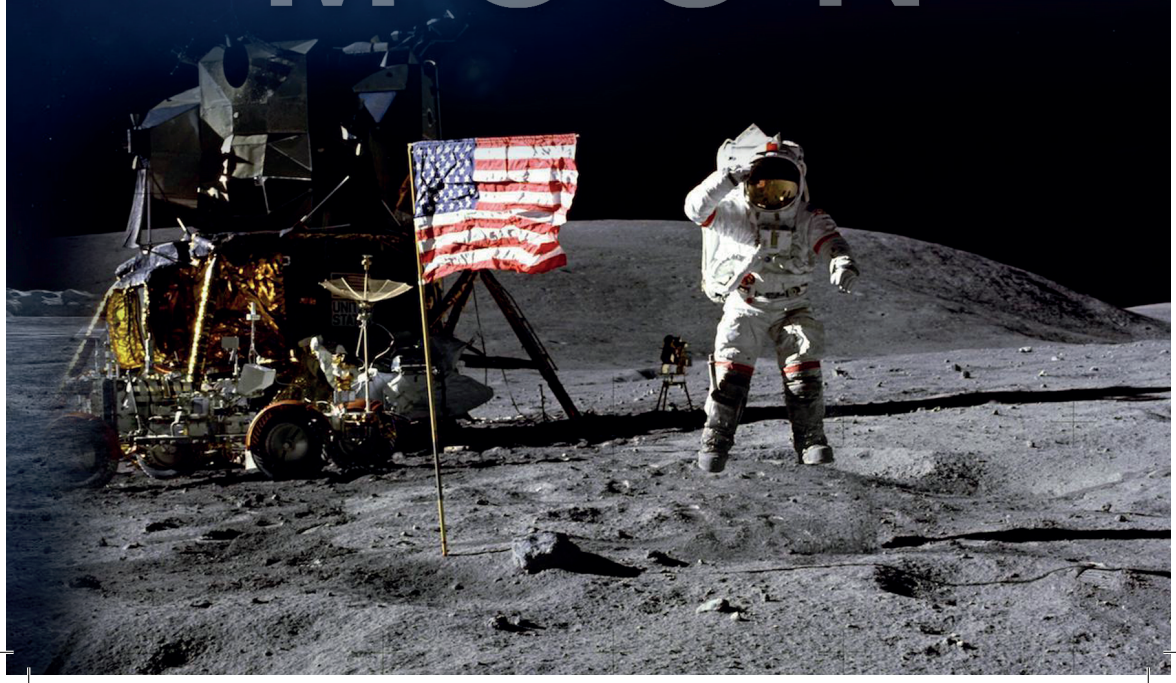
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
National Astronomical Research Institute
of Thailand (Public Organization)

ภารกิจสู่ดวงจันทร์

MISSION TO THE MOON

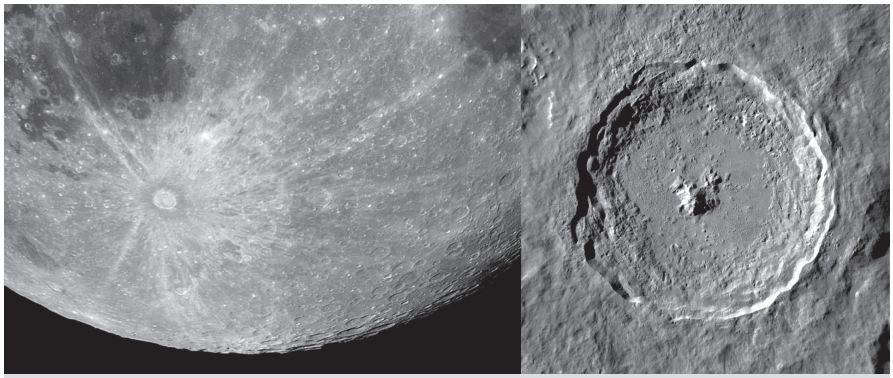


ภารกิจสู่ดวงจันทร์

Mission to the Moon

"ดวงจันทร์ (Moon)" ดาวบริวารเพียงหนึ่งเดียวของโลก เป็นหนึ่งในวัตถุท้องฟ้าที่มนุษย์คุ้นเคยกันเป็นอย่างดี พื้นผิวของดวงจันทร์มีสภาพขรุขระและมีชั้นดินเนื้อละเอียด มีหลุมอุกกาบาตนับแสนหลุม ส่วนใหญ่มีขนาด 20 - 175 กิโลเมตร เกิดจากอุกกาบาตที่พุ่งชนพื้นผิวอย่างรุนแรง การปะทะแต่ละครั้งทำให้เนื้อดินที่อยู่ด้านในกระเด็นออกมา เกิดเป็นลวดลายต่าง ๆ บนดวงจันทร์ พื้นที่ที่สว่างกว่า เรียกว่า "พื้นที่สูง (Highland)" พื้นที่สีเข้ม เรียกว่า "มาเร (Mare)" เป็นภาษาละตินแปลว่าทะเล

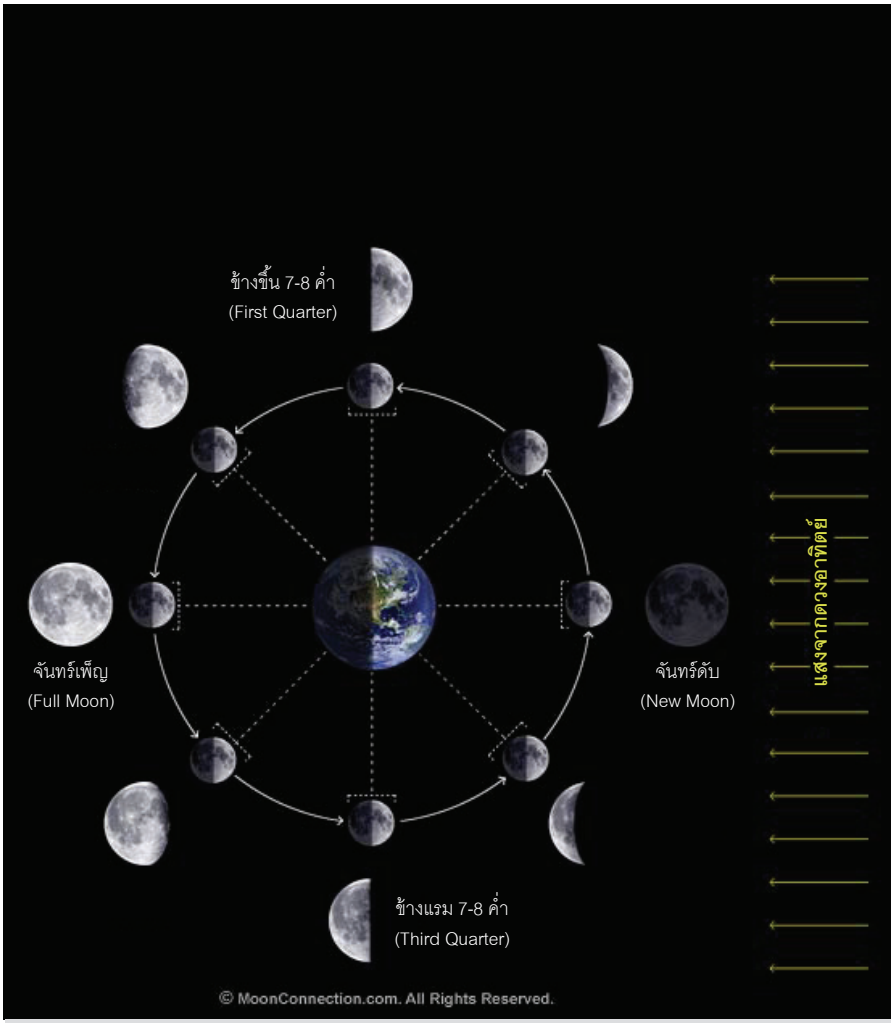
ภาพพื้นผิวดวงจันทร์ที่ถ่ายโดยนักบินอวกาศขณะโคจรรอบดวงจันทร์



หลุมอุกกาบาตไทโค (Tycho Crater) หนึ่งในหลุมที่โดดเด่นที่สุดบนดวงจันทร์

บนดวงจันทร์มีสภาพใกล้เคียงกับสูญญากาศ วัตถุในอวกาศแทบทุกอย่างสามารถพุ่งชนพื้นผิวดวงจันทร์ได้อย่างง่ายดาย ต่างจากโลกที่มีชั้นบรรยากาศห่อหุ้มทำให้วัตถุเหล่านั้นเผาไหม้หมดไปก่อนจะชนพื้นผิว รวมถึงดวงจันทร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางธรณี ไม่มีลมและฝนกัดกร่อนหน้าดิน ทำให้ร่องรอยของอุกกาบาตที่เกิดขึ้นเมื่อล้านกว่าปีที่แล้วยังคงสภาพอยู่ได้จนถึงปัจจุบัน

อุณหภูมิที่แตกต่างกันอย่างสุดขั้วในเวลากลางวันและกลางคืนก็เป็นผลจากสภาพไร้ชั้นบรรยากาศเช่นกัน กลางวันมีอุณหภูมิเฉลี่ย 123 องศาเซลเซียส ในขณะที่กลางคืนมีอุณหภูมิเฉลี่ย -153 องศาเซลเซียส



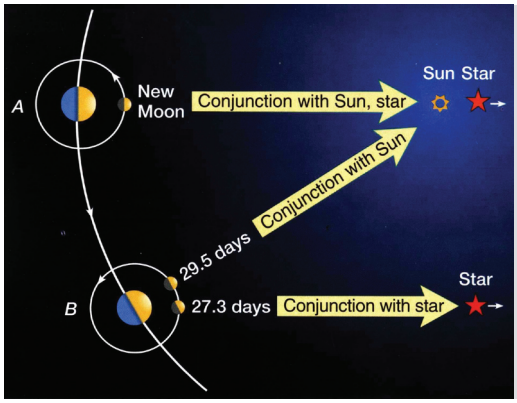
แผนภาพแสดงการเกิดเฟสของดวงจันทร์

ดวงจันทร์โคจรรอบโลกครบหนึ่งรอบใช้เวลา 27.3 วัน เรียกว่า “คาบดาราคติ” ซึ่งตำแหน่งที่เปลี่ยนไปเรื่อย ๆ บนวงโคจร ทำให้แต่ละวันมีเสี้ยวสว่างแตกต่างกันออกไป เรียกว่า “การเปลี่ยนเฟสของดวงจันทร์” โดยดวงจันทร์จะใช้เวลาในการเปลี่ยนเฟสครบหนึ่งรอบ 29.5 วัน เรียกว่า “คาบสุริยคติ” รวมถึงดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นวงรี ทำให้มีตำแหน่งที่เข้าใกล้และห่างไกลโลกที่สุด

รู้หรือไม่

ท้องฟ้าบนดวงจันทร์เป็นอย่างไร ?

ท้องฟ้าบนดวงจันทร์จะมืดสนิทเสมอ สามารถมองเห็นดาวได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน และจะเห็นโลกตอนเต็มดวงมีขนาดเชิงมุม 1.9 องศา ใหญ่กว่าดวงจันทร์เต็มดวงที่มองจากโลก 3.75 เท่า



แผนภาพอธิบายความแตกต่างของ คาบการเปลี่ยนเฟส และ คาบการโคจรรอบโลก ของดวงจันทร์

ภาพเฟสต่าง ๆ ของดวงจันทร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน

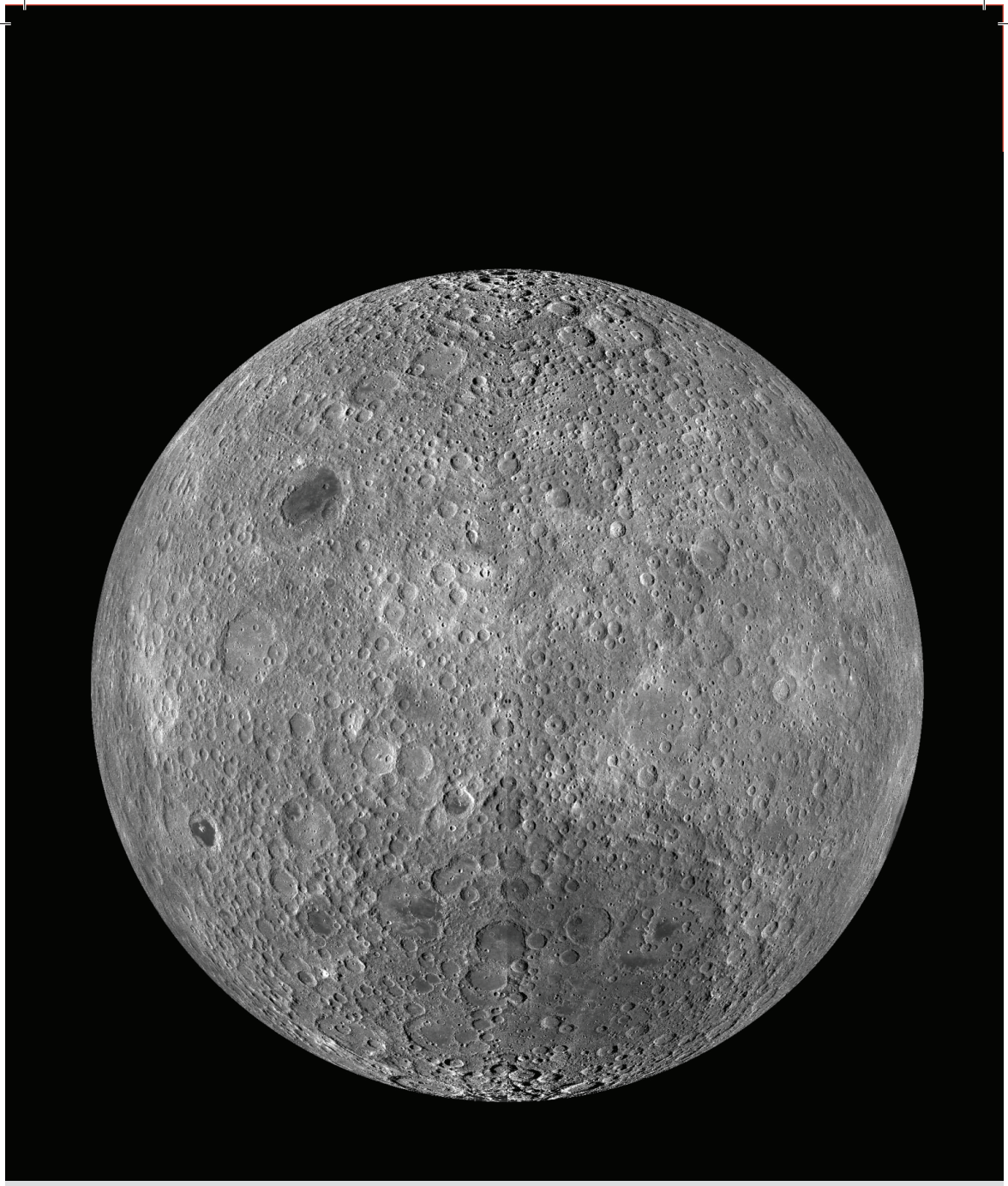
ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 27.3 วันเท่ากับคาบการโคจรรอบโลก ทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลกเสมอ ด้านที่หันเข้าหาโลก เรียกว่า **ด้านใกล้** (Near side) ส่วนด้านที่ไม่ได้หันเข้าหาโลก เรียกว่า **ด้านไกล** (Far side)

รู้หรือไม่

“ค้อน vs ขนนก” อะไรตกถึงพื้นก่อนกัน ?

มีการทดสอบการตกอย่างอิสระบนดวงจันทร์ในภารกิจอะพอลโล 15 โดยปล่อยค้อนและขนนก พร้อมกัน ผลปรากฏว่าวัตถุทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน เป็นเพราะสภาพใกล้เคียงกับสุญญากาศทำให้ปราศจากแรงต้านอากาศ

ภาพถ่ายดวงจันทร์ด้านใกล้ โดยยานสำรวจ Lunar Reconnaissance Orbiter ขององค์การนาซา



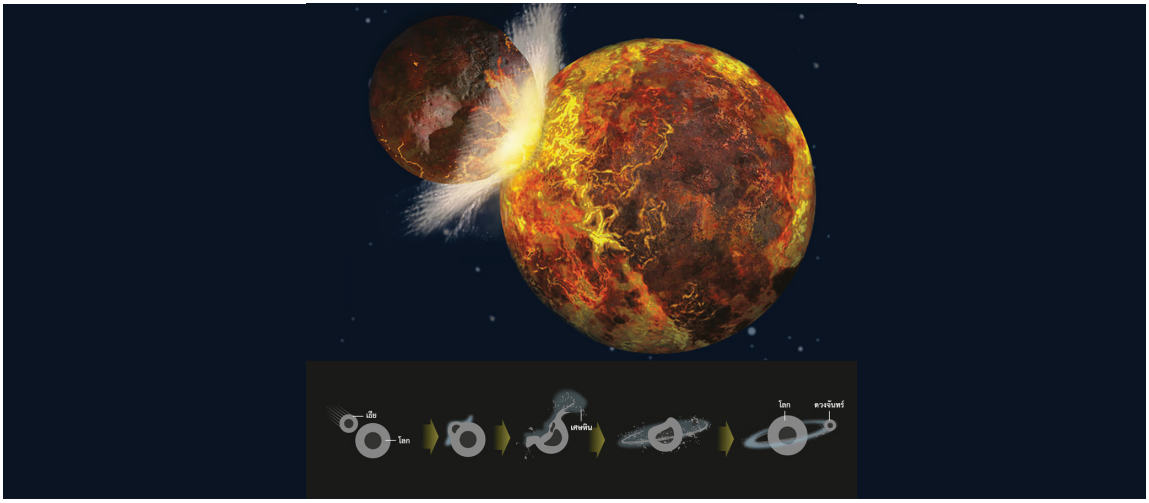
ภาพถ่ายดวงจันทร์ด้านไกล โดยยานสำรวจ Lunar Reconnaissance Orbiter ขององค์การนาซา

ดวงจันทร์เกิดขึ้นได้อย่างไร ?

สมมุติฐานการกำเนิดดวงจันทร์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ การชนครั้งใหญ่ (The giant-impact hypothesis) โดยในปี ค.ศ.1946 นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมุติฐานว่า ช่วงประมาณ 4 พันล้านปีที่แล้ว ขณะนั้นโลกมีอายุประมาณ 100 ล้านปี มีวัตถุขนาดใหญ่เท่าดาวอังคาร รู้จักกันในชื่อ เธีย (Theia) พุ่งชนกับโลกอย่างรุนแรงจนเศษที่เกิดจากการชน ฟุ้งกระจายล่องลอยอยู่ในอวกาศ บางส่วนโคจรรอบโลกภายใต้แรงโน้มถ่วง และเมื่อเวลาผ่านไปเศษเหล่านั้นรวมตัวกัน กลายเป็นดวงจันทร์บริวารของโลกในที่สุด

ทฤษฎีการพุ่งชนครั้งใหญ่เป็นที่ยอมรับที่สุดเพราะเหตุผลดังนี้

- ลักษณะการหมุนรอบตัวเองของโลกและการโคจรของดวงจันทร์ (ระนาบและทิศทาง) ค่อนข้างสอดคล้องกัน
- ตัวอย่างหินจากดวงจันทร์ที่บ่งชี้ว่าพื้นผิวดวงจันทร์เคยหลอมเหลวทั่วทั้งดวงมาก่อน
- แก่นกลางที่เป็นเหล็กของดวงจันทร์มีขนาดค่อนข้างเล็ก เมื่อเทียบกับตัวดวงจันทร์
- ดวงจันทร์มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยกว่าโลก
- หลักฐานจากการศึกษาการชนกันของวัตถุท้องฟ้าอื่น ๆ จนเกิดจานเศษวัสดุโดยรอบ
- สัดส่วนของไอโซโทประหว่างหินจากดวงจันทร์กับหินบนโลกเหมือนกัน บ่งชี้ว่ามีแหล่งกำเนิดเดียวกัน



รู้หรือไม่

ดวงจันทร์กำลังถอยห่างออกไปจากโลก ทุก ๆ ปี ด้วยอัตรา 3.8 เซนติเมตร/ปี ทำให้ในอนาคตอาจจะไม่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง

การศึกษาดวงจันทร์ในสมัยโบราณ

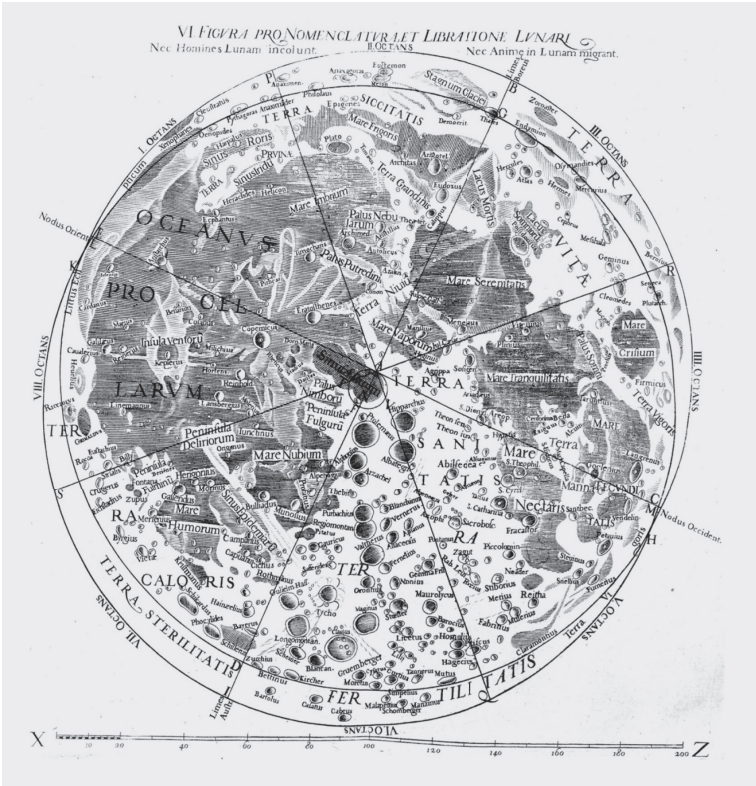
ดวงจันทร์เป็นหนึ่งในวัตถุที่มีการศึกษาและสังเกตการณ์มาเป็นเวลานาน ซึ่งในสมัยก่อนยังขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้า มนุษย์เริ่มสงสัยเกี่ยวกับดวงจันทร์ด้วยคำถามแรกว่า “ดวงจันทร์มีรูปร่างเป็นอย่างไร?” ระหว่างเป็น “ทรงกลม” หรือเป็น “แผ่นกลม”

ภาพวาดดวงจันทร์โดยกาลิเลโอในตำรา Sidereus Nuncius

ต่อมาในช่วงยุคกลาง มีผู้คนที่เริ่มเข้าใจว่าดวงจันทร์มีลักษณะเป็น “ทรงกลม” มากขึ้น แต่ยังคงเป็นประเด็นถกเถียงกันอยู่ว่า พื้นผิวของดวงจันทร์ราบเรียบหรือขรุขระ?

ในปี ค.ศ.1609 กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei) นักดาราศาสตร์ชาวอิตาลีเริ่มประยุกต์ใช้กล้องโทรทรรศน์กับการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ และดวงจันทร์ก็เป็นหนึ่งในวัตถุท้องฟ้าแรก ๆ ที่ได้สังเกตการณ์ผ่านกล้องโทรทรรศน์ กาลิเลโอวาดภาพดวงจันทร์จากการสังเกตการณ์ดังกล่าวในตำรา Sidereus Nuncius (ตีพิมพ์ปี ค.ศ.1610) แสดงให้เห็นถึงสภาพพื้นผิวขรุขระบนดวงจันทร์ จากหลุมอุกกาบาต

ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน นักดาราศาสตร์ฝั่งยุโรปชาติอื่น ๆ ได้เริ่มใช้กล้องโทรทรรศน์สังเกตการณ์ดวงจันทร์และวาดผลการสังเกตการณ์ไว้

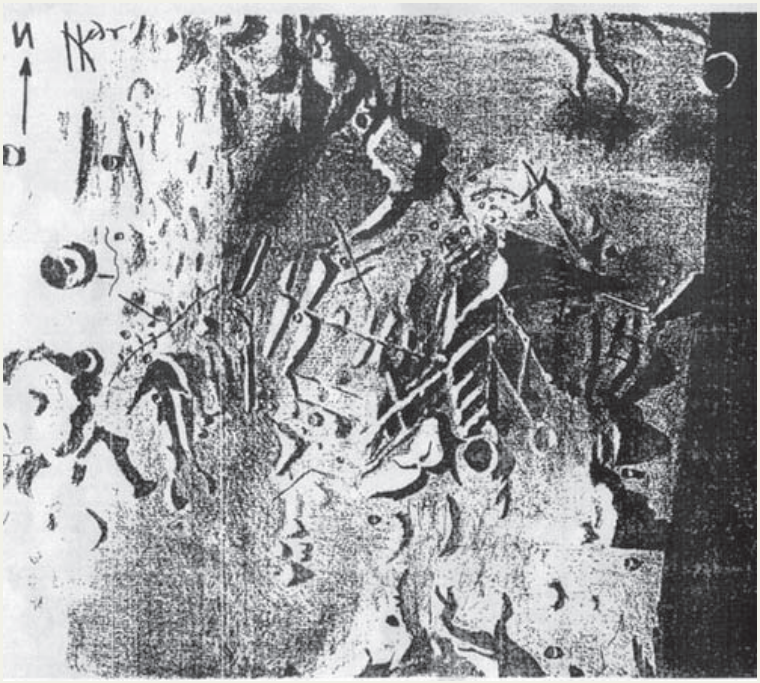


ชื่อภูมิประเทศบนดวงจันทร์ที่ตั้งชื่อโดยโจวันนี บัตติสตา ริชโชลี

ในปี ค.ศ.1651 โจวันนี บัตติสตา ริชโชลี (Giovanni Battista Riccioli) นักบวชคาทอลิกและนักดาราศาสตร์ชาวอิตาลีตั้งชื่อภูมิประเทศต่างๆบนพื้นผิวดวงจันทร์ฝั่งที่หันเข้าหาโลกบริเวณที่ราบสีคล้ำและหลุมอุกกาบาตขนาดใหญ่หลายแห่ง

ชื่อเหล่านี้ปรากฏอยู่บนแผนที่ดวงจันทร์ที่วาดโดยฟรันเชสโก มาเรีย กรีมัลดี (Francesco Maria Grimaldi) นักบวชคาทอลิกและนักฟิสิกส์ชาวอิตาลี ชื่อภูมิประเทศบนดวงจันทร์ที่โจวันนีตั้งไว้ก็ยังคงใช้มาจนถึงปัจจุบัน

เข้าสู่ช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 18 ประเด็นการศึกษาดวงจันทร์ขยายวงกว้างขึ้น นอกจากการทำแผนที่ดวงจันทร์ให้มีคุณภาพดีขึ้นเรื่อย ๆ ประเด็นเรื่องบรรยากาศและกระบวนการทางธรรมชาติบนพื้นผิวดวงจันทร์ก็เป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น



ภาพวาดตำแหน่งบนดวงจันทร์ ชื่อว่า “Wallwerk” อยู่บริเวณเหนือหลุมอุกกาบาตชเรอเทอร์ (Schröter) วาดโดยฟรันทซ์ ฟอน กรือทือเซิน ซึ่งเขาเชื่อว่าเป็นเมืองบนดวงจันทร์

• โรเจอร์ โยเซฟ บอชโกวิค (Roger Joseph Boscovich) นักดาราศาสตร์ชาวโครเอเชีย ศึกษาเรื่องบรรยากาศบนดวงจันทร์ พบว่าดวงจันทร์ไม่มีชั้นบรรยากาศ ในปี ค.ศ.1753

• ฟรันทซ์ ฟอน กรือทือเซิน (Franz von Gruithuisen) นักดาราศาสตร์ชาวเยอรมัน อธิบายถึงการเกิดหลุมบนดวงจันทร์ว่ามาจากการพุ่งชนของอุกกาบาต ในปี ค.ศ.1824

ช่วงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 19 ประเด็นถัดมาที่กระตุ้นให้นักวิทยาศาสตร์สนใจดวงจันทร์คือ “บนดวงจันทร์มีสิ่งมีชีวิตหรือไม่?” โดยมีแนวคิดว่าดวงจันทร์อาจมีพืชพันธุ์และชาวดวงจันทร์อาศัยอยู่ แต่ก็มีนักดาราศาสตร์จำนวนหนึ่งคัดค้านแนวคิดนี้ จนในช่วงปี ค.ศ.1834 - 1837 มีการยืนยันว่า บนดวงจันทร์ไม่มีแหล่งน้ำและชั้นบรรยากาศ

เข้าสู่ยุคคริสต์ศตวรรษที่ 20 เป็นยุคที่มนุษย์พัฒนาเทคโนโลยีอวกาศเพื่อแข่งกันแสดงแสนยานุภาพทางการทหารระหว่าง 2 ขั้วมหาอำนาจของโลก เกิดเป็นสถานการณ์ตึงเครียดทางการเมืองที่เรียกว่า “สงครามเย็น”

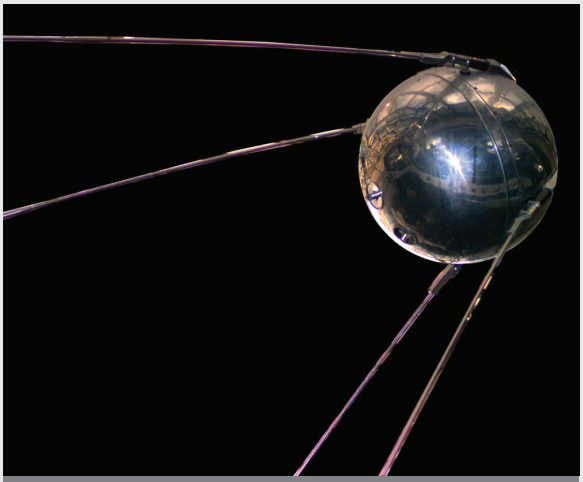
Space Race
เมื่ออวกาศเป็นสมรภูมิการแข่งขัน

ภาพหน้าปกนิตยสาร TIME นิตยสารยอดนิยมของสหรัฐอเมริกา ที่กล่าวถึงประเด็นสำคัญในสังคมหรือการเมือง ประจำวันที่ 6 ธันวาคม ค.ศ. 1968 แสดงถึงการแข่งขันพิชิตดวงจันทร์ระหว่างสหรัฐอเมริกาและสหภาพโซเวียต

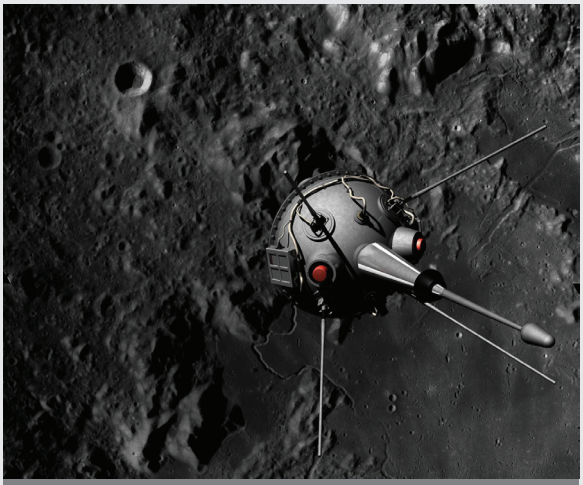
สงครามเย็น (Cold War) เป็นหนึ่งในช่วงประวัติศาสตร์สำคัญของโลกที่เกิดขึ้นหลังสงครามโลกครั้งที่สอง เมื่อสองมหาอำนาจอย่างสหรัฐอเมริกาและสหภาพโซเวียตใช้วิธีกดดันและแข่งขันกันอย่างตึงเครียด ทั้งทางการเมือง การทหาร เศรษฐกิจ รวมทั้งการแข่งขันด้านอวกาศ (Space Race)

การแข่งขันด้านอวกาศนั้นเป็นการแสดงแสนยานุภาพด้านเทคโนโลยี (ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับการทหาร) รวมทั้งเป็นการพยายามแสดงความเหนือกว่าอีกฝ่ายในทุก ๆ ทาง

ในปี ค.ศ. 1957 สหภาพโซเวียตสามารถส่งดาวเทียมสปุตนิก 1 (Sputnik 1) ขึ้นสู่วงโคจรรอบโลกได้สำเร็จ และราวสองปีต่อมา ยานลูนา 2 (Luna 2) ถูกส่งไปลงบนผิวดวงจันทร์ได้สำเร็จโดยสหภาพโซเวียต ยานอวกาศลำนี้จึงเป็นวัตถุแรกที่มนุษย์ส่งไปลงบนดวงจันทร์ได้



แบบจำลองดาวเทียมสปุตนิก 1



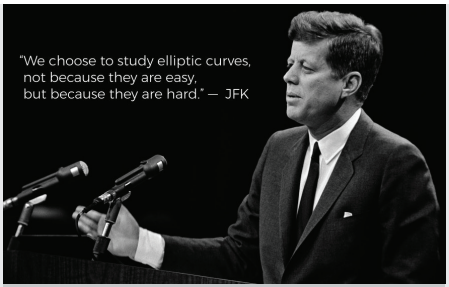
ภาพวาดจินตนาการยานลูนา 2 ขณะพุ่งเข้าสู่ผิวดวงจันทร์

จะเห็นได้ว่าในช่วงแรก สหภาพโซเวียตสร้างประวัติศาสตร์ด้านอวกาศโดยเริ่มต้นนำสหรัฐอเมริกาไปก่อนหลายช่วงตัว แต่ในปี ค.ศ. 1961 เกิดเหตุการณ์สำคัญ 3 เหตุการณ์ คือ

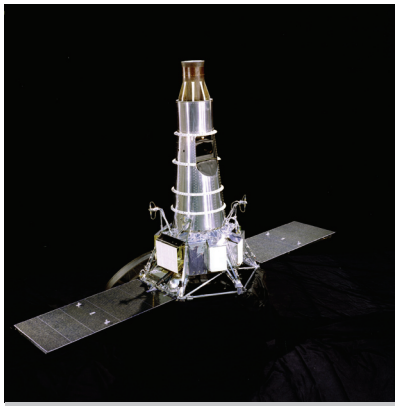
ยูริ กาการิน นักบินอวกาศคนแรกของโลก
ที่เดินทางกลับโลกอย่างปลอดภัย

อย่างแรก คือ ในเดือนเมษายน สหภาพโซเวียต ส่ง ยูริ กาการิน (Yuri Gagarin) นักบินอวกาศขึ้นสู่ห้วงอวกาศและโคจรรอบโลกหนึ่งรอบ แล้วกลับสู่โลกได้สำเร็จด้วยยานวอสท็อก (Vostok) เอาชนะฝั่งอเมริกาที่กำลังดำเนินโครงการเมอร์คิวรี (Project Mercury) ที่พยายามส่งนักบินอวกาศขึ้นสู่วงโคจรรอบโลกให้สำเร็จก่อนสหภาพโซเวียต แม้ว่าหลังจากนั้นราวหนึ่งเดือน อเมริกาสามารถส่งนักบินอวกาศอลันเชปเพิร์ด (Alan Shepard) ไปโคจรรอบโลกได้ แต่ก็ไม่ได้โคจรรอบโลกครบรอบอย่างโซเวียต

อย่างที่สอง คือ แถลงการณ์ “We choose to go to the Moon” ในเดือนพฤษภาคมของประธานาธิบดี จอห์น เอฟ เคนเนดี (John F. Kennedy) แห่งสหรัฐอเมริกา ที่มีจุดมุ่งหมายในการส่งมนุษย์ไปเยือนดวงจันทร์ แล้วกลับมาอย่างปลอดภัยให้ได้

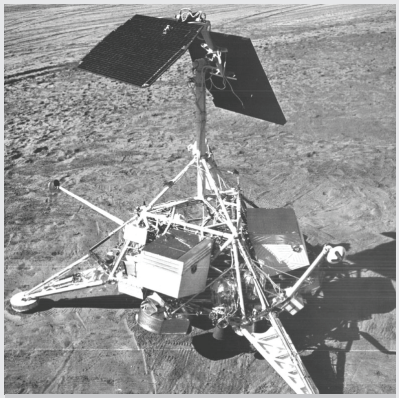


จอห์น เอฟ เคนเนดี ประธานาธิบดีคนที่ 35 ของสหรัฐอเมริกา



ยานเรนเจอร์ 7 (Ranger 7)

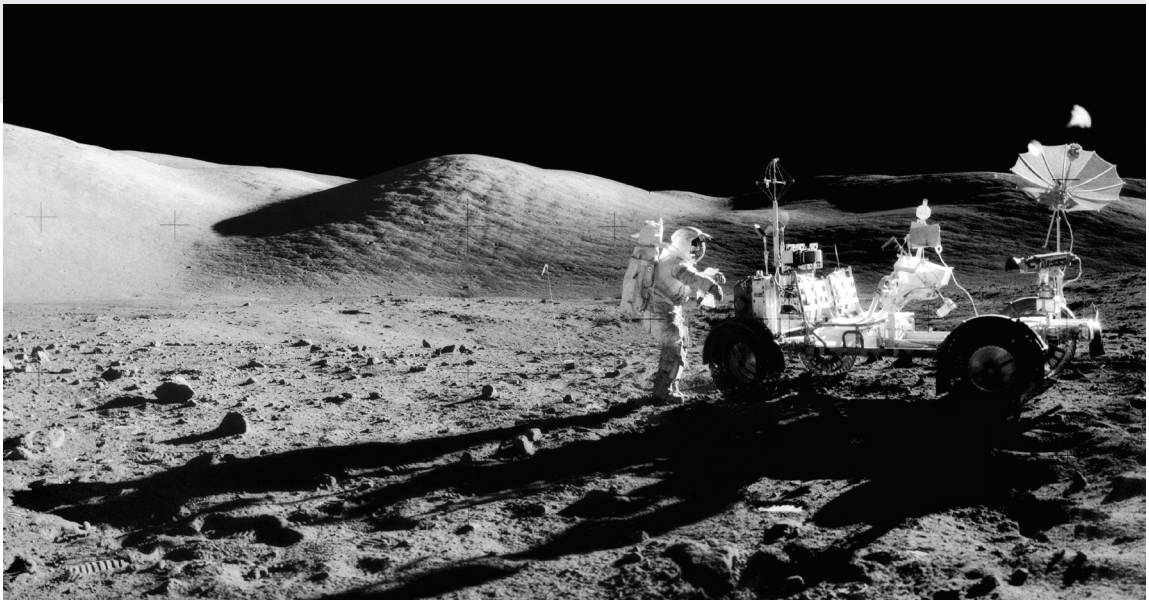
อย่างที่สาม คือ สหรัฐอเมริกาส่งยานอวกาศในโครงการเรนเจอร์ครั้งแรกแล้วล้มเหลว ก่อนหน้านั้นสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาโครงการเรนเจอร์ (Ranger program) ที่มีจุดมุ่งหมายในการส่งยานอวกาศไปเยือนดวงจันทร์ เพื่อเก็บภาพพื้นผิวดวงจันทร์ แล้วส่งข้อมูลภาพถ่ายเหล่านั้นกลับมายังโลก ก่อนที่ยานจะพุ่งเข้าสู่พื้นผิวดวงจันทร์เพื่อทำลายตัวเอง ซึ่ง 6 ครั้งแรกล้มเหลวในการส่งยาน จนกระทั่งสำเร็จในครั้งที่ 7 ยานสามารถเก็บภาพพื้นผิวดวงจันทร์มาได้กว่า 4,000 ภาพก่อนจะพุ่งสู่ผิวดวงจันทร์ ตามด้วยการส่งครั้งที่ 8 และ 9 ที่สำเร็จด้วยดี



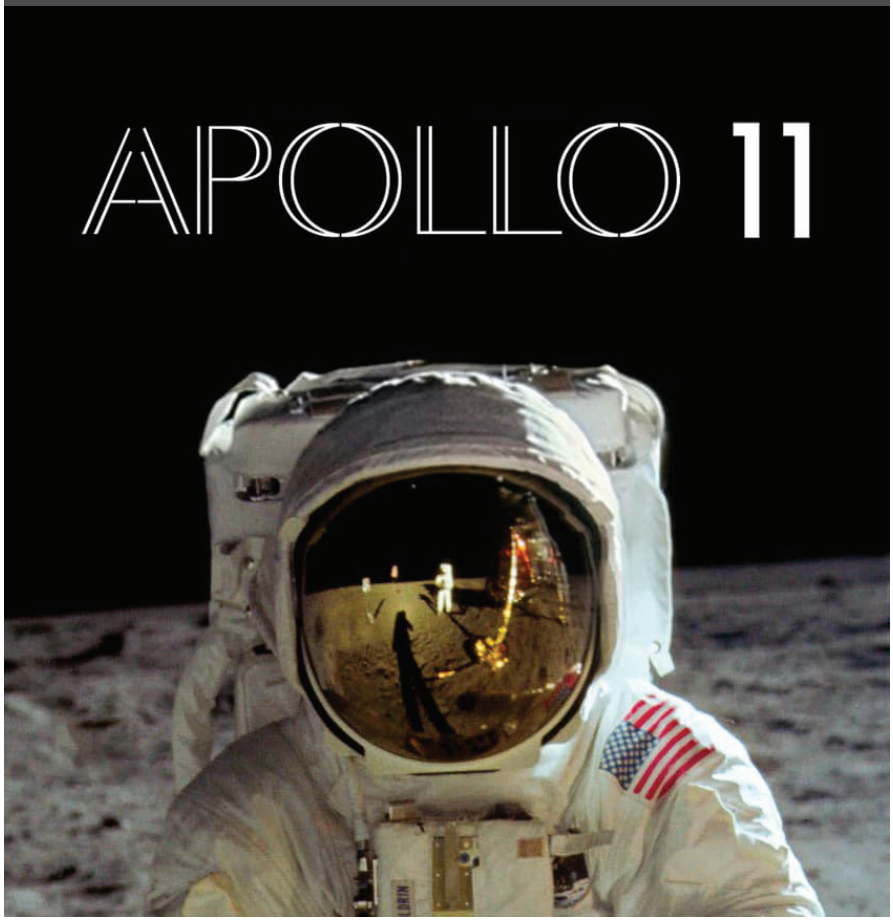
ยานเซอร์เวเยอร์ 1 (Surveyor 1)

ในช่วงนั้นการแข่งขันด้านอวกาศถูกขยับขยายไปเป็นการแข่งขันไปยังดวงจันทร์ ก้าวต่อไปที่ทั้งสองมหาอำนาจพยายามทำให้ได้ คือ การส่งยานไปลงจอดบนดวงจันทร์อย่างปลอดภัย โดยในปี ค.ศ. 1966 สหภาพโซเวียตส่งยาน ลูนา 9 ไปลงจอดบนดวงจันทร์สำเร็จก่อนสหรัฐอเมริกาจะส่งยาน เซอร์เวเยอร์ 1 (Surveyor 1) ไปลงจอดบนดวงจันทร์ถึงสามเดือน

ต่อมาสหรัฐอเมริกาจัดตั้งโครงการอะพอลโลขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อส่งมนุษย์ไปยังดวงจันทร์ให้สำเร็จให้ได้ หลังจากผ่านอุปสรรคต่าง ๆ มามากมาย จนในที่สุด วันที่ 20 กรกฎาคม ค.ศ. 1969 ยานอวกาศในภารกิจอะพอลโล 11 สามารถนำมนุษย์ไปเยือนดวงจันทร์ได้สำเร็จเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติ

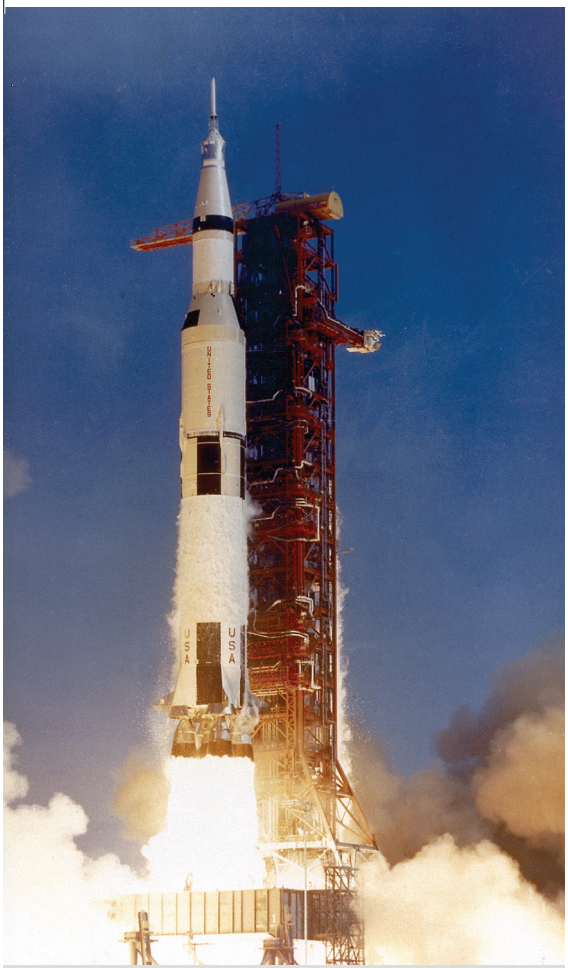


ภารกิจอะพอลโล 11 : ก้าวเล็ก ๆ ของมนุษย์บนดวงจันทร์



ภารกิจอะพอลโล 11 มีจุดมุ่งหมายหลัก คือ การส่งมนุษย์ไปยังดวงจันทร์เป็นครั้งแรกแล้วนำกลับมายังโลกอย่างปลอดภัย

ส่วนจุดหมายที่รองลงมาคือ การสำรวจทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคเชิงวิศวกรรม ได้แก่ ศึกษาองค์ประกอบของลมสุริยะ ตรวจจับการสั่นสะเทือนที่ผิวดวงจันทร์ นำกระจกสะท้อนแสงเลเซอร์ไปวางไว้บนดวงจันทร์เพื่อวัดระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ด้วยการยิงเลเซอร์ (Laser Ranging Retroreflector) เก็บตัวอย่างหินจากดวงจันทร์กลับมายังโลก ถ่ายภาพพื้นผิวดวงจันทร์ รวมถึงการถ่ายทอดสัญญาณจากผิวดวงจันทร์มายังโลก



ภาพจรวดแซทเทิร์น 5 (Saturn V) ขณะกำลังปล่อยออกจากฐานยิงจรวด ในภารกิจอะพอลโล 11

NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)

เรียงจากซ้ายไปขวา นีล อาร์มสตรอง (Neil Armstrong) ไมเคิล คอลลินส์ (Michael Collins) และ บัซซ์ อัลดริน (Buzz Aldrin)

วันที่ 16 กรกฎาคม ค.ศ. 1969 ยานอวกาศในโครงการอะพอลโล 11 พร้อมด้วยนักบินอวกาศ 3 คนได้แก่ นีล อาร์มสตรอง (Neil Armstrong) ไมเคิล คอลลินส์ (Michael Collins) และ บัซซ์ อัลดริน (Buzz Aldrin) ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศที่ศูนย์อวกาศเคนเนดี (Kennedy Space Center) แหลมคานาเวอรัล ด้วยจรวดแซทเทิร์น 5 (Saturn V) ซึ่งเป็นจรวดที่มีความสูงเท่าตึก 36 ชั้น ประกอบไปด้วยจรวดย่อย ๆ 3 ท่อน ท่อนแรกใช้สร้างแรงขับจนถึงความสูง 31 กิโลเมตรจากผิวโลก ท่อนกลางใช้สร้างแรงขับเข้าสู่วงโคจรรอบโลก และท่อนสุดท้ายใช้สร้างแรงขับดันเพื่อส่งยานอวกาศสู่ดวงจันทร์

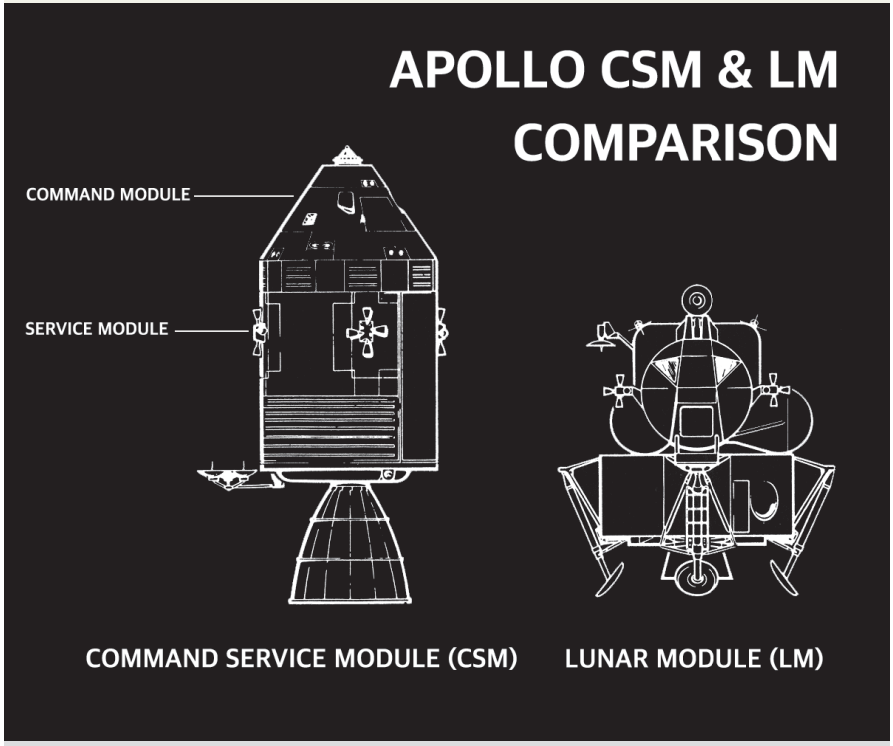
ยานอวกาศนั้นแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่

1. Command Service Module หรือ CSM (ชื่อว่า Columbia) ทำหน้าที่เป็นยานแม่ บรรทุกลูกเรือทั้งสามคน ภายในมีระบบควบคุมหลักและบรรจุเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทาง

2. Lunar Module หรือ LM (ชื่อว่า Eagle) เป็นยานที่จะใช้ลงจอดและทะยานขึ้นจากผิวดวงจันทร์ บรรทุกลูกเรือได้ 2 คน

หลังจากที่จรวดและยานอวกาศโคจรรอบโลก ได้ 1 รอบครึ่ง (2 ชั่วโมง 44 นาที) จรวดท่อนสุดท้ายก็ทำการจุดระเบิดเพื่อส่งยานอวกาศให้เดินทางสู่ดวงจันทร์ แล้ว Command Service Module ก็หลุดออกจากจรวดแล้วประกอบตัวเองเข้ากับ Lunar Module เพื่อเดินทางต่อ

ในวันที่ 19 กรกฎาคม ค.ศ. 1969 ยานอวกาศได้เข้าสู่วงโคจรรอบดวงจันทร์ นักบินอวกาศทำการตรวจสอบระบบต่าง ๆ ของ Lunar Module จนพร้อม

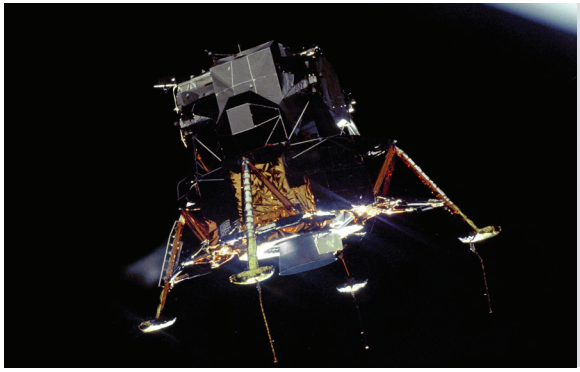


ภาพเปรียบเทียบ Command Service Module (ซ้าย) กับ Lunar Module (ขวา)

นีล อาร์มสตรอง และ บัซซ์ อัลดริน เข้าสู่ Lunar Module แล้วแยกตัวเพื่อลงจอดบนดวงจันทร์ ส่วนไมเคิล คอลลินส์ นั้นยังอยู่บน Command Service Module ที่โคจรไปรอบ ๆ ดวงจันทร์เพื่อดูแลการสื่อสารจาก Lunar Module กลับไปยังโลก

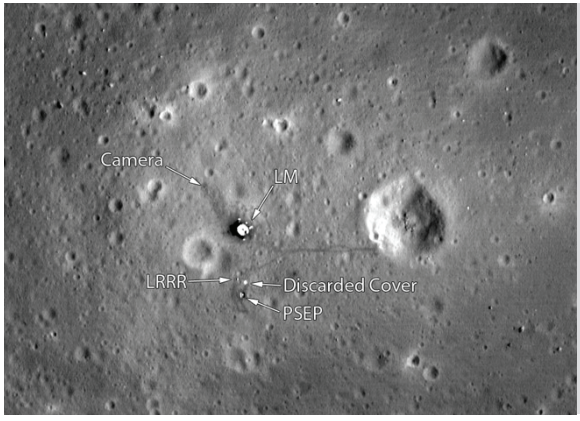
เนื่องจากดวงจันทร์ไม่มีชั้นบรรยากาศเหมือนอย่างโลกของเรา ดังนั้นขณะที่ Lunar Module ค่อย ๆ เคลื่อนที่ลงสู่ผิวดวงจันทร์จึงต้องส่งสัญญาณคลื่นไมโครเวฟสู่ผิวดวงจันทร์แล้วตรวจจับการสะท้อนกลับมาเพื่อให้รู้ตำแหน่งของตัว Lunar Module เอง

ระหว่างการลงจอด คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ระบุตำแหน่ง ส่วนนักบินอวกาศต้องคอยสังเกตสภาพพื้นผิวที่ลงจอดให้เหมาะสม



Lunar Module กำลังร่อนลงจอดบนพื้นผิวดวงจันทร์ ภายในยานคือ นีล อาร์มสตรอง และ บัซซ์ อัลดริน

ในที่สุด วันที่ 20 กรกฎาคม ค.ศ. 1969 เวลา 20:17 UTC Lunar Module ก็ลงจอดบนดวงจันทร์ได้สำเร็จ ในตำแหน่งที่มีชื่อว่า “ทะเลแห่งความเงียบสงบ (Sea of Tranquility)” ซึ่งเป็นที่ราบที่เกิดจากลาวาไหลท่วมผิวดวงจันทร์เมื่อนานมาแล้ว



ภาพถ่ายโดยยาน LRO ที่ตำแหน่งลงจอดของ Lunar Module

นีล อาร์มสตรอง ก้าวเท้าซ้ายเหยียบดวงจันทร์ แล้วกล่าวคำพูดว่า

“ นี่เป็นก้าวเล็ก ๆ ของมนุษย์คนหนึ่ง แต่เป็นก้าวที่ยิ่งใหญ่ของมนุษยชาติ”

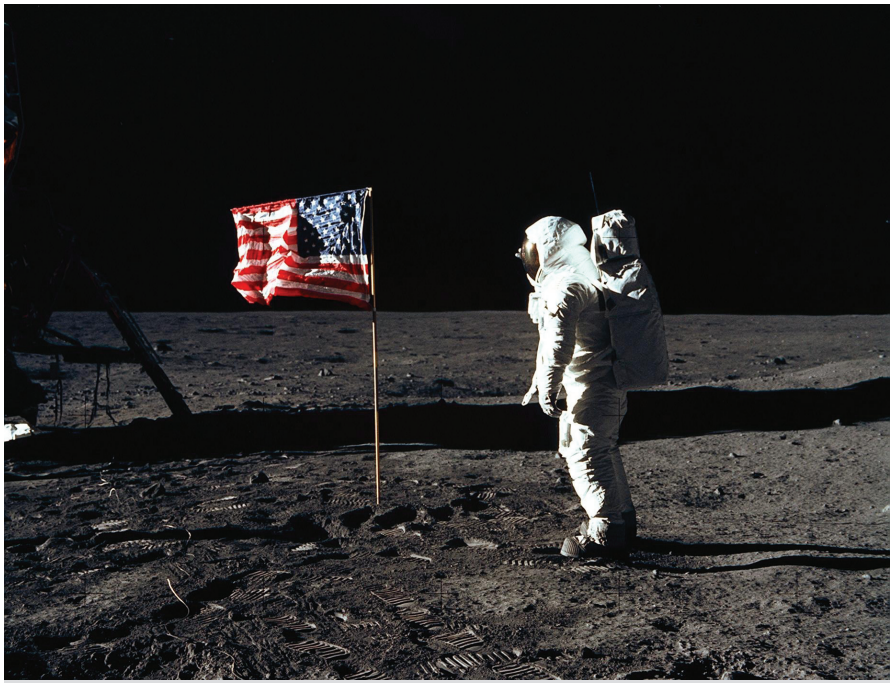
“one small step for a man, one giant leap for mankind”

ภาพรอยเท้าของบัซซ์ อัลดริน ที่ถ่ายโดยนีล อาร์มสตรอง

ในขณะนั้นมีผู้ชมทั่วโลกกว่า 530 ล้านคนที่เฝ้าติดตามการถ่ายทอดสด การก้าวลงบนดวงจันทร์ของภารกิจนี้

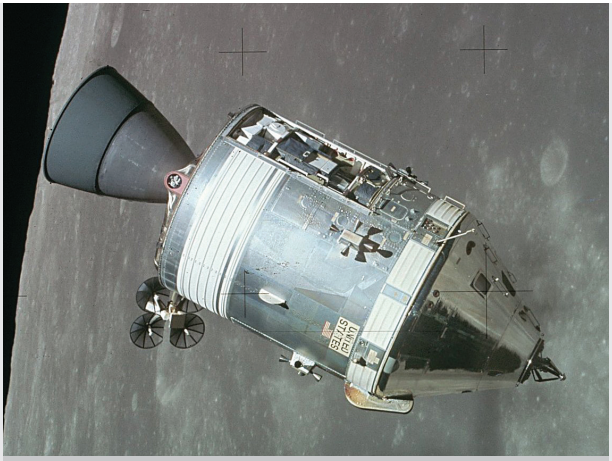
จากนั้นนักบินคนที่สอง บัซซ์ อัลดริน ก็ตามออกมาบนดวงจันทร์ แรงโน้มถ่วงบนดวงจันทร์ที่อ่อนกว่าบนผิวโลกของเรา ถึง 6 เท่าทำให้พวกเขาเคลื่อนไหวเหมือนภาพวิดีโอสโลวโมชั่น

พวกเขาปักธงชาติสหรัฐอเมริกาไว้บนดวงจันทร์ แล้วติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ กระจกสะท้อนเลเซอร์ เครื่องวัดลมสุริยะ และเครื่องวัดคลื่นไหวสะเทือน พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างหินและดินจากดวงจันทร์จำนวน 22 กิโลกรัม



ภาพบัซซ์ อัลดรินปักธงชาติอเมริกาลงบนพื้นผิวดวงจันทร์ ถ่ายโดยนีล อาร์มสตรอง

นอกจากนี้ทั้งสองคนได้ทิ้งสิ่งของไว้บนดวงจันทร์ ได้แก่ แผ่นดิสก์ข้อมูลข้อความจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก แผ่นป้ายของโครงการการอะพอลโล 1 เหรียญจากนักบินอวกาศรัสเซีย และสัญลักษณ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา



Command Service Module ที่ใช้ในภารกิจอะพอลโล

นักบินอวกาศทั้งสองปฏิบัติภารกิจอยู่บนดวงจันทร์เป็นระยะเวลา 21 ชั่วโมง 36 นาที ซึ่งรวมเวลาหลับอีก 7 ชั่วโมงแล้ว เมื่อภารกิจทุกอย่างเสร็จสิ้น วันที่ 21 กรกฎาคม ค.ศ. 1969 นีล อาร์มสตรอง และบัซซ์ อัลดริน เดินทางออกจากผิวดวงจันทร์เข้าสู่วงโคจรรอบดวงจันทร์ด้วย Lunar Module ส่วนบนซึ่งจะทำการจุดระเบิดสร้างแรงขับดันโดยทิ้งฐานของ Lunar Module ไว้บนพื้นผิวดวงจันทร์ (แรงโน้มถ่วงบนผิวดวงจันทร์ต่ำกว่าโลก ทำให้ไม่จำเป็นต้องสร้างแรงขับมากมายเหมือนจรวดบนโลก) จากนั้น Lunar Module ส่วนบนได้เชื่อมต่อกับ Command Service Module ที่โคจรรออยู่แล้ว ทำการย้ายสิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องนำกลับโลก เช่น หิน จากดวงจันทร์ มายัง Command Service Module แล้วจึงปลด Lunar Module ส่วนบนให้ตกกลับไปยังผิวดวงจันทร์ จากนั้นทั้งสามก็เดินทางกลับสู่โลก

รู้หรือไม่

ก่อนจะส่งมนุษย์คนแรกไปเหยียบดวงจันทร์ มีสัตว์นับสิบชนิดที่ถูกส่งไปในอวกาศ ได้แก่ หนู สุนัข แมว ลิง แมลงวัน แมงมุม กบ เต่า นิวท์ หมีน้ำ เพื่อทดสอบความปลอดภัยของนักบินอวกาศในสภาวะต่าง ๆ สัตว์เหล่านี้ช่วยให้มนุษยชาติได้เรียนรู้และเข้าใจสภาวะไร้น้ำหนักมาจนถึงปัจจุบัน

สภาพของ Command Module ภายหลังจากตกลงมาถึงพื้นโลก

Command Module ของอะพอลโล 11 ที่กำลังลอยอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิก ขณะที่ทหารเรือสหรัฐอเมริกา 4 นาย กำลังเข้าช่วยเหลือนักบินอวกาศ

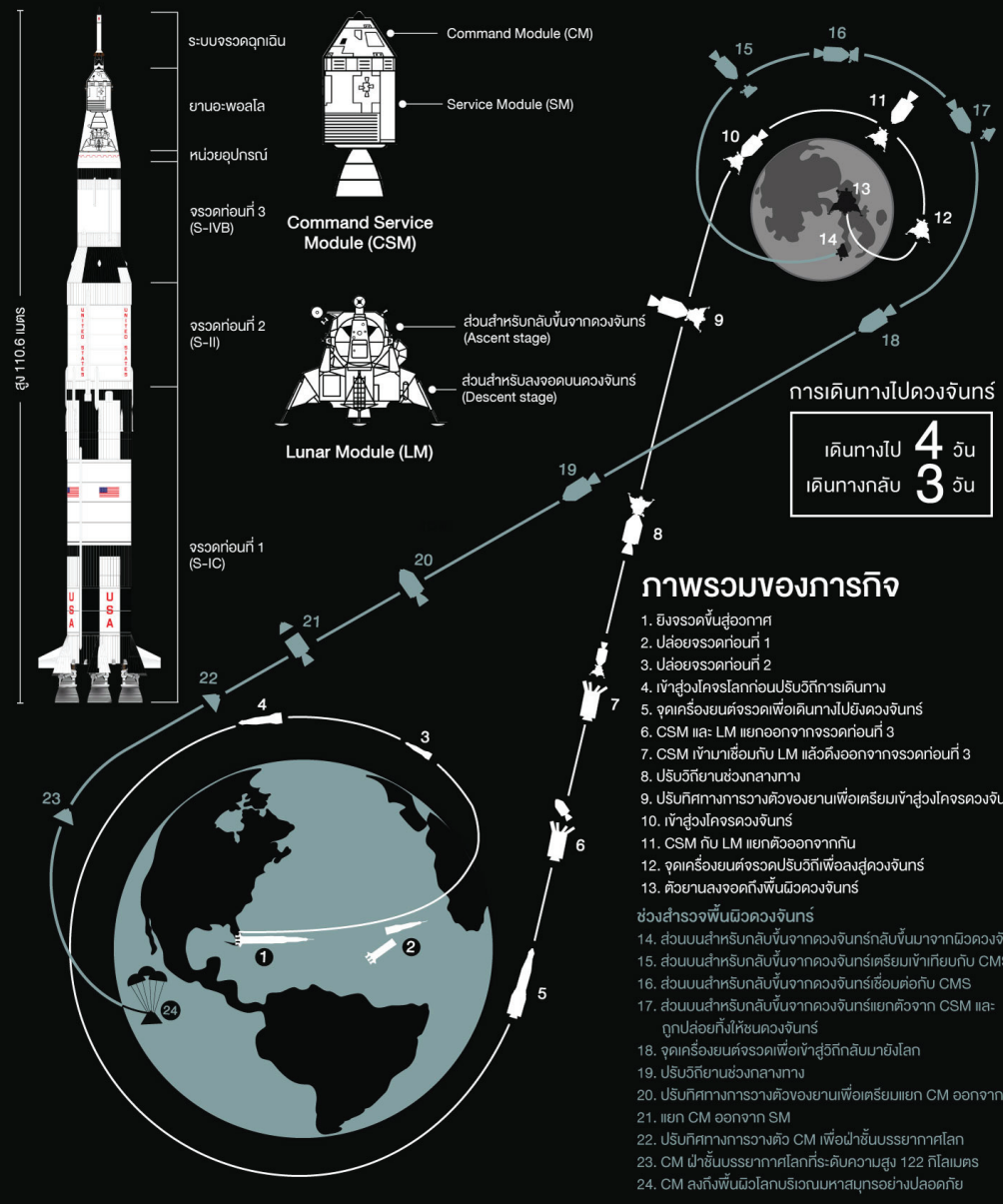
วันที่ 24 กรกฎาคม ค.ศ. 1969 ยานอวกาศในโครงการอะพอลโล 11 เข้าสู่ชั้นบรรยากาศโลกด้วยความเร็ว 11 กิโลเมตรต่อวินาที การออกแบบชั้นกันความร้อนช่วยให้ยานอวกาศไม่ถูกเผาไหม้ไปเสียก่อน แล้วตกสู่มหาสมุทรแปซิฟิกอย่างปลอดภัยในที่สุด

ทั้งหมดนี้เป็นภาพรวมของภารกิจอะพอลโล 11

ภารกิจประวัติศาสตร์ที่ส่งมนุษย์ไปยืนอยู่บนดวงจันทร์ได้เป็นครั้งแรก

ภาพขบวนพาเหรดเฉลิมฉลองความสำเร็จของภารกิจ Apollo 11 ภายในเมืองนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา

ภาพภายในศูนย์ควบคุมหลัก ขณะที่นักบินอวกาศสามารถสัมผัสบนผืนมหาสมุทรได้อย่างปลอดภัย



ภาพรวมของภารกิจ

1. ยิงจรวดขึ้นสู่อวกาศ
2. ปล่อยจรวดท่อนที่ 1
3. ปล่อยจรวดท่อนที่ 2
4. เข้าสู่วงโคจรโลกก่อนปรับวิถีการเดินทาง
5. จุดเครื่องยนต์จรวดเพื่อเดินทางไปยังดวงจันทร์
6. CSM และ LM แยกออกจากจรวดท่อนที่ 3
7. CSM เข้ามาเชื่อมกับ LM แล้วดึงออกจากจรวดท่อนที่ 3
8. ปรับวิถียานช่วงกลางทาง
9. ปรับทิศทางการวางตัวของยานเพื่อเตรียมเข้าสู่วงโคจรดวงจันทร์
10. เข้าสู่วงโคจรดวงจันทร์
11. CSM กับ LM แยกตัวออกจากกัน
12. จุดเครื่องยนต์จรวดปรับวิถีเพื่อลงสู่ดวงจันทร์
13. ตัวยานลงจอดถึงพื้นผิวดวงจันทร์

ช่วงสำรวจพื้นผิวดวงจันทร์

14. ส่วนบนสำหรับกลับขึ้นจากดวงจันทร์กลับขึ้นมาจากผิวดวงจันทร์
15. ส่วนบนสำหรับกลับขึ้นจากดวงจันทร์เตรียมเข้าเทียบกับ CMS
16. ส่วนบนสำหรับกลับขึ้นจากดวงจันทร์เชื่อมต่อกับ CMS
17. ส่วนบนสำหรับกลับขึ้นจากดวงจันทร์แยกตัวจาก CSM และถูกปล่อยทิ้งให้ชนดวงจันทร์
18. จุดเครื่องยนต์จรวดเพื่อเข้าสู่วิถีกลับมายังโลก
19. ปรับวิถียานช่วงกลางทาง
20. ปรับทิศทางการวางตัวของยานเพื่อเตรียมแยก CM ออกจาก SM
21. แยก CM ออกจาก SM
22. ปรับทิศทางการวางตัว CM เพื่อฝ่าชั้นบรรยากาศโลก
23. CM ฝ่าชั้นบรรยากาศโลกที่ระดับความสูง 122 กิโลเมตร
24. CM ลงถึงพื้นผิวโลกบริเวณมหาสมุทรอย่างปลอดภัย

แผนภาพการเดินทางไปดวงจันทร์ด้วยจรวดแซทเทิร์น 5 ซึ่งเป็นจรวดที่ใช้ในทุกภารกิจอะพอลโล

หินจากดวงจันทร์บอกอะไรกับเรา ?

หลังจากนักบินอวกาศในภารกิจอะพอลโล 11 นำหินจากดวงจันทร์กลับมายังโลก มีการค้นพบแร่ใหม่ 3 ชนิดนั่นคือ Pyroxferroite, Tranquillityite ซึ่งถูกตั้งชื่อตาม Mare Tranquillitatis บริเวณที่ยานอะพอลโล 11 ลงจอด, และ Armalcolite ที่ถูกตั้งตามชื่อตัวอักษรแรกของชื่อนักบินอวกาศทั้งสาม Armstrong Aldrin และ Collins

แร่ armalcolite ขนาด 5 มิลลิเมตร

ภารกิจอะพอลโลครั้งถัด ๆ มาก็มีการนำหินจากดวงจันทร์กลับมายังโลกเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ทำให้นักวิทยาศาสตร์พบหลักฐานเกี่ยวกับการกำเนิดของดวงจันทร์ จากอัตราส่วนของไอโซโทปในหินเหล่านั้น

ธาตุแต่ละชนิดล้วนมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนที่แตกต่างกันได้ ซึ่งเราเรียกธาตุที่มีจำนวนนิวตรอนแตกต่างกันนี้ว่าเป็นไอโซโทปกัน

ตัวอย่างหินดวงจันทร์ที่นำกลับมาในโครงการอะพอลโล 16 (ซ้าย) และโครงการอะพอลโล 17 (ขวา) ทั้งสองโครงการเกิดขึ้นภายในปี ค.ศ. 1972

การวิเคราะห์องค์ประกอบของหินจากดวงจันทร์อย่างละเอียดทำให้นักวิทยาศาสตร์พบว่าไอโซโทปออกซิเจนของหินจากดวงจันทร์มีความแตกต่างจากหินบนโลกเล็กน้อย กล่าวคือ หินจากดวงจันทร์มีอัตราส่วน ออกซิเจน (O-17) มากกว่าหินบนโลก ราว 12 ในล้านส่วน

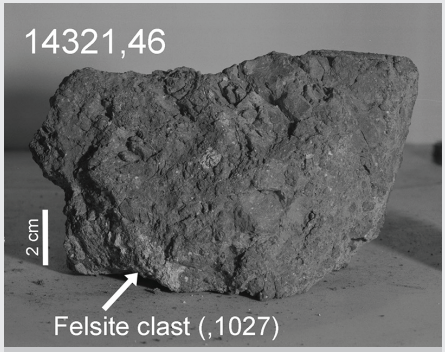
อัตราส่วนไอโซโทปออกซิเจนที่แตกต่างกันนี้บ่งบอกอะไร?

ทฤษฎีการกำเนิดดวงจันทร์ที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อถือที่สุด คือ ทฤษฎีการชนครั้งใหญ่ ซึ่งหากทฤษฎีนี้เป็นจริง ดวงจันทร์ควรมีองค์ประกอบเกือบจะเหมือนโลกของเรา โดยมีความแตกต่างออกไปเล็กน้อย ซึ่งตรงกับผลการวิเคราะห์หินจากดวงจันทร์

อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์จำนวนหนึ่งยังไม่ถึงขั้นปักใจเชื่อเต็มร้อย ผู้เชี่ยวชาญบางคนให้ความเห็นว่าความแตกต่างที่วัดได้นี้น้อยเกินกว่าจะนับเป็นข้อบ่งชี้ถึงต้นกำเนิดดวงจันทร์

นักวิจัยบางคนระบุว่า ตัวอย่างหินจากดวงจันทร์ที่เก็บมาได้จากโครงการอะพอลโล มาจากพื้นผิวดวงจันทร์ 3 ตำแหน่ง ซึ่งในเชิงสถิตินั้นนับว่าน้อยเกินกว่าจะใช้เป็นตัวอย่างของดวงจันทร์ทั้งดวง

ข้อสังเกตเพิ่มเติมคือ นักวิจัยบางคนเสนอว่าควรทำการตรวจสอบไอโซโทปของธาตุอื่น ๆ อย่าง ไทเทเนียม หรือ ซิลิคอน ซึ่งแต่เดิมเคยตรวจวัดอัตราส่วนไอโซโทปได้เหมือนกับหินบนโลก แต่หากตรวจละเอียดมาก ๆ อาจได้ผลลัพธ์ที่ชัดเจนขึ้น



แร่ Armalcolite ขนาด 5 มิลลิเมตร

อีกหนึ่งกรณีศึกษาที่น่าสนใจ คือ เมื่อปลายเดือนมกราคม ค.ศ. 2019 ทีมนักวิทยาศาสตร์ตีพิมพ์ผลการวิเคราะห์หินดวงจันทร์ที่นำกลับมาจากโครงการ Apollo 14 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 พบว่าในตัวอย่างเหล่านั้นมีเศษหินเก่าแก่โบราณจากบนโลกอยู่ สันนิษฐานว่ามันกระเด็นไปอยู่บนดวงจันทร์เนื่องจากโลกของเราถูกชนโดยดาวเคราะห์น้อยหรือดาวหางอย่างรุนแรงเมื่อ 4 พันล้านปีก่อน ซึ่งในตอนนั้นดวงจันทร์อยู่ใกล้กับโลกมากกว่านี้ประมาณ 3 เท่า

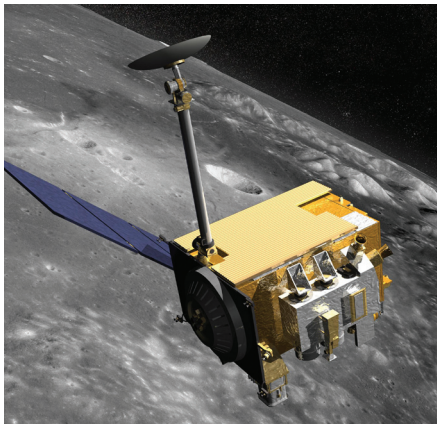
เหตุที่นักวิทยาศาสตร์รู้ว่ามันเป็นหินจากโลกเพราะเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบแล้วพบว่ามันประกอบด้วยแร่ควอตซ์ แร่เฟลด์สปาร์ (feldspar) และแร่อื่นๆ ที่พบทั่วไปบนโลกของเราแต่หายากมากบนดวงจันทร์ นอกจากนี้ลักษณะของผลึกยังบ่งชี้ว่าหินก้อนนี้เกิดจากการะบวนการทางธรณีบนโลกที่ระดับความลึก 20 กิโลเมตรใต้ผิวโลก

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอุกกาบาตที่ชนโลกอย่างรุนแรงทำให้มีเศษหินบนโลกปลิวไปตกบนดวงจันทร์จำนวนหนึ่ง จากนั้นจึงถูกกลบฝังด้วยอุกกาบาตที่พุ่งชนผิวดวงจันทร์

อย่างไรก็ตาม ยังมีความเป็นไปได้ว่าหินก้อนนี้เกิดขึ้นบนดวงจันทร์ แต่อาจเกิดภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากหินส่วนใหญ่ เช่น เกิดขึ้นใต้ผิวดวงจันทร์ที่ระดับความลึกมาก ๆ และด้วยความที่มันเป็นหินตัวอย่างแรกที่มีลักษณะเช่นนี้ทำให้ยากต่อการสรุปผล

ภารกิจสำรวจดวงจันทร์ | ยานที่กำลังปฏิบัติภารกิจอยู่

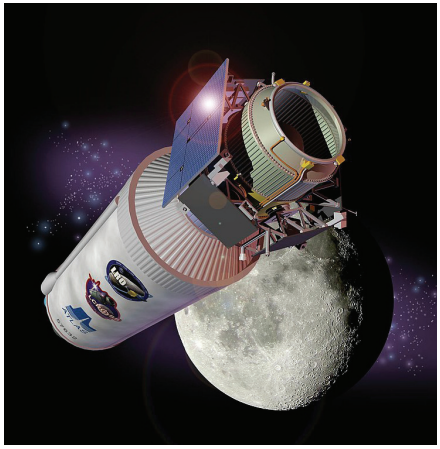
ลูนาร์ รีคอนเนสเซนส์ ออร์บิเทอร์ (Lunar Reconnaissance Orbiter, LRO)



ประเภทยาน : ยานโคจรรอบดาว (Orbiter)
หน่วยงาน : องค์การบริหารการบินอวกาศสหรัฐอเมริกา (NASA)
ส่งขึ้นสู่อวกาศ : 18 มิถุนายน ค.ศ. 2009

- เก็บข้อมูลเพื่อวางแผนโครงการสำรวจดวงจันทร์ของสหรัฐอเมริกาในอนาคต
- ทำแผนที่เพื่อหาพื้นที่ลงจอด
- ค้นหาทรัพยากรธรรมชาติที่อาจเป็นประโยชน์
- ศึกษาสภาพการแผ่รังสีบนดวงจันทร์
- ทำแผนที่พื้นผิวดวงจันทร์ 3 มิติ และถ่ายภาพพื้นผิวความละเอียดสูง

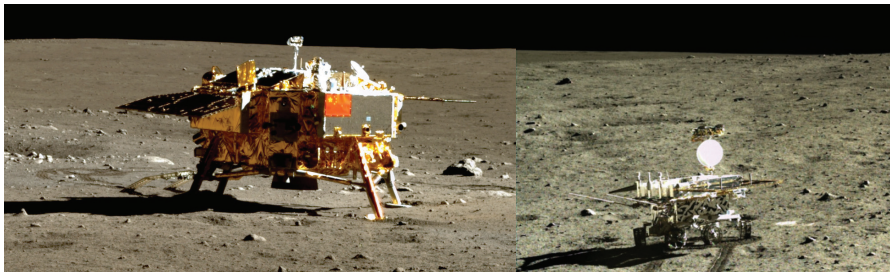
ดาวเทียมแอลครอส (Lunar CRater Observation and Sensing Satellite : LCROSS)



ประเภทยาน : ยานโคจรรอบดาว (Orbiter)
หน่วยงาน : องค์การบริหารการบินอวกาศสหรัฐอเมริกา (NASA)
ส่งขึ้นสู่อวกาศ : 18 มิถุนายน ค.ศ. 2009

- ส่งไปพร้อมกับยาน LRO
- ศึกษาหลุมอุกกาบาตบริเวณขั้วของดวงจันทร์ ซึ่งเป็นหลุมที่แสงจากดวงอาทิตย์ส่องไปไม่ถึง
- ใช้จรวดเซนทอร์พุ่งชนที่หลุมอุกกาบาต ให้สารฟุ้งกระจายเหนือพื้นผิว แล้วเคลื่อนที่ตัดผ่านเพื่อเก็บข้อมูล
- ค้นพบน้ำแข็งที่หลุมอุกกาบาต Cabeus บริเวณขั้วใต้ของดวงจันทร์

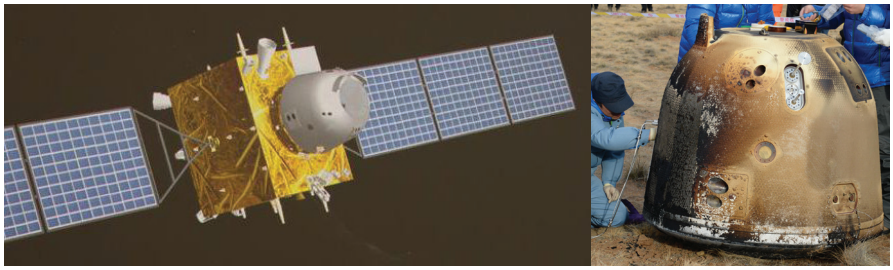
ฉางเอ๋อ 3 (Chang'e 3) และยวี่ทู่ (Yutu)



ประเภทยาน : ฉางเอ๋อ 3 เป็นยานลงจอด (Lander), ยวี่ทู่เป็นยานเคลื่อนที่ได้ (Rover)
หน่วยงาน : องค์การอวกาศแห่งชาติจีน (CNSA)
ส่งขึ้นสู่อวกาศ : 1 ธันวาคม ค.ศ. 2013

- ยวี่ทู่เป็นรถขนาดเล็กบรรจุอยู่ในตัวยานฉางเอ๋อ 3
- ทดสอบการลงจอดและเทคโนโลยีรถหุ่นยนต์
- สำรวจสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นผิวดวงจันทร์
- ศึกษาสภาพของพลาสมาในอวกาศบริเวณดวงจันทร์
- ศึกษาวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ จากพื้นผิวดวงจันทร์

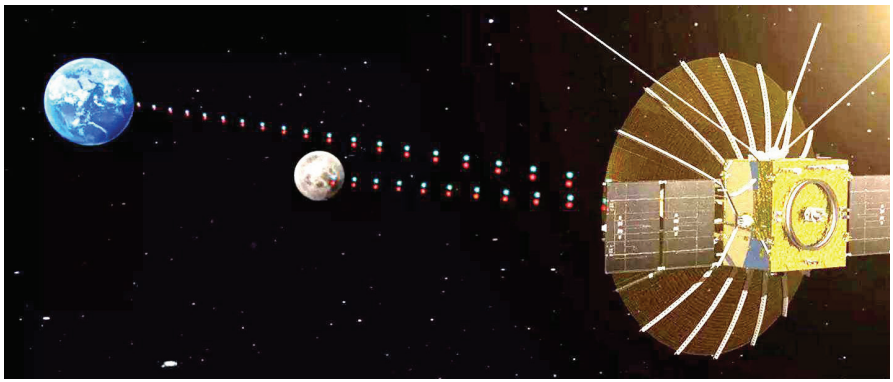
ฉางเอ๋อ 5-ที 1 (Chang'e 5-T1)



ประเภทยาน : ยานโคจรรอบดาว (Orbiter)
หน่วยงาน : องค์การอวกาศแห่งชาติจีน (CNSA)
ส่งขึ้นสู่อวกาศ : 23 ตุลาคม ค.ศ. 2015

- ยานต้นแบบเพื่อทดสอบเทคโนโลยีในภารกิจฉางเอ๋อ 5 ซึ่งมีกำหนดจะขึ้นสู่อวกาศภายในปี ค.ศ. 2019
- ทดสอบการส่งแคปซูลจากดวงจันทร์กลับมายังโลกได้สำเร็จในปี ค.ศ. 2015
- ส่วน Service Module ของยานมีการขยายภารกิจให้โคจรรอบดวงจันทร์เพื่อหาตำแหน่งลงจอดของภารกิจในอนาคต

เชวี่ยเฉียว (Queqiao)



ประเภทยาน : ยานโคจรรอบดาว (Orbiter)
หน่วยงาน : องค์การอวกาศแห่งชาติจีน (CNSA)
ส่งขึ้นสู่อวกาศ : 21 พฤษภาคม ค.ศ. 2018

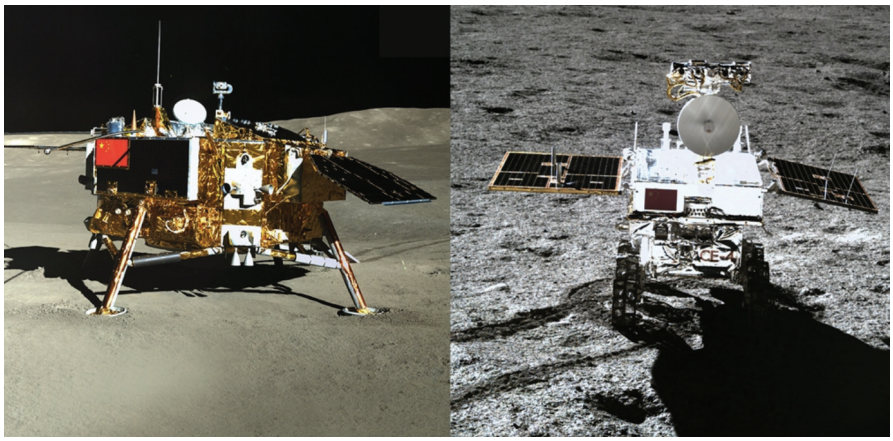
- โคจรรอบดวงจันทร์เพื่อเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างยานฉางเอ๋อ 4 ยวี่ทู่ 2 กับสถานีบนพื้นโลก

หลงเจียง 2 (LONGJIANG 2)

ประเภทยาน : ยานโคจรรอบดาว (Orbiter)
หน่วยงาน : องค์การอวกาศแห่งชาติจีน (CNSA)
ส่งขึ้นสู่อวกาศ : 18 พฤษภาคม ค.ศ. 2018

- ดาวเทียมฝาแฝดขนาดเล็ก คือ หลงเจียง 1 และหลงเจียง 2
- หลงเจียง 1 ล้มเหลวในการโคจรรอบดวงจันทร์
- ศึกษาคลื่นวิทยุความถี่ต่ำ (1 - 30 เมกะเฮิร์ตซ์) จากวัตถุอวกาศ

ฉางเอ๋อ 4 (Chang'e 4) และยวี่ทู่ 2 (Yutu 2)



ประเภทยาน : ฉางเอ๋อ 4 เป็นยานลงจอด (Lander), ยวี่ทู่ 2 เป็นยานเคลื่อนที่ได้ (Rover)

หน่วยงาน : องค์การอวกาศแห่งชาติจีน (CNSA)

ส่งขึ้นสู่อวกาศ : 8 ธันวาคม ค.ศ. 2018

- รุ่นปรับปรุงของฉางเอ๋อ 3
- ยานสำรวจลำแรกที่ลงจอดบนด้านไกลของดวงจันทร์
- ศึกษาดาราศาสตร์ในช่วงคลื่นวิทยุความถี่ต่ำ
- ตรวจสอบแร่และรังสี
- ศึกษาคลื่นไหวสะเทือน ศึกษารังสีคอสมิก
- ทดลองทางชีววิทยา ภายในยานลงจอดจะมีกล่อง "ชีวาลัยจิ๋ว" มีการทดลองฟักไข่ของหนอนไหมและปลูกเมล็ดพืชบางชนิด

โครงการสำรวจดวงจันทร์ในอนาคต

การส่งยานไปสำรวจดวงจันทร์

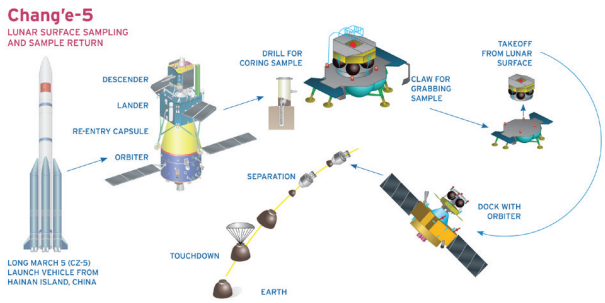
จันทรายาน 2 (Chandrayaan-2)

คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศวันที่ 15 กรกฎาคม ค.ศ. 2019

เป็นยานสำรวจดวงจันทร์ลำที่สองต่อจากยาน จันทรายาน 1 (Chandrayaan-1) ของประเทศอินเดีย โดยองค์การวิจัยอวกาศแห่งอินเดีย (ISRO) ประกอบด้วยยานโคจรรอบ และยานสำรวจภาคพื้น มีแผนลงจอดบริเวณใกล้กับขั้วใต้ของดวงจันทร์ระหว่างหลุมอุกกาบาต Manzinus C กับ Simpelius N

หากสำเร็จจะเป็นยานลำแรกที่สามารถลงจอดบริเวณใกล้กับขั้วใต้ได้ มีภารกิจเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ทดสอบเทคโนโลยี และการทดลองใหม่ๆ บนพื้นผิวของดวงจันทร์

ฉางเอ๋อ 5 (Chang'e 5)



คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศเดือนธันวาคม ค.ศ. 2019

เป็นยานสำรวจดวงจันทร์ของประเทศจีน ที่ทำภารกิจต่อจากยาน Chang'e 4 ประกอบด้วยยานลงจอด และยานเก็บตัวอย่าง ภารกิจหลักคือการเก็บตัวอย่างของดิน และหินบนพื้นผิวดวงจันทร์อย่างน้อย 2 กิโลกรัม กลับสู่โลกเป็นครั้งแรกเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

Smart Lander for Investigating Moon (SLIM)

คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 2021

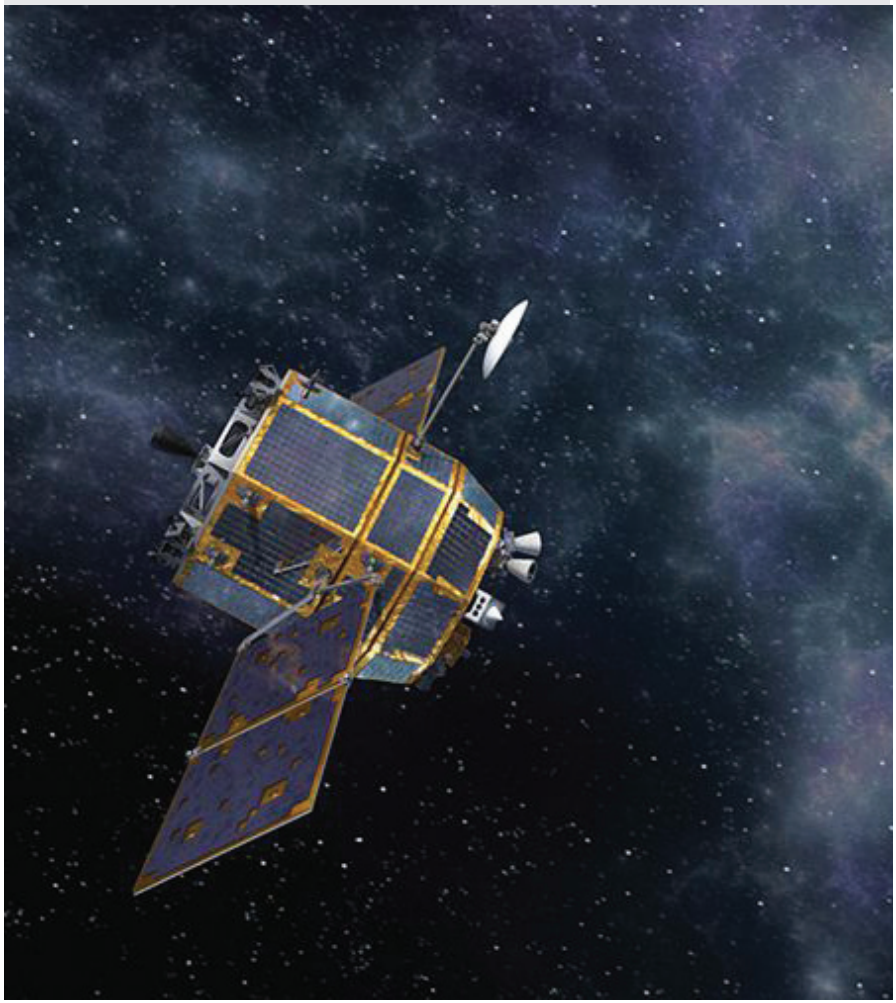
เป็นยานสำหรับภารกิจดวงจันทร์ครั้งแรกของประเทศญี่ปุ่น โดยองค์การวิจัยและพัฒนาการสำรวจอวกาศญี่ปุ่น (JAXA)

ยานลำนี้มีเป้าหมายที่จะลงจอดอย่างนุ่มนวลและแม่นยำที่สุดใกล้กับบริเวณหลุม Marius Hills Hole ที่มีลักษณะเป็นท่อลาวา โดยคลาดเคลื่อนในระยะไม่เกิน 100 เมตร พร้อมทั้งมีระบบที่สามารถจดจำหลุมอุกกาบาตได้โดยใช้เทคโนโลยีเช่นเดียวกับระบบจดจำใบหน้า ในการระบุตำแหน่งปัจจุบันจากข้อมูลที่รวบรวมโดยยาน SELENE (Kaguya) เพื่อพัฒนาระบบลงจอดและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับโครงการสำรวจอากาศในอนาคต

The Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO)

คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 2021

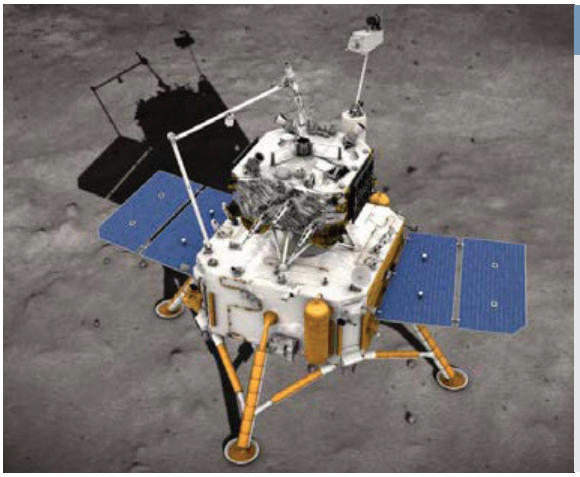
เป็นยานสำรวจโคจรรอบดวงจันทร์ของประเทศเกาหลีใต้ โดยสถาบันวิจัยการบินอวกาศสาธารณรัฐเกาหลี (KARI) มีภารกิจเพื่อสำรวจองค์ประกอบของพื้นผิวบนดวงจันทร์อย่างน้ำแข็งและธาตุต่างๆ เพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศเตรียมพร้อมสำหรับการเลือกจุดลงจอดบนดวงจันทร์และนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการสำรวจดวงจันทร์ในอนาคต



Autonomous Landing and Navigation Module (ALINA)

คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 2021

เป็นภารกิจดวงจันทร์จากบริษัทเอกชน PTScientists GmbH ที่เกิดจากการรวมกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในประเทศเยอรมนี ซึ่งเคยร่วมเข้าแข่งขันโครงการ Google Lunar X-Prize และเสร็จสิ้นลงโดยไม่มีผู้ชนะ แต่ทีมยังคงสานต่อเป้าหมายภารกิจสำรวจดวงจันทร์ต่อไป ภารกิจนี้ประกอบด้วยยานหลักหนึ่งลำและยานเคลื่อนที่สองลำที่ได้รับการสนับสนุนโดย Audi มีภารกิจเพื่อศึกษาการลงจอดบนดวงจันทร์ โดยจะลงจอดบริเวณหุบเขา Taurus–Littrow และทำการถ่ายภาพด้วยกล้อง 3 มิติ พร้อมทั้งส่งข้อมูลกลับมาวิเคราะห์ยังโลกต่อไป



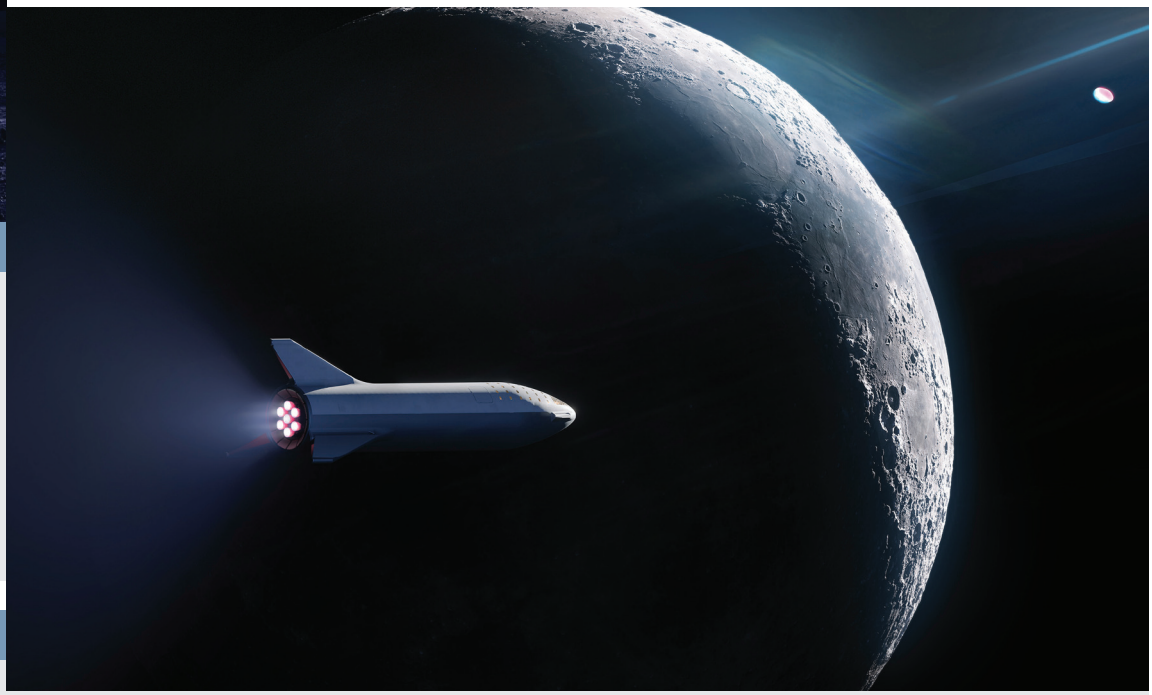
ฉางเอ๋อ 6 (Chang'e 6)

คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 2023

เป็นยานสำรวจดวงจันทร์ของประเทศจีน ถูกสร้างมาให้คล้ายกับยาน Chang'e 5 เพื่อเป็นยานสำรองหากภารกิจล้มเหลว ภารกิจหลักคือการเก็บตัวอย่างบริเวณขั้วใต้ด้านใกล้ หรือด้านไกลของดวงจันทร์ หลังจากเก็บตัวอย่างแล้ว ยานจะส่งตัวอย่างต่อไปยังยานที่โคจรรอบดวงจันทร์ และส่งกลับมายังโลก เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์

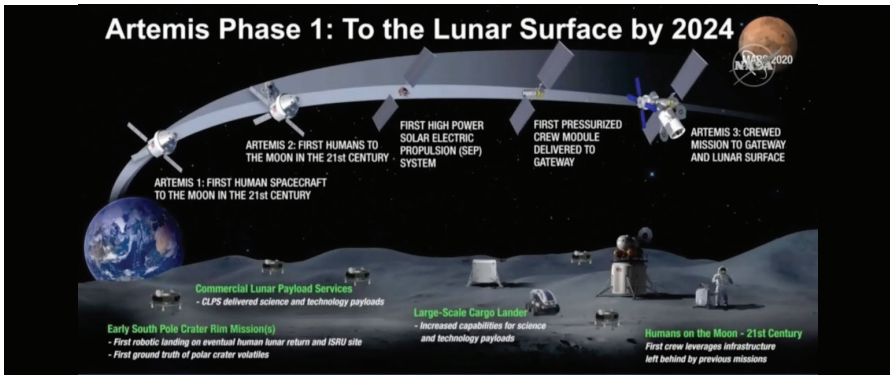
DearMoon Project



คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 2023

เป็นโครงการท่องเที่ยวดวงจันทร์ โดยจรวด Big Falcon Rocket (BFR) ของบริษัท SpaceX ร่วมสนับสนุนโดยยูซากุ มาเอซาวะ (Yusaku Maezawa) มหาเศรษฐีเจ้าของธุรกิจขายแฟชั่นออนไลน์ ZOZO ซึ่งเหมาเที่ยวบินนี้ทั้งหมด และคัดเลือกศิลปินทั่วโลกในหลายสาขา อาทิ จิตรกร ช่างแกะสลัก ดีไซน์เนอร์ สถาปนิก ฯลฯ จำนวน 6-8 คน ร่วมเดินทางไปด้วยและออกค่าใช้จ่ายให้ทั้งหมด ถือเป็นนักท่องเที่ยวกลุ่มแรกที่จะไปโคจรรอบดวงจันทร์ โดยคาดหวังว่า ศิลปินที่ร่วมเดินทางไปกับเขาจะนำประสบการณ์เดินทางไปดวงจันทร์ในครั้งนี้ มาสร้างสรรค์ผลงานศิลปะ เพื่อสร้างแรงบันดาลใจ ต่อยอดจินตนาการและความฝันของคนอื่น ๆ ให้หลงรักดวงจันทร์เหมือนกับเขาเมื่อครั้งยังเป็นเด็ก

โครงการ Artemis

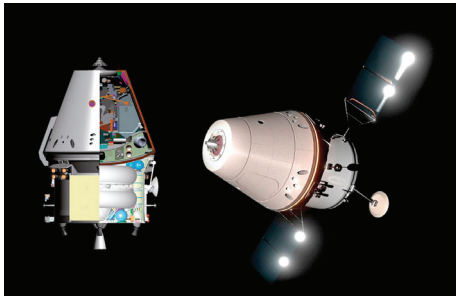


คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 2024

เป็นโครงการที่จะส่งมนุษย์กลับไปยังดวงจันทร์อีกครั้งภายในปี ค.ศ. 2024 ด้วยมนุษย์อวกาศหญิงคนแรก และชายคนต่อไป บนพื้นผิวบริเวณที่ยังไม่เคยมีมนุษย์ไปเยือนมาก่อนนั่นคือ ขั้วใต้ของดวงจันทร์

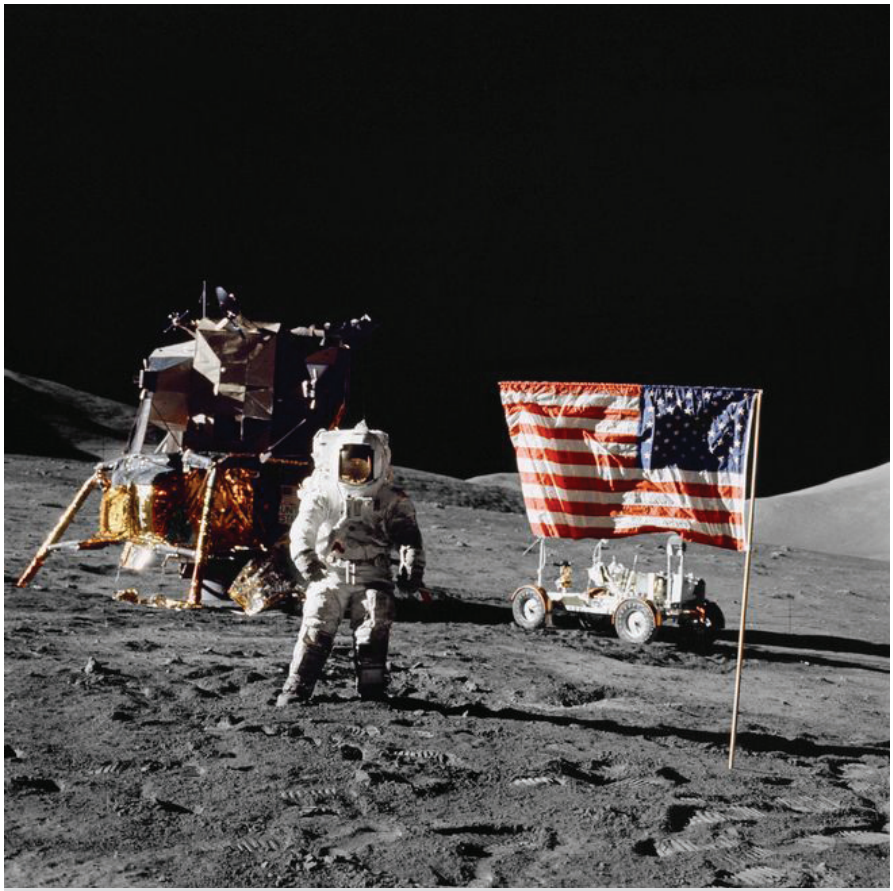
เป็นก้าวแรกของการเริ่มสำรวจอวกาศในยุคต่อไป ภารกิจหลักคือการค้นหาน้ำแข็งปริมาณหลายล้านตันที่อาจอยู่บริเวณขั้วใต้ของดวงจันทร์ และอาจสามารถใช้แหล่งทรัพยากรบนดวงจันทร์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการสำรวจอวกาศในอนาคตได้ เพื่อให้สามารถเดินทางในอวกาศด้วยระยะทางที่ไกลขึ้นอย่างการไปดาวอังคาร นอกจากนี้ยังเป็นแรงบันดาลใจสำหรับคนรุ่นหลัง เหมือนความสำเร็จของโครงการอะพอลโล ที่นำไปสู่การปฏิวัติในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมไปถึงความหลงใหลในการสำรวจอวกาศเพื่อค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ต่อไปในอนาคต

Federation



คาดว่าจะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 2024

เรียกอีกชื่อว่า PPTS (Prospective Piloted Transport System) เป็นโครงการโดยองค์การอวกาศสหพันธรัฐรัสเซีย (Roscosmos) เพื่อพัฒนายานขนส่งรุ่นใหม่ที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ แทนที่ยานรุ่นเก่าที่ใช้มายาวนานอย่างโซยุซ ยานสามารถบรรทุกลูกเรือได้ 4 คน สามารถใช้ในการขนส่งนักบินอวกาศไปยังวงโคจรต่ำรอบโลกเพื่อทำภารกิจได้ยาวนานถึง 30 วัน และหากเชื่อมต่อกับสถานีอวกาศนานาชาติจะอยู่ในอวกาศได้นานถึง 1 ปี ซึ่งมากกว่ายานโซยุซถึงสองเท่า ในอนาคตยานลำนี้จะส่งนักบินอวกาศไปยังวงโคจรของดวงจันทร์ สำหรับแผนสร้างสถานีอวกาศแห่งใหม่ต่อไป



ภาพถ่ายนักบินอวกาศในภารกิจอะพอลโล 17

อะพอลโล 17 เป็นภารกิจ ที่ส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์เป็นครั้งที่ 6 และครั้งสุดท้ายของโครงการอะพอลโล ยานถูกส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม ค.ศ. 1972 ประกอบด้วยลูกเรือ 3 คน คือ ยูจีน เซอร์นัน, โรนัลด์ อีแวนส์ และ แฮร์ริสัน ชมิท

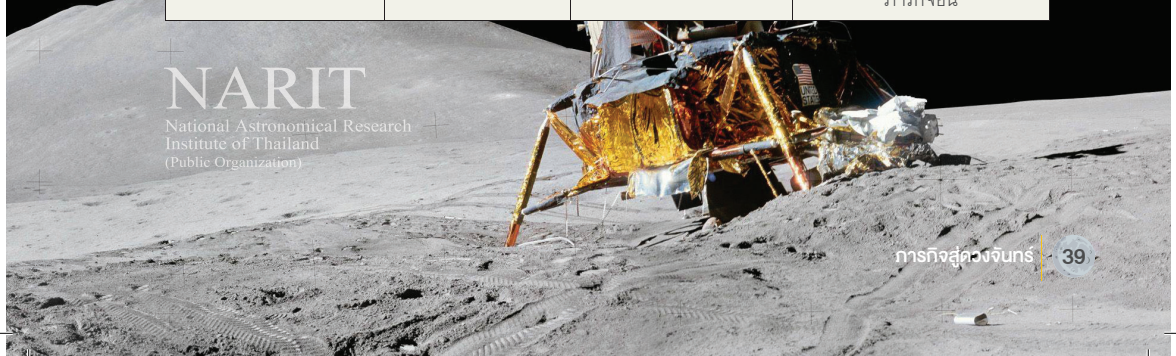
หลังจากจบภารกิจนี้สหรัฐอเมริกาก็เข้าสู่สงครามเวียดนาม ทำให้โครงการถูกยกเลิกไปในที่สุด และไม่มีการส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์อีกเลยเนื่องจากหลากหลายเหตุผล เช่น ความคุ้มค่าทางวิทยาศาสตร์ และค่าใช้จ่ายมหาศาล จึงทำให้หุ่นยนต์เป็นทางเลือกที่ดีกว่า

หลังจากโครงการอะพอลโลได้ยุติลง นาซาจึงทุ่มงบประมาณที่มีให้กับโครงการสำรวจอวกาศมากมายหลายด้าน เช่น การส่งหุ่นยนต์ไปสำรวจดาวอังคาร สำรวจดาวพลูโต และภารกิจส่งยานสำรวจอื่น ๆ อีกทั่วทั้งระบบสุริยะ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการส่งมนุษย์ไปเหยียบดวงจันทร์อีกแล้ว นาซายังส่งมนุษย์ไปทำภารกิจอื่นในอวกาศอีกกว่าร้อยภารกิจ อย่างไรก็ตามก้าวเล็ก ๆ ก้าวแรก บนดวงจันทร์ของภารกิจอะพอลโล 11 ก็ยังคงเป็นก้าวครั้งสำคัญของมวลมนุษยชาติ พลิกโฉมความรู้ที่เราไม่เคยคาดคิดมาก่อน ช่วยสร้างความหวัง และแรงบันดาลใจให้กับคนรุ่นหลังต่อไป

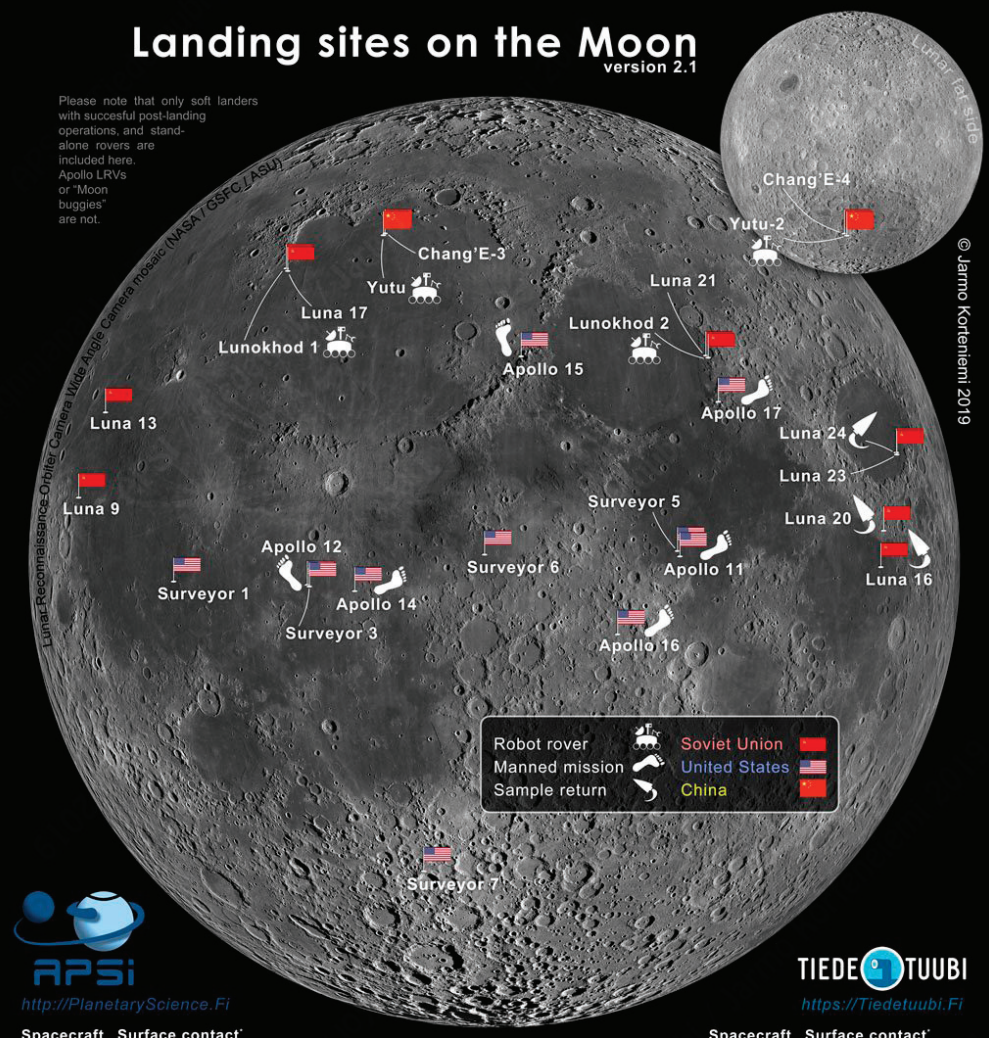
รายชื่อภารกิจต่าง ๆ ภายในโครงการอะพอลโล

ชื่อภารกิจ	วัน / เดือน / ค.ศ.	รายชื่อมนุษย์อวกาศ	สรุปภารกิจ
AS-201	26 ก.พ. 1966	-	ทดสอบเทคโนโลยี
AS-203	5 ก.ค. 1966	-	ทดสอบเทคโนโลยี
AS-202	25 ส.ค. 1966	-	ทดสอบเทคโนโลยี
อะพอลโล 1 (AS-204)	21 ก.พ. 1967	กัส กริสซอม เอ็ด ไวท์ โรเจอร์ บี แชฟฟี	ภารกิจล้มเหลว นักบินอวกาศเสียชีวิต
อะพอลโล 2 (AS-205)	ส.ค. 1967	วอลลี เชอรา วอลต์ คันนิงแฮม ดอน ไอเซอเลอ	ถูกยกเลิก
อะพอลโล 3 (AS-207/208)	1967	-	ถูกยกเลิก
อะพอลโล 4	9 พ.ย. 1967	-	ทดสอบเทคโนโลยี
อะพอลโล 5	22-23 ม.ค. 1968	-	ทดสอบเทคโนโลยี
อะพอลโล 6	4 เม.ย. 1968	-	ทดสอบเทคโนโลยี
อะพอลโล 7	11-22 ต.ค. 1968	วอลลี เชอรา วอลต์ คันนิงแฮม ดอน ไอเซอเลอ	ทดสอบเทคโนโลยี และโคจรรอบโลก
อะพอลโล 8	21-27 ธ.ค. 1968	ฟรังค์ โบรมัน เจมส์ โลเวลล์ วิลเลียม แอนเดอร์ส	โคจรรอบดวงจันทร์สำเร็จ
อะพอลโล 9	3-13 มี.ค. 1969	เจมส์ แมคดิวิต เดวิด สกอต รัสเซลล์ ชไวคาร์ท	ทดสอบเทคโนโลยี ยานบังคับการ
อะพอลโล 10	18-26 พ.ค. 1969	ทอมัส สแตฟฟอร์ด จอห์น ยัง ยูจีน เซอร์นัน	ทดสอบเทคโนโลยีการลงจอด

อะพอลโล 11	16-24 ก.ค. 1969	นีล อาร์มสตรอง ไมเคิล คอลลินส์ บัซซ์ อัลดริน	ส่งมนุษย์คนแรกไปดวงจันทร์ สำเร็จ
อะพอลโล 12	14-24 พ.ย. 1969	พีท คอนราด ริชาร์ด เอฟ กอร์ดอน จูเนียร์ อลัน บีน	ส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ครั้งที่ 2 สำเร็จ
อะพอลโล 13	11-17 เม.ย. 1970	เจมส์ โลเวลล์ แจ็ค สไวเกิร์ท เฟรด ไฮส์	ภารกิจล้มเหลวระหว่างเดินทาง นักบินอวกาศร่อนลงอุกเฉิน
อะพอลโล 14	31 ม.ค. - 9 ก.พ. 1971	อลัน เชพาร์ด สจวต โรซา เอ็ดการ์ มิตเชล	ส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ครั้งที่ 3 สำเร็จ
อะพอลโล 15	26 ก.ค. - 7 ส.ค. 1971	เดวิด สกอต อัลเฟรด วอร์เดน เจมส์ เออร์วิน	ส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ครั้งที่ 4 สำเร็จ
อะพอลโล 16	16-27 เม.ย. 1972	จอห์น ยัง เคน แมตทิงลี ชาลส์ ดุค	ส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ครั้งที่ 5 สำเร็จ
อะพอลโล 17	7-19 ธ.ค. 1972	ยูจีน เซอร์นัน โรนัลด์ อีแวนส์ แฮร์ริสัน ชมิท	ส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ครั้งที่ 6 สำเร็จ
อะพอลโล 18	ก.พ. 1972	-	ถูกยกเลิกเพราะถูกตัดงบ ประมาณ
อะพอลโล 19	ก.ค. 1972	-	ถูกยกเลิกเพราะถูกตัดงบ ประมาณ
อะพอลโล 20	ธ.ค. 1972	-	ถูกยกเลิก แต่นำจรวดไปใช้ใน ภารกิจอื่น



NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)



APSI
http://PlanetaryScience.Fi

TIEDETUUBI
https://Tiedetuubi.Fi

Spacecraft	Surface contact*
Luna 9	3.2.1966 18:45
Surveyor 1	2.6.1966 6:17
Luna 13	24.12.1966 18:01
Surveyor 3	20.4.1967 0:05
Surveyor 5	11.9.1967 0:47
Surveyor 6	10.11.1967 1:01
Surveyor 7	10.1.1968 1:06
Apollo 11	20.7.1969 20:18
Apollo 12	19.11.1969 6:55

Spacecraft	Surface contact*
Luna 16	20.9.1970 5:18
Luna 17	17.11.1970 3:47
Lunohod 1	17.11.1970 6:28
Apollo 14	5.2.1971 9:18
Apollo 15	30.7.1971 22:16
Luna 20	21.2.1972 19:19
Apollo 16	21.4.1972 2:24

Spacecraft	Surface contact*
Apollo 17	11.12.1972 19:55
Luna 21	15.1.1973 22:35
Lunohod 2	16.1.1973 1:14
Luna 23	6.11.1974 5:37
Luna 24	18.8.1976 6:36
Chang'E-3	14.12.2013 13:11
Yutu	14.12.2013 20:35
Chang'E-4	3.1.2019 2:26
Yutu-2	3.1.2019 14:22

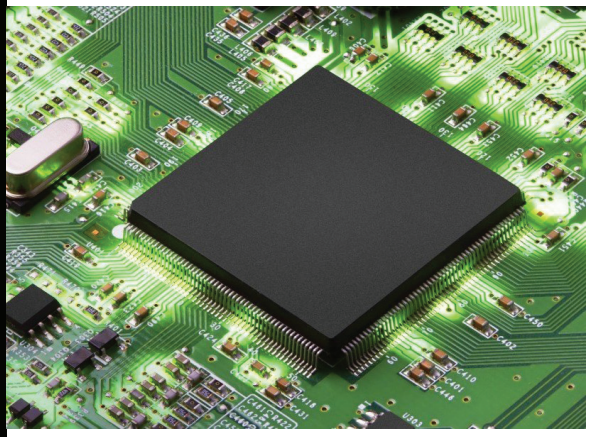
*In UTC (d.m.y h:m)

ภารกิจสำรวจดวงจันทร์ทั้งหมดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (ข้อมูลวันที่ 10 มิถุนายน ค.ศ. 2019)

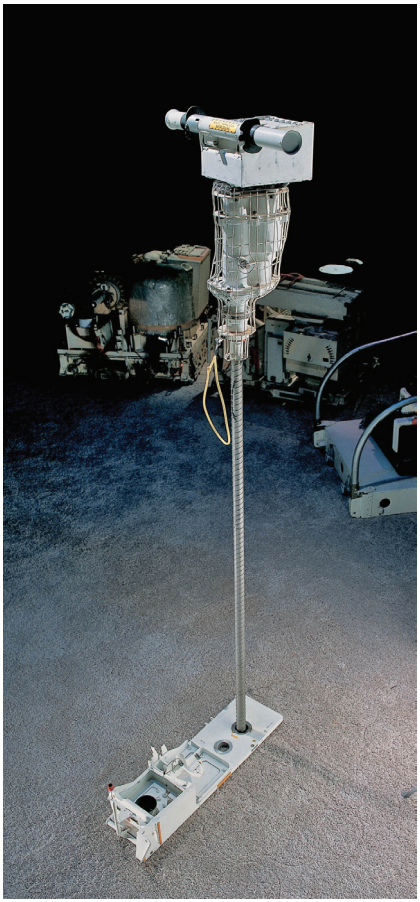
มนุษย์ได้ประโยชน์อะไรบ้างจากการไปสำรวจดวงจันทร์

ในโครงการสำรวจอวกาศที่ผ่านมา ทำให้เกิดการระดมความรู้และความสามารถจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วทุกมุมโลก เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางด้านเทคโนโลยีในช่วงเวลานั้นให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีหลายอย่างถูกส่งผ่านและนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวันมากมาย ทั้งด้านการสื่อสาร การสำรวจทรัพยากร การแพทย์ อุตสาหกรรมอื่นอีกจำนวนมากที่ทำให้การใช้ชีวิตในปัจจุบันสะดวกสบายมากขึ้น มาดูกันว่า ในช่วงยุคของโครงการอะพอลโล มีเทคโนโลยีใดบ้างที่เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งและรายล้อมของเราโดยไม่รู้ตัว

1. เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CAT scanner) : ในช่วงกลางปี ค.ศ. 1960 โครงการอะพอลโลได้พัฒนาเทคนิคสร้างภาพถ่ายที่เรียกว่า “การประมวลผลภาพถ่ายดิจิตอล (Digital image Processing)” เพื่อให้คอมพิวเตอร์ช่วยปรับปรุงภาพถ่ายดวงจันทร์ให้ดีขึ้น ซึ่งปัจจุบันเทคนิคดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะทางการแพทย์ ในการประมวลผลภาพถ่ายภายอวัยวะในร่างกายเพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรค ที่รู้จักกันดีจากเครื่องมือที่เรียกว่า CT Scan และ MRI



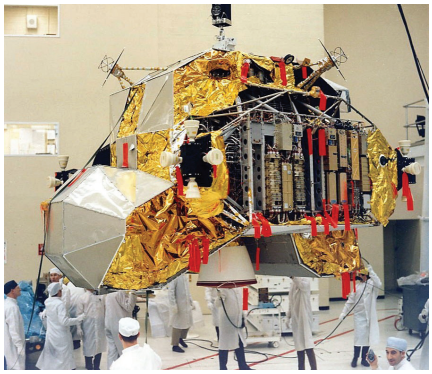
2. คอมพิวเตอร์ไมโครชิป (Computer microchip) : ภารกิจส่งยานอะพอลโลขึ้นสู่อวกาศ ขนาด น้ำหนัก ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญอย่างมาก อุปกรณ์ต่าง ๆ จึงถูกจำกัดขนาดและพัฒนาประสิทธิภาพให้มากที่สุด ไม่เว้นแม้แต่คอมพิวเตอร์ที่เป็นเสมือนสมองสำหรับสั่งการภายในยานอวกาศก็ยังต้องลดให้เล็กลง รวมถึงพลังงานไฟฟ้าที่จำกัด ซึ่งทุกวันนี้เทคโนโลยีไมโครชิปเป็นหัวใจหลักของคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ก แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น



3. เครื่องมือไร้สาย (Cordless tools) : ถ้านักบินอวกาศจะเก็บตัวอย่างหินบนดวงจันทร์ แต่ต้องพกสว่านที่ใช้สายไฟขึ้นไปด้วยในอวกาศ คงจะเป็นเรื่องที่ยุ่งยากไม่น้อย หนึ่งสิ่งที่เราใช้งานจนเคยชินแต่อาจไม่รู้มาก่อนเลยว่าเริ่มขึ้นจากเทคโนโลยีอวกาศ คือเครื่องมือและอุปกรณ์ไร้สาย เช่น เครื่องดูดฝุ่น สว่าน และต่อมากลายเป็นอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ ที่พบเห็นได้ทั่วไปในท้องตลาด

4. เครื่องวัดอุณหภูมิในช่องหู (Ear thermometer) : เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิร่างกายในคลีนิคและโรงพยาบาลถูกพัฒนาขึ้นจากอุปกรณ์ดาวเทียมที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของดาวฤกษ์และวัตถุท้องฟ้าอื่น ๆ จากการแผ่รังสีเทคโนโลยีเดียวกันนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับวัดปริมาณพลังงานหรือความร้อนภายในหู เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย ซึ่งสะดวกและรวดเร็วสำหรับการใช้งานทางการแพทย์

5. อาหารแช่แข็ง/อาหารแห้ง (Freeze-dried food) : อาหาร คือสิ่งที่จำเป็นอย่างมากสำหรับการเดินทางที่ยาวนานในอวกาศ อาหารแห้งที่สามารถเก็บไว้ได้นาน พกพาสะดวก ทานง่าย และประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ครบถ้วน จึงถูกคิดค้นขึ้นสำหรับนักบินอวกาศในโครงการอะพอลโล ซึ่งปัจจุบัน คุณลักษณะพิเศษเหล่านี้ถูกนำมาปรับใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งอาหารในซุปเปอร์มาเก็ต อาหารสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ป่วย รวมถึงชุมชนในแหล่งทุรกันดารที่ห่างไกลอีกด้วย



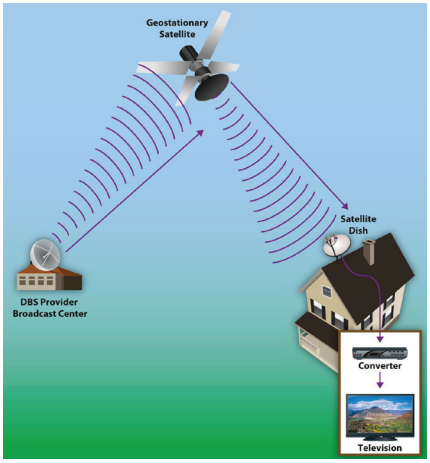
6. ฉนวนกันความร้อน (Insulation) : เมื่อประมาณ 40 ปีก่อน นาซาพัฒนาแผ่นฉนวนกันความร้อนสำหรับนักบินอวกาศในโครงการอะพอลโลเพื่อช่วยปกป้องอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในอวกาศที่สูงกว่า 100 - 200 องศาเซลเซียส เทคโนโลยีดังกล่าวถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง ทั้งในรูปแบบฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา และงานโครงสร้างของอาคารเพื่อช่วยสะท้อนและลดความร้อนสะสมภายในอาคาร

7. เหล็กดัดฟัน (Invisible braces) : แรกเริ่มเดิมทีการดัดฟันจำเป็นต้องใส่เหล็กครอบฟันที่ยุ่งยากและมีขนาดใหญ่โต จนกระทั่งมีบริษัทเอกชนเกิดไอเดียในการนำวัสดุจากชิ้นส่วนยานอวกาศของนาซาที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงแต่มีความแข็งแรง มาเป็นส่วนผสมสำหรับผลิตเหล็กครอบฟันที่มีขนาดเล็ก สวยงาม และใช้ในการรักษาทางทันตกรรมได้ดีจนถึงปัจจุบัน

8. จอยสติ๊ก (Joystick) : จอยสติ๊กสำหรับเล่นเกมส์ในปัจจุบัน ถูกเริ่มใช้งานอย่างกว้างขวางหลังจากองค์การนาซานำมาใช้ควบคุมยานเคลื่อนที่ได้ในโครงการอะพอลโลเพื่อเพิ่มอิสระในการบังคับทิศทาง ซึ่งต่อมาถูกนำมาปรับใช้งานหลายรูปแบบทั้งด้านยานยนต์ การบิน และอุตสาหกรรมเกมส์

9. เมมโมรี่โฟม (Memory foam) : เมมโมรี่โฟมถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1970 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นของนาซา เพื่อช่วยลดการบาดเจ็บจากแรงกดทับบนที่นั่งของกระสวยอวกาศ ซึ่งช่วยกระจายน้ำหนัก และแรงกดทับอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นไม่นานเมมโมรี่โฟมได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในวงการแพทย์ เช่น ใช้เป็นเตียงแทนฟูกแบบธรรมดา เพื่อลดอาการบาดเจ็บจากแรงกดทับ และอาการเนื้อตายจากเลือดไม่ไหลเวียนของผู้ป่วยที่เคลื่อนไหวไม่ได้

10. โทรทัศน์ดาวเทียม (Satellite television) : โทรทัศน์ดาวเทียมเป็นเทคโนโลยีที่ใช้แก้ไขข้อผิดพลาดของสัญญาณจากยานอวกาศ ซึ่งช่วยลดสัญญาณรบกวนของภาพและเสียงจากโทรทัศน์ดาวเทียมได้ และเทคโนโลยีนี้ได้นำมาใช้บนโลก ในการรับชมโทรทัศน์ การใช้ GPS และการรับฟังวิทยุ ปัจจุบันเราสามารถรับชมโทรทัศน์ผ่านคอมพิวเตอร์หรือมือถือได้



NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

11. เลนส์กันรอยขีดข่วน (Scratch resistant lenses) : เนื่องจากสิ่งสกปรกและอนุภาคที่พบในสิ่งแวดล้อมบนอวกาศทำให้นาซาต้องคิดค้นเทคโนโลยีเคลือบพิเศษเพื่อป้องกันอุปกรณ์ในอวกาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหมวกกันน็อคของนักบินอวกาศ ที่มนักวิทยาศาสตร์จึงได้พัฒนาสารเคลือบกันรอยขีดข่วนสำหรับเคลือบหมวกกันน็อคของนักบินอวกาศ และอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งเลนส์ที่เคลือบสารกันรอยขีดข่วนนี้จะมีอายุการใช้งานมากกว่าเลนส์พลาสติกทั่วไปถึงสิบเท่า ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ได้ถูกนำไปใช้ในการผลิตแว่นกันแดด

12. รองเท้ากีฬาแบบยืดหยุ่น (Athletic Shoes) : ในภารกิจอพอลโล รองเท้าสำหรับนักบินอวกาศถูกออกแบบโดยวิศวกรจากนาซาให้มีความยืดหยุ่นและเบา เพื่อรองรับแรงกระแทกที่อาจเกิดขึ้นระหว่างเหยียบบนพื้นดวงจันทร์ ต่อมาบริษัทผลิตรองเท้าได้นำเทคโนโลยีดังกล่าวมาปรับใช้กับรองเท้ากีฬาเพื่อลดแรงกระแทกขณะวิ่ง โดยการเพิ่มสปริงและระบายอากาศ

13. เครื่องตรวจจับควัน (Smoke detector) : ที่ไหนมีควันที่นั่นมีไฟ วิศวกรของนาซาทราบถึงปัญหาข้อนี้ในขณะกำลังออกแบบ Skylab สถานีอวกาศแห่งแรกของสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1970 ซึ่งนักบินอวกาศต้องรู้ว่ามีไฟเกิดขึ้นหรือมีแก๊สพิษลอยอยู่ภายในเครื่องยนต์ ดังนั้นนาซาจึงคิดค้นเครื่องตรวจจับควันเครื่องแรกที่สามารถปรับระดับความไวในการตรวจจับได้เพื่อป้องกันการเตือนที่ผิดพลาด และหลังจากนั้นเครื่องตรวจจับควันได้ถูกนำมาใช้กับอาคารบ้านเรือน โรงงาน และตามสถานที่ต่าง ๆ

14. ชุดว่ายน้ำ (Swimsuit) : กระสวยอวกาศที่พุ่งทะยานขึ้นสู่ท้องฟ้า จะเผชิญกับมวลอากาศที่ทำให้เกิดแรงต้านหรือแรงหนืด ส่งผลให้ประสิทธิภาพการขับเคลื่อนลดลง นาซาจึงออกแบบและพัฒนากระสวยอวกาศตามหลักการอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) ซึ่งเทคโนโลยีที่ใช้ลดแรงหนืดนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับชุดว่ายน้ำ เป็นผ้ากันน้ำ น้ำหนักเบา สามารถลดแรงหนืดที่เกิดจากน้ำได้

15. เครื่องกรอง (Water filter) : น้ำสะอาดเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานที่มนุษย์ขาดไม่ได้ ดังนั้นในปี ค.ศ. 1970 นาซาจึงร่วมมือกับบริษัทวิจัยอัมพ์ควา (Umpqua Research Company) สร้างเครื่องกรองน้ำที่ใช้ไอโอดีน เทคโนโลยีนี้เรียกว่า Microbial Check Valve ซึ่งเทคโนโลยีนี้ถูกนำประยุกต์ใช้กับการกรองน้ำบาดาลที่เจือปนสารเคมี ให้สามารถนำกลับมาบริโภคอย่างปลอดภัยได้

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาองค์การนาซาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับน้ำโดยสร้างอุปกรณ์ที่สามารถรีไซเคิลขยะของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น กรองน้ำจากปัสสาวะให้สะอาดและปลอดภัยสามารถนำกลับมาบริโภคได้อีกครั้ง

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)
260 หมู่ 4 ตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180
โทรศัพท์ 053-121268-9 โทรสาร 053-121250

สำนักงานประสานงาน กรุงเทพฯ
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
ชั้น 2 เลขที่ 75/47 กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ซอยโยธี ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 0-2354-6652 โทรสาร : 0-2354-7013

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา
Regional Observatory for the Public Chachoengsao
999 หมู่ 3 ต.วังเย็น อ.แปลงยาว ฉะเชิงเทรา 24190
โทรศัพท์ 038-589395 โทรสาร 038-589396

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา
Regional Observatory for the Public Nakhon Ratchasima
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-216254 โทรสาร 044-216255

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา
Regional Observatory for the Public Songkhla
79/4 หมู่ 4 ซอยสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน ถนนสงขลา-นาทวี ตำบลเขารูปช้าง
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000
โทรศัพท์ 074-300868 โทรสาร 074-300867

www.NARIT.or.th Email : info@narit.or.th
www.facebook.com/NARITpage

พิมพ์ครั้งที่ 3
ตุลาคม 2563