดได้ตกและจมลงไปในมหาสมุทร Atlantic[106] ในเดือนมกราคม ค.ศ. 1983 ดาวเทียมพลังงานนิวเคลียร์ Soviet Nuclear Power Satellite ได้หลุดออกจากวงโคจรลอยกลับเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลกแล้วแตกตัวออกเป็นเสี่ยง ๆ เหนือทะเลหลวง

---

[102] P.P.Heller, "Man-Made U.F.O.s-The Problem of Identifying the Launching State of A Space Object," (1973) 7 Int'I Lawyer 900, P.902-903 quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[103] G.C.M. Reijnen, Utilization of Outer Space and International Law, (Amsterdam: Elsevier, 1981) P.116

[104] C.Q. Christol, "International Liability for Damage Cuased by Space Objects," (1980) 74 A.J.I.L. 347, P.35, footnote 14 Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[105] N.L. Johnson, "Nuclear power supplies in orbit," P.229 quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.2

[106] J.E.S. Fawcett, Outer Space: New Challenges to Law and Policy, P.35

แต่ไม่ได้รับรายงานว่ามีผู้ใดบาดเจ็บหรือได้รับความเสียหาย[107] หรือกัมมันตภาพรังสีรั่วไหล และเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม ค.ศ. 1987 ดาวเทียม Soviet Satellite; Cosmos 1871 ได้แตกตัวออกเป็นส่วน ๆ เหนือมหาสมุทร Pacific[108] ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 1990 ดาวเทียมจารกรรมของสหรัฐอเมริกา (US espionage satellite) น้ำหนัก 20 ตัน หลุดจากการควบคุม[109] และพบว่าภายหลังแตกตัวออกเป็นเสี่ยง ๆ ในบริเวณชั้นบรรยากาศของโลก ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1991 สถานีอวกาศ Soviet Salyut 7 Space Station น้ำหนัก 40 ตัน ได้เสื่อมสภาพเนื่องจากหมดอายุการใช้งานลอยไปตกลงยังบริเวณทางตอนเหนือของประเทศ Agentina แต่ไม่ได้รับรายงานเรื่องการบาดเจ็บหรือความเสียหาย[110]

ปัจจุบันยังไม่ปรากฏว่ามีดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมตกลงมายังพื้นโลก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะวงโคจรดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมอยู่สูงจากพื้นโลกมากจึงทำให้ดาวเทียมแตกสลายไปในชั้นบรรยากาศก่อนเข้ามาสู่โลก แต่อย่างไรก็ตามในอนาคตหากดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมมีขนาดใหญ่ขึ้นก็อาจจะทำให้ดาวเทียมดังกล่าวตกลงมายังพื้นโลกง่ายขึ้น เนื่องจากดาวเทียมถูกเผาไหม้ในชั้นบรรยากาศไม่หมด เราจะเห็นได้ว่านับวันวัตถุโคจรในอวกาศหรือเศษชิ้นส่วนของดาวเทียมจะตกลงมายังพื้นโลกเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้อัตราของความเสี่ยงภัยและความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายอันเนื่องมาจากวัตถุโคจรในอวกาศเหล่านี้ทวีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ยิ่งมีการส่งวัตถุโคจรในอวกาศหรือดาวเทียมขึ้นไปบนอวกาศมากขึ้นเท่าใด อัตราการตกของวัตถุโคจรในอวกาศเหล่านี้ก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเราก็ไม่สามารถที่จะปฏิเสธคุณประโยชน์ที่เราได้รับจากวัตถุโคจรในอวกาศเหล่านี้ได้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของเราในอนาคต เราจึงจำเป็นที่จะต้องมาศึกษาหามาตรการเพื่อควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นมาจากสิ่งเหล่านี้ ซึ่งนั่นก็คือการหันกลับมาพิจารณา "หลักความรับผิดชอบของรัฐ (State Responsibility) สำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นมาจากวัตถุโคจรในอวกาศตามหลักกฎหมายระหว่างประเทศ (International Law)" นั่นเอง

---

[107] M. Benko and W. de Graaff, "The Use of Nuclear Power Sources in Outer Space," P.51Quoted by Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P.3

[108] Bruce A. Hurwitz, State Liability for Outer Space Activities, P. 3

[109] "U.S. Spy satellite in serious trouble"- Washington Post" The Jerusalem Post (18 March 1990), P. 3 cited by B.A. Hurwitz, "Ibid", P.3

[110] V. Kiernan, "Fiery Rain over Argentina Marks Salyut's Re-entry," Space News,(11-17 February 1991) 4, P.21, cited by B.A. Hurwitz, "Ibid", P.3

I 17465370