ท 2800

ผู้จัดการ
http://www.managernet.com/
ปีที่ 10 ฉบับที่ 528
13-19 มกราคม 2540
ราคา 20 บาท

บนเส้นทางสู่ดาวอังคาร

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ

การศึกษาและสำรวจอวกาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบรรดาเทหวัตถุทั้งหลาย กำลังเป็นเรื่องที่ได้รับความเอาใจใส่จากหลายประเทศและหลายกลุ่มประเทศ ดาวเคราะห์ใหญ่น้อยที่อยู่ในระบบสุริยจักรวาลกำลังถูกเพ่งมองว่า อาจจะเป็นที่ที่ซึ่งสามารถมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้ หรืออาจทำให้กลายเป็นถิ่นที่เราสามารถจะขึ้นไปอยู่ได้ ความคิดถึงโอกาสความเป็นไปได้เช่นว่านี้ ได้มาจากหลักฐานต่างๆ ที่เก็บรวบรวมมาได้จากการสำรวจอวกาศที่ดำเนินติดต่อกันเรื่อยมา แม้ว่าจะมีช่วงที่ขาดตอนไปบ้าง โครงการอวกาศของจีนและญี่ปุ่น มีส่วนช่วยกระพือความกระตือรือร้นในการศึกษาและสำรวจอวกาศของสหรัฐอเมริกาและบรรดาประเทศในยุโรป (ภายในองค์การอวกาศยุโรป หรือ Europe Space Agency) เช่นเดียวกับโครงการของประเทศรัสเซีย ผู้นำในด้านอวกาศที่กำลังประสบภาวะวิกฤติด้านเศรษฐกิจ-การเงิน จนไม่อาจดำเนินงานสาขานี้อย่างต่อเนื่องได้

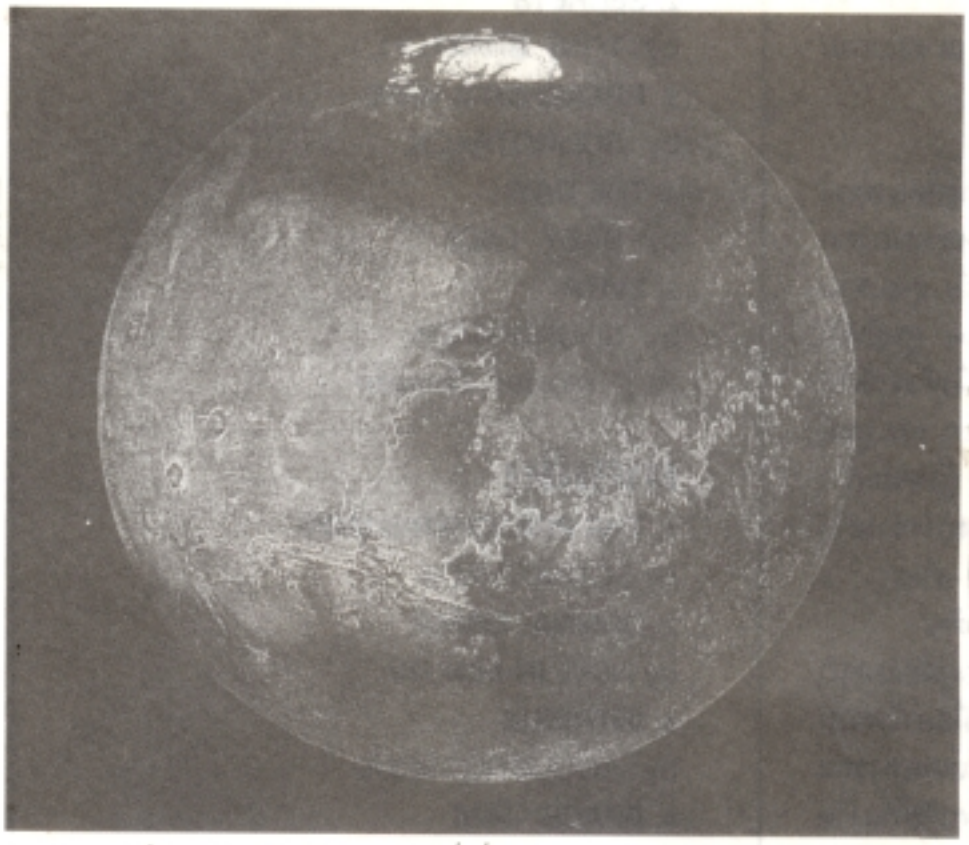
โครงการ "ทำเหมืองบนดวงจันทร์" ขององค์การอวกาศญี่ปุ่น เป็นอีกหัวข้อหนึ่งซึ่งทำให้มีการถกเถียงกันเรื่อง "สิทธิ" และ "ผลประโยชน์" แม้ว่าจะยังมองเห็นได้ยากยิ่งว่า จะเป็นไปได้อย่างไรที่ใครจะได้รับผลกำไรจากการขุดค้นบนดวงจันทร์ (ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมหาศาล) แต่กรณีนี้ช่วยจุดชนวนความสนใจในการศึกษา พร้อมกับหาลู่ทางในการใช้ประโยชน์จากอวกาศและดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้เคียงกับโลก

นอกเหนือจากดวงจันทร์แล้ว ดาวเคราะห์ดวงที่มนุษย์เราจะสามารถเดินทางไปสำรวจได้สะดวกที่สุดก็คือ ดาวอังคาร อันที่จริงแล้ว ดาวอังคารเป็นเป้าหมาย เป็นความหวัง และเป็นดาวที่จุดไฟจินตนาการถึงเพื่อนต่างดาวของมนุษย์เรามานานหลายร้อยปี ยิ่งเราได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดาวเคราะห์ดวงนี้ เรายิ่งมองเห็นลู่ทางในการไปอาศัยอยู่ที่นี่ แม้สมมุติฐานเรื่องสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคารก็ยังคงเป็นสมมุติฐานที่อาจจะกลายเป็นความจริงได้

คุณๆ ผู้อ่านคงจะได้รับแรงจูงใจที่จะเกิดความสนใจกับดาวอังคารขึ้นมาบ้าง ตอนที่มีข่าวครึกโครมเรื่องร่องรอยของสิ่งมีชีวิตขนาดจุลชีพที่พบภายในอุกกาบาตที่เชื่อได้ว่ากระเด็นมาจากดาวอังคารเมื่อราว 15 ล้านปีก่อน และมาตกลงยังโลกของเราในทวีปแอนตาร์คติก เมื่อราว 13,000 ปีก่อน ครั้งนั้นก็มีข่าวเล่าลือกันว่าการออกข่าวครึกโครมขององค์การอวกาศอเมริกัน เป็นเพทุบายอย่างหนึ่งในการของบประมาณดำเนินงานด้านอวกาศของตน

เรื่องนี้พอมีความเป็นไปได้อยู่ เพราะหลังจากที่ความตื่นเต้นค่อยลดลง ก็มีนักวิทยาศาสตร์หลายคน แสดงความคิดเห็นในเชิงกังขา และบ้างก็ยืนยันว่าปฏิกริยาทางเคมีธรรมดาๆ ของธาตุบางชนิดซึ่งเป็นสิ่งไม่มีชีวิต ก็อาจจะก่อให้เกิดลักษณะที่คล้ายกับสิ่งที่จุลชีพขนาดแบคทีเรียสร้างขึ้นมาได้เหมือนกัน

ผิวยูโรปา มีริ้วรอยแปลกประหลาด นักวิทยาศาสตร์บางคนมองว่าเป็นทางน้ำแข็งเหมือนกับที่มีอยู่ในทวีปอาร์ก ติก



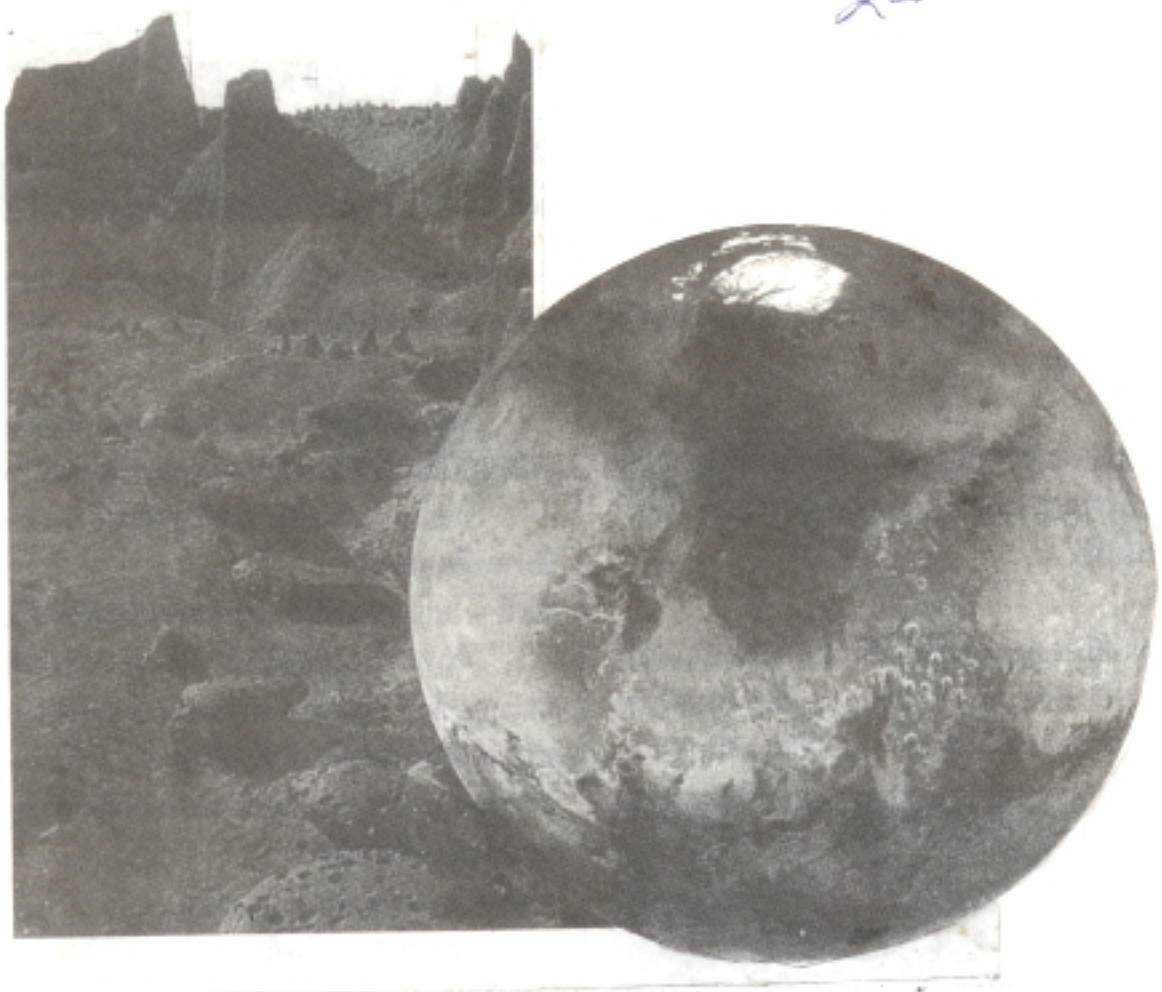
ดาวเคราะห์สีแดงบนผืนฟ้า นิยายที่เกี่ยวกับมนุษย์จากดาวอังคาร มีมากมายจนค่อนจะกลายเป็นเรื่องฝังใจ ข้อมูลใหม่ที่ได้จากการสำรวจศึกษาดาวอังคาร ไม่ยืนยันว่ามีสิ่งมีชีวิตอยู่บนดาวอังคาร แต่ก็ไม่ได้ปฏิเสธเสียทีเดียว ความเป็นไปได้ที่เชื่อกันมากกว่านั้นก็คือ กาลครั้งหนึ่งบนดาวอังคารเคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

ผิวแกนีมีดที่กาลิเลโอส่งมาให้ดู

อย่างไรก็ดีผมเชื่อว่า นักวิทยาศาสตร์ที่ออกมาแถลงข่าวนั้นมีความบริสุทธิ์ใจกับความเชื่อว่ามันเป็นร่องรอยของสิ่งมีชีวิตจริงๆ แต่ความบริสุทธิ์ใจนี้อาจจะมีอคติแฝงอยู่โดยไม่รู้สึกตัว คือความหวังอยากให้มันเป็นสายตาและความคิดจึงเอนเอียงไปมองเห็นอย่างใจหวัง ปรากฏการณ์เช่นนี้มีเกิดขึ้นมาแล้วหลายครั้ง แม้กับนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเคารพยกย่องด้วย

อีกกระแสหนึ่ง ที่น่าจะมีส่วนผลักดันให้เกิดความสนใจในเรื่องการศึกษาอวกาศและดาวเคราะห์กับสิ่งมีชีวิตจากต่างพิภพ คือภาพยนตร์เรื่องอินดีเพนเดนซ์ เดย์ (Independence Day) หรือไอดีโฟร์ (ID 4) เหตุการณ์สำคัญในเรื่องเกิดในวันชาติของอเมริกันที่ 4 กรกฎาคม คุณๆ ผู้อ่านคงจะได้ทราบถึงเรื่องราวเกี่ยวกับภาพยนตร์เรื่องนี้แล้ว และส่วนใหญ่ก็คงจะได้ดูกันแล้ว

ภาพยนตร์เรื่องนี้สนุกสนานจริงอย่างที่ ร่ำลือกันมาตั้งแต่ ก่อนที่จะ



ลงโรง แต่สำหรับผมส่วนที่สนุกกว่ามาจากข้อเขียนของเดฟ แบรี่ นักหนังสือพิมพ์นักเขียนเรื่องขำขันที่ได้รางวัลพูลิตเซอร์

เดฟตั้งชื่อข้อเขียนของเขาว่า ไอดี 4 (ID 4) แล้วก็สาธยายว่า ระยะนี้คนอเมริกันกำลังถูกบุก (ในทำนองของการถูกยัดเยียดให้รับรู้เรื่องราวข่าวสารบางประการ) อย่างน่ารังเกียจ ขณะที่คนอ่าน (ไม่เฉพาะผม) กำลังนึกถึงมนุษย์ต่างดาว เดฟก็ให้คำตอบหักมุมว่า เรื่องราวข่าวสารที่น่ารังเกียจนั้น คือการประชุมหาเสียงของพรรคเดโมแครตกับรีพับลิกัน (ระยะนั้นกำลังมีการขับเคี่ยวหาเสียงกันอย่างเข็มที่ระหว่างบิอบโดลกับคลินตัน)

หลังจากที่ทำให้คนอ่านได้หัวเราะหึๆ กับการหักมุมนี้ต่อไปได้ไม่กี่บรรทัด เดฟก็พูดถึงตัวภาพยนตร์ แล้วก็แสดงความกังขาเหมือนอย่างคนอื่นๆ ว่าทำไมมนุษย์ต่างดาวที่สร้างความก้าวหน้าในการท่องอวกาศได้ขนาดนี้ จึงได้มีจุดมุ่งหมายที่ไร้อารยธรรมถึงขนาดที่จะทำลายทุกอย่างที่มีอยู่ในโลกโดยไม่คำนึงถึงสิ่งใดเลย ความกังขาที่ไม่เหมือนกับคนอื่นนั้นก็คือเรื่องระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเดฟสงสัยว่าเหตุไฉนสิ่งมีชีวิตจากแดนไกลแสนไกลมีวิวัฒนาการมาในแนวที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว จึงได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเหมือนเปี๊ยบกับของมนุษย์โลก ขนาดที่จะนำมาใช้ร่วมกันได้

ผมจำไม่ได้แล้วว่าเดฟพูดถึงเรื่องนี้ว่าอย่างไรต่อไปอีกบ้าง แต่เขาสรุปด้วยการยืนยันว่า *มนุษย์ต่างดาวใช้โปรแกรมวินโดว์ 95!* และจุดมุ่งหมาย ใหญ่ที่เดินทางมายังโลก ก็เพื่อตามล่าตัวบิล เกตส์ เจ้าของบริษัทไมโครซอฟท์ (ซึ่งเป็นเจ้าของโปรแกรมคอมพิวเตอร์วินโดว์ 95) ผมจำไม่ได้อีกเหมือนกันว่าเดฟพูดถึงเรื่องลิขสิทธิ์หรือเปล่า จำได้แต่ว่าหัวเราะกลิ้งกับอารมณ์ขันแบบนักข่าวของเดฟ

แก็กที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งคือคำถามว่า ทำไมมนุษย์ต่างดาวจึงไม่มีการป้องกันและกำจัดไวรัสคอมพิวเตอร์เอาเสียเลย คำตอบก็คือ "มนุษย์ต่างดาวก็เหมือนกับบริษัทส่วนใหญ่ในอเมริกา คือมีคนรู้เรื่องคอมพิวเตอร์อยู่คนเดียว และขณะที่เกิดเหตุโดนป้อนไวรัสให้คนๆ นั้น บังเอิญเดินไปชั้นล่างพอดี"

มนุษย์ต่างดาวจึงต้องพ่ายแพ้แก่มนุษย์โลกในวันประกาศอิสรภาพของอเมริกาด้วยประการฉะนี้

ผมหวังว่าเรื่องตลกเบาสมองคงจะไม่ทำให้ความสนใจอวกาศ ดาวเคราะห์และสิ่งมีชีวิตต่างพิภพของคุณๆ ผู้อ่านถดถอยลงไป อันที่จริงแล้ว ผมเชื่อว่ามันคืออนาคตที่เลี่ยงไม่พ้นของมนุษยชาติ ในท้ายที่สุด เราจะต้องเดินทางไปสำรวจอวกาศอย่างแน่นอน เราจะต้องหาทางไปตั้งรกรากในดินแดนใหม่แน่นอน และเหตุผลสำคัญจะมิใช่เพียงเพราะเราถูกบีบบังคับด้วยมลพิษและด้วยปัญหาประชากรล้นโลก

สถานทีบรรดาประเทศมหาอำนาจด้านอวกาศหมายตาในขณะนี้คือดาวอังคาร นี่คือเหตุผลที่ทำให้ผมชวนคุณๆ ผู้อ่านให้ไปรู้จักดาวอังคารด้วยกัน ผ่านทาง "*หลากโลกหลายกระแส*" นี้

1. ดาวแดงบนผืนฟ้า

เมื่อพูดถึงดาวอังคาร สิ่งแรกที่มักจะกล่าวขวัญและสะดุดใจกันมากที่สุด คือความเหมือนกับโลก

ดาวอังคารไม่เหมือนกับดาวเคราะห์อื่นๆ ในระบบสุริยจักรวาล ตรงที่มีความคล้ายคลึงกับโลกมากกว่าเพื่อนจริงอยู่ ดาวบริวารของดาวพฤหัส รวมทั้งดวงจันทร์ประจำดาวเคราะห์อื่นอาจจะมีลักษณะคล้ายกับโลกและคล้ายกับดาวอังคารนี้ ทว่าเรายังสำรวจไปไม่ถึง และมันยากจะสำรวจด้วยเหตุผลง่ายๆ ว่ามันอยู่ไกล

พื้นของดาวอังคารเป็นของแข็งตามแบบฉบับของดาวเคราะห์ที่จัดว่าอยู่ใน "รอบใน" และจัดว่าเป็นพวกเดียวกับโลก (เหมือนกับดวงจันทร์และดาวศุกร์) ไม่ได้เป็นกลุ่มก๊าซเหมือนกับดาวเคราะห์รอบนอก ซึ่งการไปเยือนอย่างถึงตัวเป็นไปได้ยากและอาจจะเป็นไปไม่ได้เลย (อย่างน้อยก็ในอนาคตที่มองเห็นได้) อากาศบนดาวอังคารไม่ร้อนระอุถึง 500 องศาเซลเซียสเหมือนอย่างดาวศุกร์ (ซึ่งร้อนที่สุดในบรรดาดาวเคราะห์ทั้งหมด อันเนื่องจากสภาพ "เรือนกระจก" ที่คาร์บอนไดอ็อกไซด์ กักเก็บความร้อนจากแสงอาทิตย์เอาไว้) ดาวพุธนั้นยังไม่ต้องพูดถึง มันอยู่ไกลจากโลกมากเกินไป (โดยส่วนเปรียบเทียบ) และใกล้ดวงอาทิตย์มากเกินไป

อนึ่งอุณหภูมิของดาวพุธก็ไม่ชวนเชิญให้ไปเยี่ยมเยียนนัก ด้วยว่ามันอยู่ระหว่าง 425 องศาเซลเซียสในตอนกลางวันกับ -175 องศาในตอนกลางคืน อุปกรณ์การสำรวจที่จะทนร้อนทนหนาวได้ถึงขนาดนั้น หาไม่ได้ง่ายๆ

ดาวศุกร์ได้ชื่อเป็นคู่แฝดกับโลก เพราะมีขนาดใกล้เคียงกับโลกมาก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 12,100 กิโลเมตร โลกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12,76 กิโลเมตร) ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ก็ไม่ไกลกันมาก (109.2 ล้านกิโลเมตร โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ 149.6 ล้านกิโลเมตร) แต่ความเหมือนความเป็นคู่แฝด ดูเหมือนว่าจะหมดลงเพียงเท่านี้ นอกนั้นเป็นความแตกต่างที่ต่างกันอย่างตาละปัตร

ดาวศุกร์มีบรรยากาศหนาแน่น ความกดอากาศที่ผิว มากกว่าโลกถึง 90 เท่า นอกจากนั้นยังพิสดารพิลึกพิลั่นตรงที่มันหมุนแรบแกนตัวเองในด้านที่กลับกันกับทิศทางการโคจรไปรอบดวงอาทิตย์ อันเป็นผลให้วันหนึ่งๆ บนดาวศุกร์ ยาวนานยิ่งกว่าปี (เพราะหมุนรอบดวงอาทิตย์ได้ครบรอบก่อนที่จะหมุนรอบตัวเองได้ครบรอบ) หนึ่งวันบนดาวศุกร์ ยาวนานเท่ากับ 243 วันโลก และปีหนึ่งยาวนานเท่ากับ 225 วันโลก ผมไม่ทราบเหมือนกันว่ากลางวันกับกลางคืนบนดาวพุธจะยาวนานใกล้เคียงกันหรือเปล่า แต่นึกถึงว่าจะกลางคืนจะยาวนานเป็นร้อยวันก็ให้ตื่นเต้นแกมกลัดกลุ้มเสียแล้ว ไม่รู้ว่าจะเอาเวลาไปทำอะไรดี เพราะทุกวันนี้ ก็นึกภาวนาให้

วันหนึ่งๆ ยาวนานสัก 48 ชั่วโมงอยู่บ่อยๆ แต่ถ้านานถึง 2-300 ชั่วโมงก็ออกจะมากเกินไป

สรุปว่าเหลือแต่ดาวอังคารกับดาวบริวารของมันคือไดมอส (Deimos) และโฟบอส (Phobos) เท่านั้น (ดาวพุธกับดาวศุกร์ไม่มีดาวบริวาร) ที่อยู่ในข่ายสมควรไปสำรวจได้

ข่าวล่าจากกาลิเลโอ ยานที่ส่งไปสำรวจความเป็นไปของดาวพฤหัสที่ถูกสะเก็ดดาวหางชูเมคเกอร์-เลวีที่แตกเป็นขนาดใหญ่เบ้อเริ่มแล้วตาหน้าพุ่งเข้าชนเมื่อสองปีก่อน บอกมาว่า แกนีมีด (Ganemyde) กับยูโรปา (Europa) ดาวบริวารของดาวพฤหัสไม่ได้เป็นอย่างที่เคยคิดกัน แกนีมีดซึ่งมีขนาดใหญ่ยิ่งกว่าดาวพุธ ปรากฏว่ามีสนามแม่เหล็กแรงมากเท่ากับหนึ่งในสี่ของแรงสนามแม่เหล็กโลก แถมพื้นผิวยังมีรอยปรุขรุขระอย่างประหลาด ผิดจากดาวเคราะห์และดาวบริวารทั้งหลาย ส่วนยูโรปาซึ่งมีริ้วรอยที่พื้นผิวแปลกไปอีกแบบหนึ่ง ยิ่งมีเงื่อนงำน่าตื่นเต้นกว่านั้น คือมีน้ำแข็งและมีความเป็นไปได้ว่าอาจจะมีน้ำที่อยู่ในรูปของเหลวแม้ว่าความเป็นไปได้นี้จะน้อยสักหน่อยก็ตาม

แกนีมีดกับยูโรปามีวี่แววว่าจะเป็นแดนที่เหมาะสำหรับการสำรวจและใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับดาวบริวารดวงอื่นๆ ของดาวพฤหัส ซึ่งมีรวมทั้งสิ้นถึง 16 ดวง มากพอจะเป็นระบบต่างหากได้ (ว่าที่จริงก็มีนักวิทยาศาสตร์เปรียบระบบดาวพฤหัสกับระบบสุริยะเหมือนกัน)

อย่างไรก็ตาม ขณะนี้โครงการการสำรวจเท่าที่มีอยู่ ก็มีการสำรวจดาวอังคารเป็นหลักใหญ่ เรื่องนี้จะได้กล่าวถึงในตอนที่ว่าด้วยการสำรวจดาวอังคาร โดยจะเริ่มตั้งแต่การส่องกล้องดูกันเฉยๆ ไปจนถึงยานสำรวจล่าสุด ซึ่งดูเหมือนว่าจะถูกอาถรรพ์ของดาวอังคาร วินาศวอดวายไปอย่างไม่คาดฝันและไม่น่าเชื่อ เหมือนกับยานสำรวดาวอังคารรุ่นก่อนๆ อีกหลายลำ

ความน่าสนใจน่าสำรวจของดาวอังคารอีกแง่หนึ่ง คือสภาพโอโซนรั่วเราทราบกันอยู่ว่า โลกเรานี้มีโอโซน คอยคุ้มครองป้องกันไม่ให้ได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์รุนแรงจนเกินไป และขณะนี้มันเริ่มรั่ว ดาวอังคารมีโอโซนที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกันกับโลก และรั่วเช่นเดียวกับโลก เพียงแต่ว่ารั่วเป็นรูโหว่ใหญ่มากกว่าโลกมาก การศึกษาดาวอังคารอาจจะช่วยให้เราคาดการณ์ล่วงหน้าหรือหาทางป้องกันภัยพิบัติอันอาจจะเกิดจากโอโซนรั่วได้

นี่เป็นเรื่องของประโยชน์ที่ค่อนข้างจะเห็นได้ชัด และจัดว่าเป็นความเหมือน (กับโลก) ด้วย

ดาวอังคารยังเหมือนกับโลกตรงที่มีฤดูกาล มีหน้าร้อนหน้าหนาว แม้ว่าหน้าร้อนในตอนเที่ยงวันของดาวอังคารจะยังหนาวใกล้ๆ จุดเยือกแข็งของน้ำ (คือ 0 องศาเซลเซียส) และหน้าหนาว หนาวได้ถึงจุดเยือกแข็งของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ-180 องศาฟาห์เรนไฮต์

บนดาวอังคารมีลมพัด (เหมือนบนโลก ต่างจากดวงจันทร์บริวารของโลก) บางครั้งบางคราว ลมอาจจะแรงถึงขั้นพายุ มีสภาพไม่ต่างจากพายุทรายแถบทะเลทรายในโลก

ทรายเป็นประเด็นสำคัญอีกประเด็นหนึ่ง เพราะพื้นผิวของดาวอังคารประกอบด้วยซิลิคอนไดออกไซด์ (ซึ่งก็คือทรายธรรมดาๆ อย่างบนโลกเรานี้) เป็นหลัก นอกจากนั้นยังมีธาตุเหล็กในรูปของเหล็กอ็อกไซด์หรือสนิมเหล็ก ปนอยู่ในดินอีกหนึ่งในห้าส่วนของดินทั้งหมด สนิมเหล็กนี้ทำให้ดาวอังคารมีสีแดงและถูกเรียกขานว่าดาวแดง

เหล็กออกไซด์ในดินเป็นความคล้ายคลึงอีกอย่างหนึ่ง จะว่าไปแล้วมันก็เปรียบเหมือนกับดินลูกรังอย่างที่ใช้ทำถนนชั่วคราวก่อนจะทำถนนราดยางหรือคอนกรีต ดินลูกรังเป็นสีแดงเป็นสนิมเหล็กที่ปนอยู่เช่นกัน

บนดาวอังคารมีน้ำ เรื่องนี้เป็นที่แน่นอนแล้ว ทว่ามันอยู่ในรูปของน้ำแข็ง และอยู่ที่บริเวณขั้ว เนื่องจากดาวอังคารมีบรรยากาศเบาบางมาก ความหนาแน่นมีเพียงหนึ่งในร้อยของบรรยากาศบนโลก ความกดอากาศจึงต่ำ น้ำบนดาวอังคารจึงจะเดือดในอุณหภูมิที่ต่ำมาก นั่นก็หมายความว่า ไม่มีน้ำในรูปของเหลว

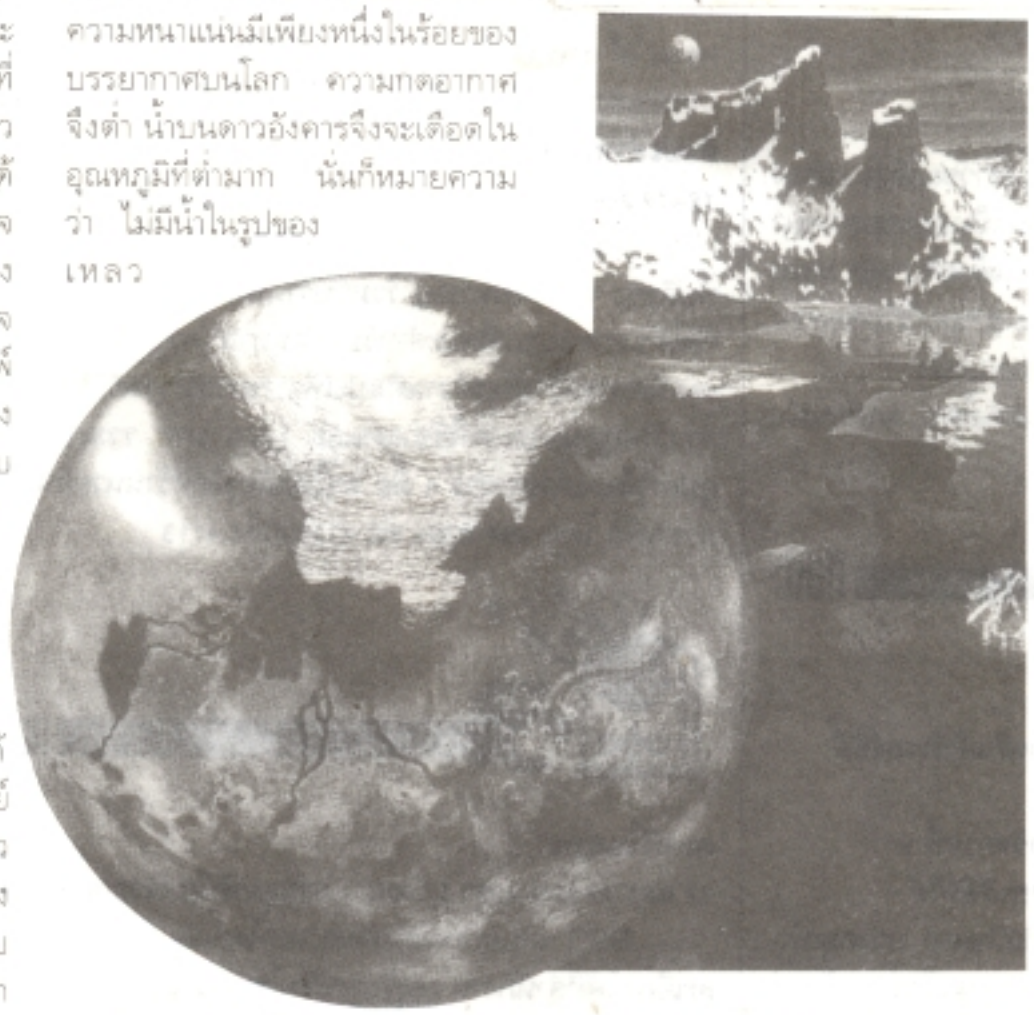
อยู่ในที่โล่งโจ้ง นักวิทยาศาสตร์หวังว่ามันอาจจะมีแทรกอยู่ในโพรงหินหรือใต้ดินบ้าง.. เล็กน้อย

ดาวอังคารมีบรรยากาศเหมือนกับโลก ทว่าประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลักถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ที่มีมากรองลงมาคือไนโตรเจนกับอาร์กอนและมีออกซิเจน น้ำที่อยู่ในสภาพไอน้ำกับโอโซนีกนิดหน่อย

สิ่งที่ดาวอังคารมีเหมือนกับโลกมากที่สุด และสร้างความตื่นเต้นให้มากที่สุด (มากยิ่งกว่าการมีทราย) ก็คือภูมิประเทศ ดาวอังคารมีภูเขา มีโตรกธาร ที่บอกให้รู้ว่ากาลครั้งหนึ่ง อาจจะในสมัยเมื่อสัก 4 พันล้านปีก่อน มีน้ำมากมายไม่ต่างจากโลก มีภูเขาน้ำแข็งที่จะเคลื่อนเซาะจนเว้าแหว่งมีทะเลสาบ (ซึ่งปัจจุบันแห้งเหือดไปแล้ว) ซึ่งมีทางให้น้ำ (จากแม่น้ำ?) ไหลลงและระบายออก บนดาวอังคารมีเนินทราย มีหุบเขา มีภูเขา มีภูเขาไฟ ทางน้ำ ฯลฯ น้ำแข็งที่จับอยู่ที่ขั้วก็เป็นความเหมือนด้วยอีกอย่างหนึ่ง

หนึ่งวันของดาวอังคาร ยาวนานเท่ากับ 1.02 วันของโลก หรือประมาณ 24 ชั่วโมง 38 นาที ใกล้เคียงกันจนแทบจะไม่รู้สึก

สภาพของดาวอังคารมีปมปริศนาให้คิดจินตนาการไปได้หลายอย่าง ความคิดถึงว่าครั้งหนึ่งมันเคยเป็นดาวเคราะห์ที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายเป็นเรื่องหนึ่ง คนเราคิดต่อเนื่องไกลต่อไปอีกว่า คงจะมีอะไรสักอย่างหรือหลายอย่าง ทำให้มันมาลายสภาพจากที่ที่เคยมีน้ำเหมือนอย่างโลกไปเป็นที่รกร้างราวทะเลทรายได้ ที่นี่อาจจะเคยมีอารยธรรม แต่สาปสูญไปด้วยสาเหตุลึกลับ



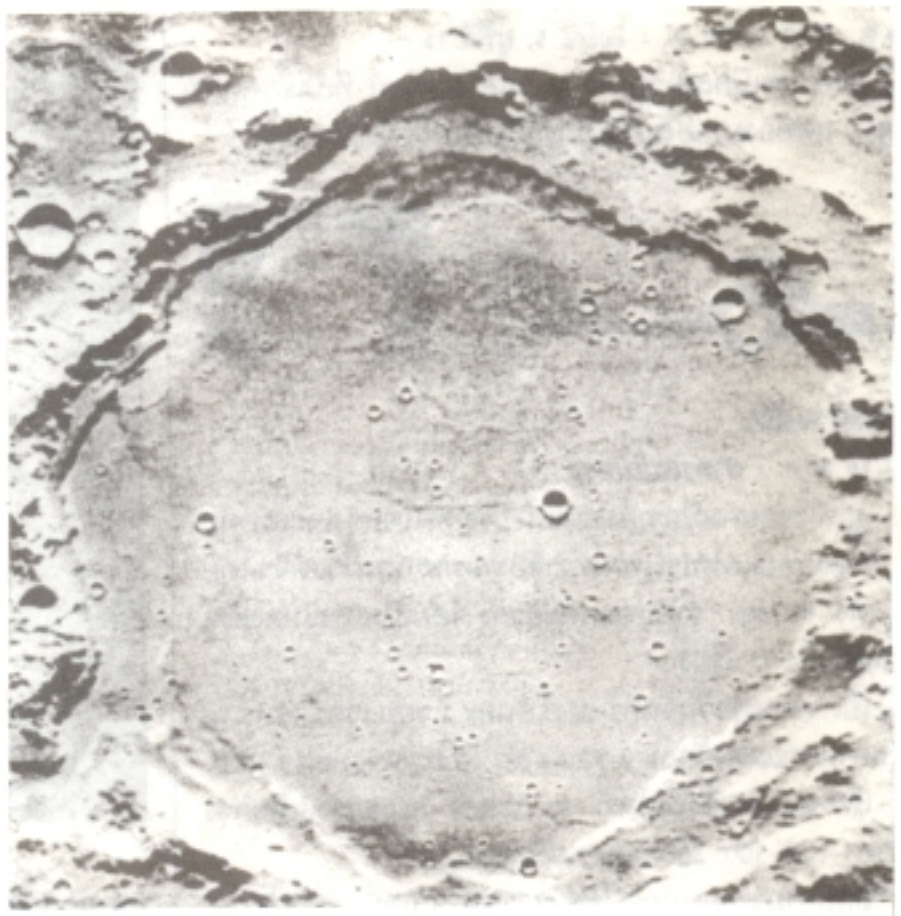
ดาวอังคารสมัยนี้ (บนซ้าย) กับดาวอังคารในอดีตตามข้อสันนิษฐาน (ขวา) นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่ามันเคยมีแม่น้ำ ทะเลสาบและมหาสมุทร

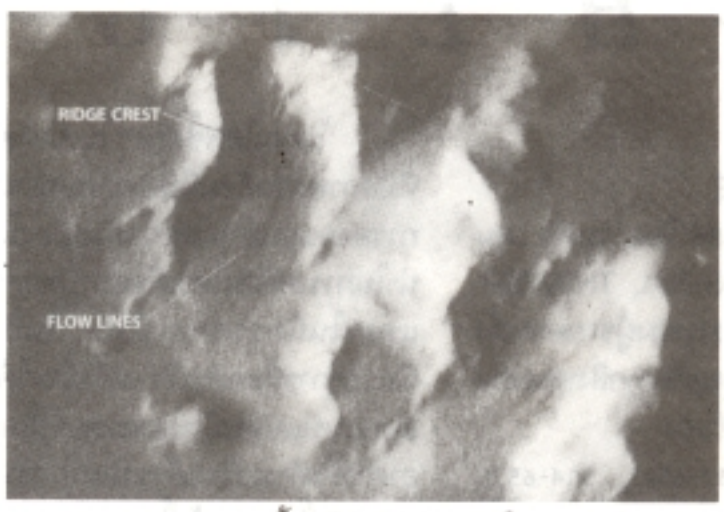
มองอีกทางหนึ่ง มันเป็นสถานที่ที่สามารถพัฒนาให้มีสภาพเหมาะที่สิ่งมีชีวิต (โดยเฉพาะมนุษย์เรา) มาอาศัยอยู่ได้

คาร์ล เซแกน นักดาราศาสตร์-นักเขียนที่เพิ่งล่วงลับไปเมื่อปลายปีกลายนี้ เขียนไว้อย่างน่าประทับใจว่า จากรูปที่เขาได้เห็นเขารู้สึกว่าทัศนียภาพมันเหมือนกับที่บางแห่งในโลก เช่นที่เนวาดา และบางแห่งก็ไม่ต่างจากทะเลทรายในแอฟริกาเซแกนเล่าว่า เขาเกิดความประทับใจกับดาวอังคารมาตั้งแต่สมัยเป็นเด็กอายุ 8 ขวบ เขามีส่วนร่วมสำคัญในงานการส่งยานอวกาศไวกิ้งไปสำรวจผิวดาวอังคาร และใฝ่ฝันที่จะได้ศึกษาดาวอังคารโดยอาศัยยานสำรวจที่จะลงไป "เดิน" สำรวจแทนที่จะยืนนิ่งเหมือนอย่างไวกิ้ง

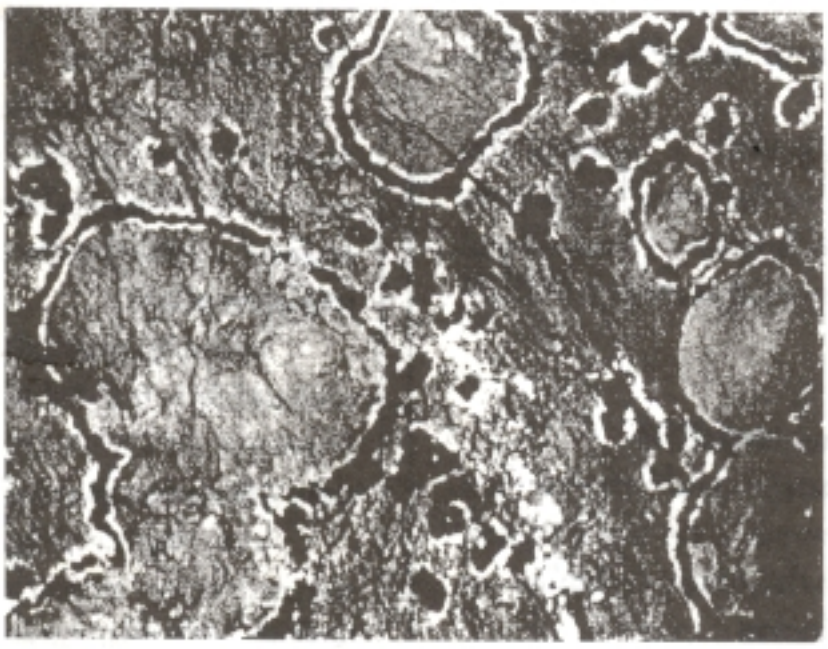
ยานที่จะเดินสำรวจดาวอังคารชื่อมาร์ส พาธไฟเดอร์ (Mars Pathfider บางทีก็เรียกสั้นๆ เพียงว่าพาธไฟเดอร์) เดินทางออกจากโลกไปแล้วเมื่อปลายปีกลาย น่าเสียดายที่เขาไม่มีโอกาสจะได้เห็นภาพที่พาธไฟเดอร์จะส่งมาดูกันโดยผ่านทางอินเตอร์เน็ท ในวันที่ 4 กรกฎาคม วัน (คล้ายวัน) ประกาศเอกราชของอเมริกาที่จะมาถึงในอีกไม่กี่เดือนข้างหน้านี้ □

ผิวดาวอังคาร





ลักษณะผิวของดาวอังคาร (ขวา) เปรียบได้กับภูเขาที่เกิดจากการเดินทางของภูเขาน้ำแข็งหรือกลาเซียในอลาสกา (ซ้าย)



ผลึกที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเป็นผลิตผลจากสิ่งมีชีวิตขนาดจิ๋ว สิ่งมีชีวิตนี้ติดมากับอุกกาบาตที่ตกมายังโลก เป็นสะเก็ดดาวอังคารที่ถูกดาวหางหรืออุกกาบาตชนแตกกระเด็นออกมาเคว้งคว้างอยู่กลางอวกาศ ก่อนจะตกลงมายังโลก

สมมุติฐานที่กล่าวมายังไม่อาจยืนยันได้แน่นอน แต่คนช่างจินตนาการคิดไกลยิ่งไปกว่านั้นแล้ว- ในทำนองที่ว่า มนุษย์เรานี้มีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตที่กระเด็นมาจากดาวอังคาร (หรือดาวเคราะห์ดวงอื่น) พูดง่ายๆ ว่าเรามิใช่ชาวโลกแท้ๆ

ตัวเลขเปรียบเทียบระหว่างโลกกับดาวอังคาร

	โลก	ดาวอังคาร
ระยะห่างจากดาวอาทิตย์ (ค่าปานกลาง)	149.6 ล้านกิโลเมตร	227.9 ล้านกิโลเมตร
ความเร็วในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ (ค่าปานกลาง)	29.79 กิโลเมตรต่อวินาที	24.13 กิโลเมตรต่อวินาที
ระยะเวลาหนึ่งปี	365.256 วันโลก	686.98 วันโลก
ระยะเวลาหนึ่งวัน	24. ชั่วโมง	24 ชั่วโมง 37 นาที 22.67 วินาที
ความเอียงของแกน	23. 5 องศา	25.1 องศา
เส้นผ่าศูนย์กลาง	12.76 กิโลเมตร	6,786 กิโลเมตร
แรงดึงดูดที่พื้นผิว	100	38
มวลสาร	1	0.1074
ความหนาแน่น	100	71

ก่อนจะออกเดินทาง

ดาวเทียม 'ตก' รอบโลก

■ *ความเร็วเป็นตัวกำหนดว่ายาน หรือจรวดจะ "ตก" ลงไปที่ใด สิ่งใดก็ตามที่ถูกยิงขึ้นจากโลก จะต้องตกลงมา แต่ถ้าหากว่ามีความเร็วถึง 28,500 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มันจะ "ตก" ไปรอบโลกในแบบที่เรียกว่า "ฟรีฟอล" หรืออีกนัยหนึ่งโคจรไปรอบโลก*

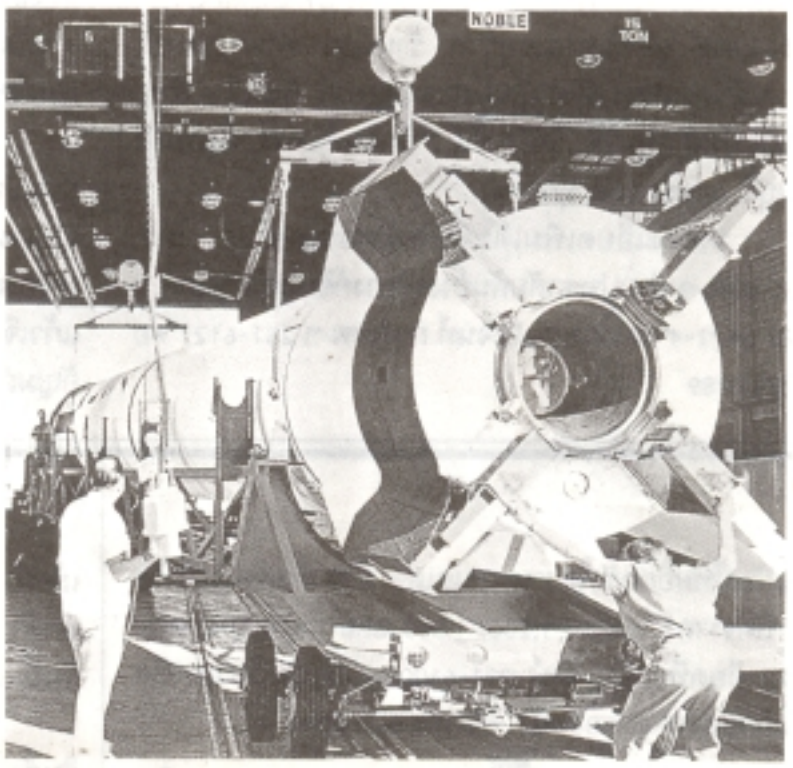
ยานอวกาศที่จะออกไปให้พ้นโลก จะต้องมีความเร็วประมาณ 7 ไมล์หรือ 11.2 กม.ต่อวินาที (40,000 กม.ต่อชั่วโมง) จึงจะหลุดจากแรงดึงดูดของโลกออกไป "ตก" ลงในแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ ไปโคจรรอบดวงอาทิตย์

"หลากโลกหลายกระแส" ในชุด "บนเส้นทางสู่ดาวอังคาร"ดำเนินมาถึงตอนที่เราเตรียมตัวออกเดินทางสู่ดาวอังคารกันแล้วในฉบับนี้

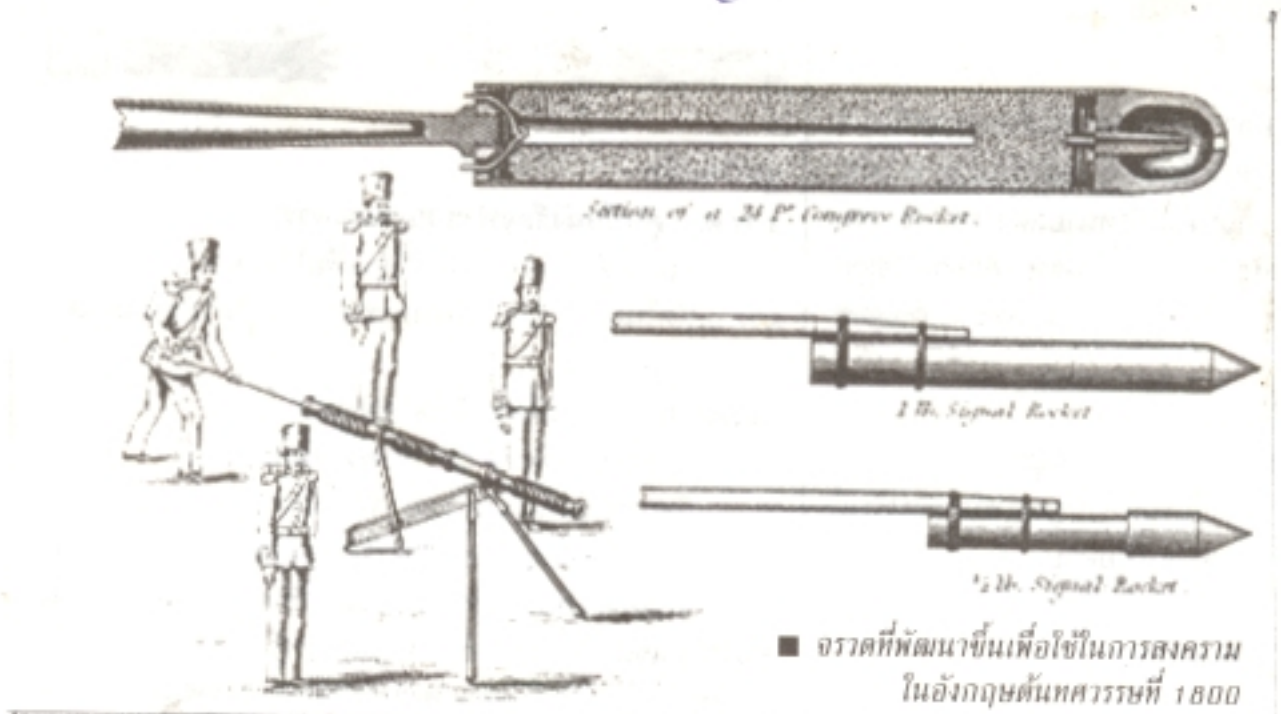
สิ่งที่จำเป็นต้องมีเป็นอันดับแรก สำหรับการเดินทางออกไปจากโลก คือความรู้เรื่องดาราศาสตร์ ทฤษฎีการบินเกี่ยวกับวิถีจรวด ทฤษฎีแรงดึงดูด และทฤษฎีการเคลื่อนที่ ที่กล่าวมานี้เป็นหลักเบื้องต้น การเดินทางไปดาวอังคารหรือเพียงท่างเหินไปจากโลกยังต้องมีความรู้ที่เป็นส่วนประกอบอีกหลายประการ อาทิระบบการติดต่อสื่อสารเพื่อการสั่งการ ระบบไฟฟ้าหรือพลังงานที่จะรองรับ รวมทั้งการสร้างอุปกรณ์ที่จะไปทำงานตามจุดมุ่งหมายของการเดินทาง ซึ่งแม้เพียงแค่เป็นการถ่ายภาพและส่งภาพกลับมา ก็เป็นเรื่องที่ซับซ้อนต้องมีระบบการส่งภาพและรับภาพ

ความรู้ในเรื่องต่างๆ ที่กล่าวมา จัดว่าเป็นกติกาการเดินทางท่องอวกาศที่จะต้องปฏิบัติตามอย่างไม่อาจจะฝ่าฝืนได้ เพราะมันคือกฎของธรรมชาติที่ปราชญ์ด้านดารา-ฟิสิกส์ยุคก่อนๆ ศึกษาและคิดวิเคราะห์ แล้วสรุปมาถ่ายทอดให้เราได้เรียนรู้กัน

ความรู้เรื่องดาราศาสตร์ที่จะนำมาใช้สำหรับการเดินทางของเรา เริ่มต้นที่ความรู้ของเคปเลอร์ (Johann Kepler นักดาราศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมันผู้มีชีวิตอยู่ระหว่างปีค.ศ. 1571-1630) ซึ่งสรุปจากการสังเกตของเขาเองและของไทโช บราห์เอ (Tycho Brahe) นักดูดาวผู้มีชื่อเสียงชาวเดนมาร์ก



■ *จรวดเรดสโตน (Redstone) ของสหรัฐฯ ในช่วงปี 1952-1954 พัฒนาขึ้นโดยทีมงานซึ่งมีฟอน บราวน์ อดีตนายทหารเอสเอสของนาซีเยอรมันเป็นหัวหน้า มีพิสัย 200 ไมล์ ให้แรงส่ง 75,000 ปอนด์*



■ จรวดที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสงคราม ในอังกฤษต้นทศวรรษที่ 1800

ความรู้ประการแรกที่สำคัญคือความรู้ที่ว่า ดาวเคราะห์ทุกดวงต่างโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงโคจรที่เป็นรูปวงรี

เคปเลอร์วางสูตรความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางการเคลื่อนที่ (หรือการโคจร) ของดาวเคราะห์โดยสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์เอาไว้ด้วย ความรู้เรื่องนี้เป็นหลักเบื้องต้นสำหรับการคำนวณตำแหน่งที่อยู่ของดาวอังคาร เพื่อว่าจะได้เดินทางไปดักหรือรอนัดพบกับดาวอังคารตรงจุดที่มันจะไปถึงได้

รวมทั้งกำหนดเวลาการออกเดินทางด้วย

การจะเดินทางไปดาวอังคาร ไม่ใช่ว่าจะไปเมื่อไรก็ได้ ในอนาคตข้างหน้า เราอาจจะมีความรู้ เก่ง และมีทรัพยากรมากพอที่จะเดินทางไปดาวอังคารได้ทุกเวลาตามใจชอบ แต่ไม่ใช่ตอนนี้ ปัจจุบันนี้ เราต้องคำนวณหาระยะเวลาที่การโคจรของดาวอังคารมาอยู่ในจุดที่เรียกว่า "ตรงกันข้าม" หรือ Opposition ที่จะใช้เป็นหลักในการกำหนดเวลาที่เหมาะสม

ที่ว่า "ตรงกันข้าม" นั้น หมายถึงตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ หรือโคจรมาอยู่ในบริเวณที่อยู่คนละฟากกับดวงอาทิตย์พอดิบพอดี (180 องศา) ในสายตาของโลกหรือคนที่อยู่บนโลก เมื่อมองขึ้นไปยังท้องฟ้า ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าเราไม่มีโอกาสที่จะมาอยู่ตรงกันข้ามหรือมี "อ็อพโพสชิชั่น"

ช่วงเวลา "ตรงกันข้าม" ของดาวอังคาร เป็นช่วงเวลาที่มันสว่างไสวมากที่สุด มันจะขึ้นเมื่อประอาทิตย์ตกและตกเมื่อพระอาทิตย์ขึ้น กลางดึกเที่ยงคืน มันจะโคจรมาอยู่ตรงจุดที่สูงที่สุดเหนือท้องฟ้า

สมัยที่เราศึกษาดาวอังคารเพียงด้วยการส่องกล้องดูดาว ช่วงเวลา "ตรงกันข้าม" เป็นช่วงเวลาที่จะศึกษาดาวอังคารกันดีกดัก

มาสมัยที่เราสามารถเดินทางไปศึกษาดาวอังคารถึงที่ได้ ช่วงเวลา "ตรงกันข้าม" เป็นช่วงเวลาที่สะดวกที่สุด โลกกับดาวอังคารจะโคจรเข้ามาใกล้กันมากที่สุดในช่วงที่ใกล้เคียงกับช่วงเวลา "ตรงกันข้าม" เพราะวงโคจรของดาวอังคารกับของโลกไม่ได้ขนานกัน แต่เบี้ยวๆ กันอยู่

ช่วงเวลาเหมาะสำหรับการส่งยานไปดาวอังคารนี้ เรียกว่า "launch window" (ประมาณ 50 วันก่อนถึงจุด "ตรงกันข้าม" หรือช่องหน้าต่างที่เหมาะสำหรับการส่งยาน เพราะจะช่วยประหยัดเชื้อเพลิง

■ โรเบิร์ต ก็อดดาร์ (1882-1945) ได้ชื่อว่าเป็นบิดาของกิจการจรวดอเมริกัน

เงื่อนไขเรื่องความตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์อย่างเดียวยังไม่พอ วิถีโคจรของดาวอังคาร (และของโลก) ยังมีแง่มุมอื่นๆ ที่ต้องพิจารณากันอีก

ดังกติกาที่เคปเลอร์บอกเราไว้ว่าการโคจรของดาวเคราะห์ทั้งหลายเป็นรูปวงรี ดังนั้น ช่วงตรงกันข้ามแต่ละช่วงจึงไม่ได้เท่ากันเสมอไป ช่วงที่ดาวอังคารอยู่ใกล้โลกของเรา เป็นช่วงที่เรียกว่า *เพอริฮีเลียน* (Perihelion) นั่นคือช่วงที่ดาวอังคารอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด ถ้าหากว่าเราจะไปพบกับดาวอังคารในช่วงตรงกันข้ามในยุคใกล้เคียงกับการโคจรไปถึงจุดเพอริฮีเลียน ระยะทางที่ต้องเดินทางจะไกลเพียงสัก 56 ล้านกิโลเมตร (หรือ 35 ล้านไมล์) แต่ถ้าหากว่าเป็นอ็อพโพสชิชั่นช่วงแอ็บฮีเลียน (Aphelion) หรือช่วงที่ดาวอังคารอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ระยะทางจะไกลไปถึง 100 ล้านกิโลเมตร

ถัดจากกติกาการเดินทางที่เราได้รู้จากเคปเลอร์ คือความรู้จากนิวตัน (เซอร์ไอแซ็ค นิวตัน Issac Newton นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ มีชีวิตอยู่ระหว่างปี 1642-1727) เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่

กฎแรงโน้มถ่วงข้อหนึ่ง สรุปได้สั้นๆ ว่า ***หากว่าขึ้นแล้ว จะต้องตก*** ฟังดูอาจจะเหมือนกับราคาหรือดัชนีหุ้น เพียงแต่การเดินทางไปดาวอังคารของเราการตกไม่จำเป็นต้องตกมายังที่เดิม

ยานอวกาศที่ขึ้นจากพื้นโลกไปจะต้องตกลงมา แต่หากว่ามันไปถึงบริเวณซึ่งมีแรงดึงหรือฉุดของบรรยากาศน้อย (บรรยากาศเบาบางมาก อย่างน้อยที่ระดับความสูง 150 กิโลเมตรหรือ 93 ไมล์ เหนือระดับพื้นผิวของโลก) ความเร็วของยานที่เคลื่อนอยู่ (อาศัยแรงส่งเดิม) จะทำให้ยาน "ตก" ในแบบที่เรียกว่า "ฟรีฟอล"(Free fall) คือเหมือนกับลอยคว้างอย่างกลางอวกาศ ทว่าอันที่จริงแล้ว มันกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงและกำลังอยู่ในสภาพตก ที่เหมือนกับยังไม่ตก

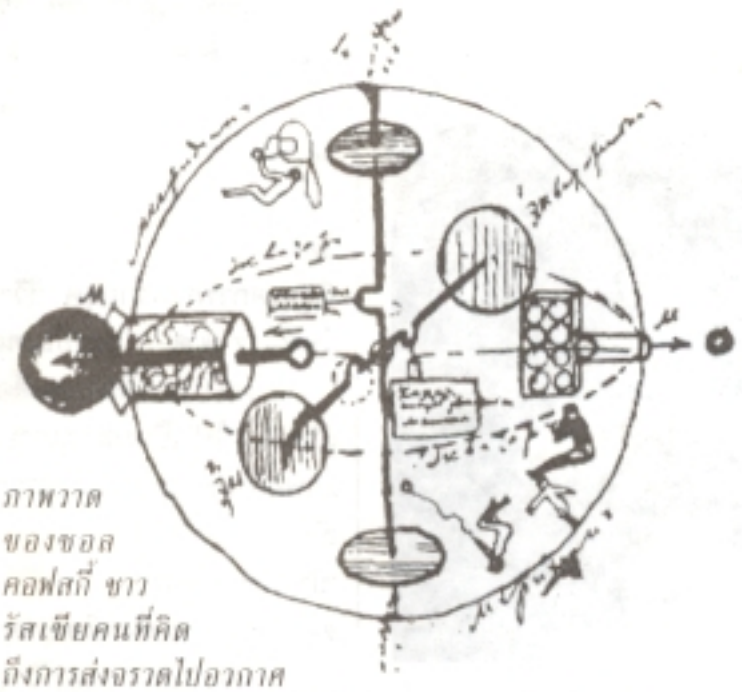
ระหว่างที่ตกไปรอบโลกนี้ การจุดระเบิดในขั้นถัดไป เมื่อถึงเวลาอันเหมาะสม และเมื่อยานไปอยู่ยังที่ที่เหมาะสม (ตามที่คำนวณไว้) จะทำให้ตัวยานมีพิสัยการโคจรห่างโลกไปจากเดิม หากว่าตัวยานมีความเร็วถึง 11.2 กิโลเมตรต่อวินาทีหรือ 40,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มันก็จะหลุดจากวงโคจรของโลก แล้ว ***ตก*** ไปรอบๆ ดวงอาทิตย์ หรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งคือ เข้าสู่วิถีการโคจรรอบดวงอาทิตย์

สิ่งสำคัญคือจะต้องหาระดับการ "ตก" ที่จะไปประจวบเหมาะกับเส้นทางการเดินทางของดาวอังคาร ซึ่งอยู่ในสภาพเดียวกัน คือโคจรรอบดวงอาทิตย์ (หรือ "ตก" ไปรอบๆ ดวงอาทิตย์)

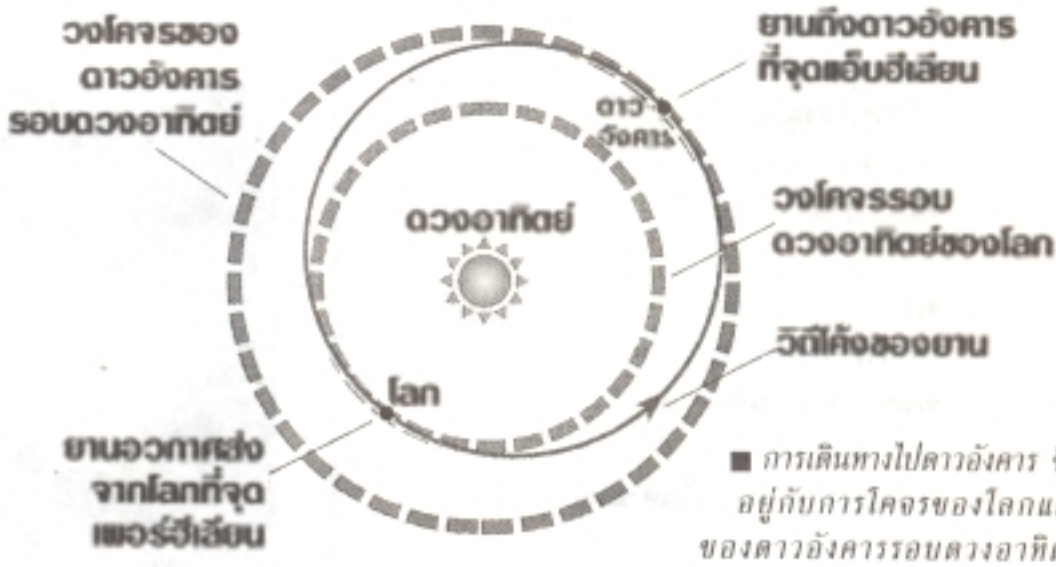
ที่กล่าวมานั้นเป็นกติกาเบื้องต้น ลำดับถัดไปเป็นเรื่องของอุปกรณ์ ที่สำคัญคือ**จรวด**

จรวดมีวิวัฒนาการมาเป็นเวลานับพันปี ตั้งแต่สมัยที่ผู้คนในประเทศจีน ใช้ดินปืนมาทำพลุทำประทัดและดอกไม้ไฟในงานฉลอง การนำดินปืนมาใช้ทำจรวด มีประวัติบันทึกว่าเริ่มขึ้นในปีค.ศ. 1232 อยู่ในรูปของลูกธนูติดท่อดินปืนทำเป็นธนูเพลิง ธนูเพลิงแพร่มาทางตะวันตก โดยถูกนำมาใช้ในการรบระหว่างชาวอาหรับกับมองโกลในกลางศตวรรษที่ 13 และมีหลักฐานระบุว่า มันถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสงครามในยุโรปในราวครึ่งหลังของศตวรรษที่ 13

■ *บนเส้นทางสู่ดาวอังคาร (ผ่านดวงจันทร์) ภาพวาดฝีมือเดวิด ฮาร์ดี (David Hardy)*



■ *ภาพวาดของชอล คอฟสกี้ ชาวรัสเซียคนที่คิดถึงการส่งจรวดไปอวกาศเป็นคนแรก ระบบจรวดมีลักษณะเด่นตรงที่ใช้ออกซิไดเซอร์ (oxidiser) มาผสมกับเชื้อเพลิงในการจุดระเบิด จรวดปัจจุบันยังคงใช้หลักการอย่างเดียวกับที่ชอลคอฟสกี้คิดไว้*



■ *การเดินทางไปดาวอังคาร ขึ้นอยู่กับการโคจรของโลกและของดาวอังคารรอบดวงอาทิตย์ วิถีของยานอวกาศ ต้องกำหนดให้อยู่ในแนวเดียวกับการหมุนของโลกเพื่อประหยัดพลังงาน ภาพนี้เป็นภาพมองลงยังขั้วโลกเหนือของโลก สัดส่วนไม่ตรงกับความเป็นจริง โดยเฉพาะในเรื่องวิถีโคจร เพราะกติกาอวกาศมีอยู่ว่า ดาวเคราะห์ทุกดวงโคจรเป็นรูปวงรีเสมอ ไม่ใช่วงกลมอย่างในภาพนี้*

ก่อนจะพัฒนาขึ้นเป็น "จรวด" (sky rocket)สมบูรณ์ทะยานขึ้นจากพื้นดินในแนวดิ่ง สำหรับความคิดเรื่องจะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์การเดินทางไปนอกโลกเริ่มมีในปี 1898 โดยครูชาวรัสเซียที่มีชื่อว่า คอนสตันติน เอดูอาร์โดวิช ซอลคอฟสกี้ (Konstantin Eduardovitch Tsiolkovsky)

ประเด็นสำคัญของความคิดของซอลคอฟสกี้อยู่ที่การใช้เชื้อเพลิงเหลวเป็นตัวขับเคลื่อน เขาเขียนบทความเรื่องการใช้ออกซิเจนเหลวกับไฮโดรเจนเหลวเป็นตัวขับเคลื่อน นอกจากนั้นยังคิดไกลไปถึงดาวเทียมสำหรับใช้เป็นสถานีเติมเชื้อเพลิงในวงโคจรไกลๆ สำหรับการเดินทางไกลไปดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ คิดกระทั่งระบบการประทังชีวิตของนักบินอวกาศในระหว่างการเดินทาง ในตอนที่จรวดออกตัวกับการใช้จรวดสำหรับเดินทางกลับลงมายังโลกโดยมีบรรยากาศเป็นตัวเบรก

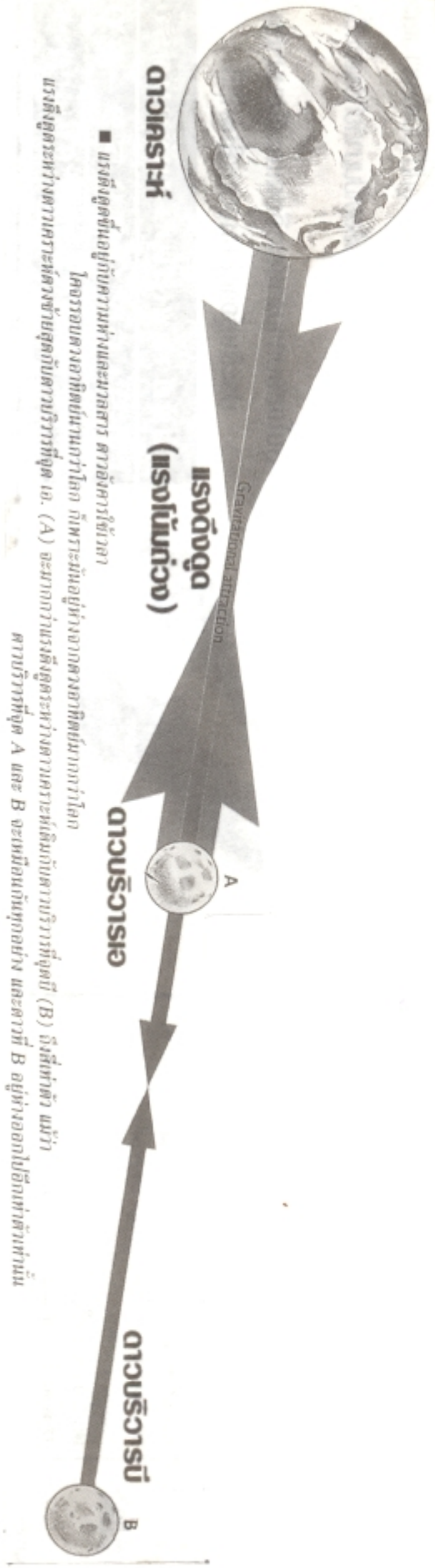
โรเบิร์ต ฮัตชิงส์ ก็อดดาร์ด (Robert Hutchings Goddard) นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ได้ชื่อว่าเป็นบิดาของกิจการจรวดของอเมริกัน ก็อดดาร์ดอุทิศชีวิตให้กับการคิดและทดลองจรวด เขาเป็นคนแรกที่ได้ทดลองยิงจรวดลำเล็กที่ใช้ออกซิเจนเหลวกับน้ำมันก๊าด ในปี 1926 จรวดของก็อดดาร์ดขึ้นไปได้สูง 184 เมตร ด้วยความเร็ว 64 ไมล์ (103 กม.) ต่อชั่วโมง อีก 9 ปี ต่อมา ก็อดดาร์ดพัฒนาจรวดของเขาต่อไป และได้สร้างจรวดใหม่ ลำใหญ่กว่าเดิม (สูง 4.6 เมตร) และยิงขึ้นไปได้สูง 1.9 กม. ด้วยความเร็ว 700 ไมล์ต่อชั่วโมง

ในช่วงระยะเวลานี้ มีนักวิทยาศาสตร์ในหลายประเทศ ขยันขันแข็งในเรื่องการพัฒนาจรวดกันเป็นการใหญ่ มีการก่อตั้งสมาคมคนสร้างจรวดเป็นที่เอิกเกริก อาทิในสหภาพโซเวียต เยอรมนี ออส เตรีย สหรัฐอเมริกา อังกฤษ รวมทั้งที่อื่นๆ สำหรับในอังกฤษนั้น สมาคมจรวด (British Interplanetary Society) ถูกสั่งห้ามไม่ให้ทำการทดลอง แต่สมาชิกก็แอบทดลองส่งจรวดกันจนได้ เมื่อเกิดสงครามโลกครั้งที่สอง สมาคมทั้งหลายก็เป็นอันต้องปิดตัวลง ยกเว้นแต่ของเยอรมนี ซึ่งได้มีการทดลองกันต่อไป โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทัพบก ผลลัพธ์ที่ได้ คือจรวดวี-2 (V-2 ย่อมาจากคำที่หมายถึงอาวุธแก้แค้น 2 หรือ Vengeance Weapon 2) ซึ่งใช้ออกซิเจนเหลวกับเอธิลแอลกอฮอล์ 75% เป็นตัวขับเคลื่อน วี-2 ถูกนำมาใช้ในการรบด้วยการยิงถล่มลอนดอนและเมืองในตอนใต้ของอังกฤษในปี 1944

คนเก่งๆ ที่ได้รับการเอ่ยชื่อว่าเป็นนักคิดบุกเบิกการสร้างจรวดนอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาแล้ว ก็ได้แก่เฮอร์มาน โอเบิร์ธ(Hermann Oberth) ชาวทรานซิลวาเนีย (ปัจจุบันอยู่ในโรมาเนีย) เฮอร์มาน แกนสวินท์ (Hermann Ganswindt) กับเวอร์เนอร์ ฟอน บราวน์ (Wernher von Braun) ชาวเยอรมัน สำหรับคนหลังนี้ ร่วมงานอยู่ในทีมการสร้างจรวดวี-2 ของนาซีเยอรมัน หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 บราวน์กับทีมงานพัฒนาจรวดวี-2 อีกประมาณ 100 คนอพยพมาอยู่อเมริกา ถือสัญญาชาติอเมริกัน และได้มาเข้าทำงานอยู่ในสังกัดขององค์การอวกาศนาสา (NASA) ของสหรัฐฯในเวลาต่อมา

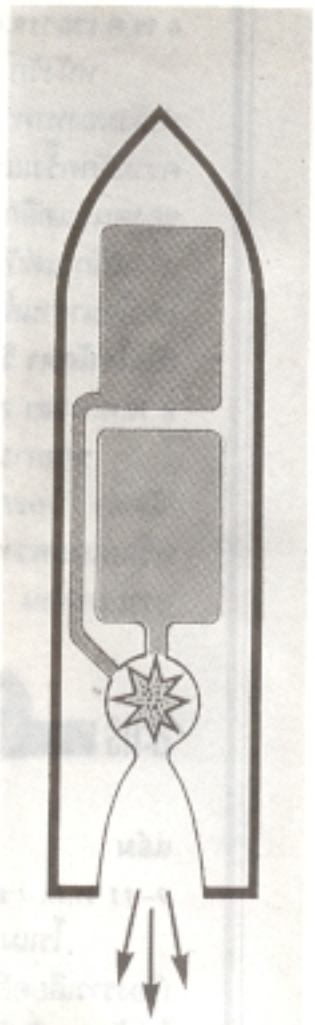
อุปกรณ์สำคัญสำหรับการเดินทางอย่างที่สอง คือไฟฟ้า

การเดินทางไปดาวอังคาร มีเป้าหมายเพื่อการศึกษา-สำรวจดาวอังคาร และส่งข้อมูลบอกกลับมา ซึ่งใช้อุปกรณ์มากมายอย่างที่เราคุ้นๆ กันอยู่หรือคาดหมายได้ อาทิ คอมพิวเตอร์ เครื่องส่งและรับสัญญาณวิทยุ อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล เครื่องตรวจจับ (sensor) หรือหยั่งสภาพ ฯลฯ

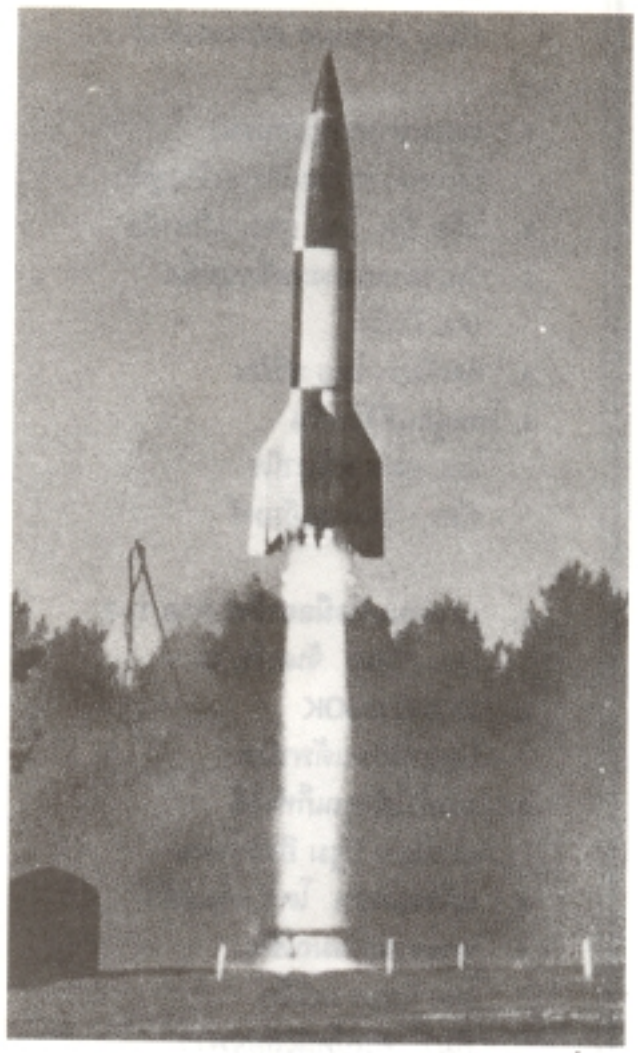


■ แรงดึงดูดขึ้นอยู่กับความห่างและมวลสาร ดาวอังคารใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์นานกว่าโลก เนื่องจากมีระยะทางไกลกว่าและมีมวลมากกว่าโลก

ดาวพุธ A และ B จะหมุนกันทุกอย่าง และดาวที่ B อยู่ห่างออกไปอีกเท่าสี่เท่านั้น แรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์ดวงนี้ก็จะมีค่าเพียงหนึ่งในสิบหกของแรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์ดวงที่ A ด้วยเช่นกัน



■ ลักษณะการทำงานในแบบง่ายของจรวด ห้องสีฟ้าของจรวดบรรจุออกซิไดเซอร์ ห้องสีเขียวบรรจุเชื้อเพลิง ห้องที่สาม (อยู่ตอนล่างสุด) เป็นห้องจุดระเบิด ที่ซึ่งเชื้อเพลิงกับออกซิไดเซอร์มาผสมกันแล้วมีการจุดระเบิดให้เกิดแรงผลักดันขึ้น



■ จรวด วี-2 ที่นาซีใช้ถล่มอังกฤษในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2

■ ช่วงล่างของจรวดส่งยานวอสต็อค (Vostok) ของสหภาพโซเวียต ให้แรงส่งถึง 1,340,000 ปอนด์ จรวดแบบนี้ใช้สำหรับการส่งยานขึ้นไปโคจรรอบโลก ในช่วงปี 1961-1963

ทั้งหมดนี้ ต้องใช้ไฟฟ้า

โดยปกติแล้ว แหล่งไฟฟ้าของยานอวกาศได้จากสองแหล่ง คือไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ผลิตในระหว่างการเดินทาง โดยใช้แผงโซลา (Solar array) แล้วเก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ประเภทนิกเกิล-แคดเมียมธรรมดาๆ (แต่ขนาดใหญ่หน่อย) เผื่อเอาไว้ใช้ตอนที่ยานอยู่ในเงามืด

ไฟฟ้าอีกแบบหนึ่ง ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีชื่อว่า *อีทีจี* (RTG) หรือ *เรดิโอไอโซโทป/ เธอโมอีเล็คทริค เจเนอเรเตอร์* (Radioisotope thermo electric generator) ซึ่งแปลได้ง่ายๆ ว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังความร้อนของสารกัมมันตภาพรังสี ตัวผลิตเชื้อเพลิงในอาร์ทีจีคือพลูโตเนียม พลูโตเนียมเมื่อสลายตัว มันจะให้ความร้อน ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกระแสไฟฟ้า (มีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนมีชื่อว่า แผงเธอร์มอคัปเพิล thermocouples ทำจากการเชื่อมต่อระหว่างซิลิคอนกับเจอร์มาเนียม)

อาร์ทีจีเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับยานที่ท่องอวกาศไปไกลๆ ในที่ซึ่งแสงอาทิตย์ไม่พอแก่การผลิตกระแสไฟฟ้า อาทิการเดินทางไปดาวพฤหัส หรือดาวเคราะห์ดวงอื่นที่ไกลออกไป การเดินทางไปดาวอังคารของเรายังจัดว่าใกล้ แสงอาทิตย์ยังแรงพอที่จะนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ยังไม่จำเป็นต้องใช้อาร์ทีจี แต่เนื่องจากเห็นว่าเป็นแหล่งพลังงานที่แปลกดี จึงนำมาเล่าสู่กันฟัง

นอกจากนี้ยังต้องมีระบบการควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพคงที่สม่ำเสมอ วิธีการก็โดยออกแบบให้มีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าที่จำเป็นสักหน่อย ไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะถูกป้อนใส่ตัวควบคุม (regulator) ให้ตัวควบคุมเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไปเป็นความร้อนแล้วระบายออกไปในอวกาศ

คราวนี้ก็มาถึงการติดต่อ

การติดต่อสั่งการไปจากโลก จะทำผ่านเครือข่ายการติดต่อในห้วงลึก (Deep Space Network หรือ DSN) โดยหัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการควบคุม (Misson Control "Ace") ซึ่งอาศัยทีมงานอีกหลายทีมเป็นผู้ช่วยหรือหน่วยสนับสนุน มีทีมงานวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม ทีมงานออกแบบเดิม ทีมงานวางแผนปฏิบัติการต่อเนื่อง กับทีมรับช่วงงานวางแผน

สายงานการติดต่อจากยานกลับมายังโลกก็ทำนองเดียวกัน ต้องอาศัยเครือข่ายอวกาศห้วงลึกดีเอสเอ็นที่จะรับสัญญาณและขยายสัญญาณ (เพราะสัญญาณที่ได้รับมักจะอ่อน) แล้วส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์ของศูนย์ควบคุมการปฏิบัติงาน คอมพิวเตอร์ที่นี่จะจัดการถอดรหัส จัดหมวดหมู่ เก็บและส่งไปยังฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง อาทิ ผู้ตรวจสอบด้านวิทยาศาสตร์ (Science Investigator)

ทางด้านยานสำรวจต้องมีกระบวนการจัดข้อมูลในทำนองเดียวกัน เริ่มด้วยการหยั่งสภาพ (sensing) ทั้งโดยตรงด้วยสัมผัส และในระยะห่าง คอมพิวเตอร์ประจำยานจะถูกตั้งโปรแกรมมาเรียบร้อยแล้ว ว่าจะต้องหยั่งสภาพอะไรบ้าง อาทิ สนามแม่เหล็ก การแผ่รังสี บรรยากาศ ฯลฯ ข้อมูลที่ได้เกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ จะถูกนำมาแปลเป็นข้อมูลระบบดิจิตอล บีบอัดให้กะทัดรัด (compress บาง

ทีก็เรียกกันว่าย่อข้อมูล) จัดให้เป็นหมวดหมู่ จัดลงกรอบสำหรับส่ง ใส่โค้ดสำหรับแก้ไขความผิดพลาด เปลี่ยนระบบบิท (bit) ให้เป็นระบบสัญลักษณ์ (symbol) แล้วปรับแต่งให้ย่นย่อเข้าอีกชั้นหนึ่ง ก่อนจะส่งออกไปสู่ห้วงอวกาศ จนกระทั่งมาถึงโลก ให้จานรับอันทรงพลังของระบบดีเอสเอ็นรับเอาไว้

สัญญาณวิทยุ เดินทางด้วยความเร็วของแสง หรือวินาทีละ 300,000 กิโลเมตร เพราะฉะนั้นก็ไม่ต้องวิตกว่าจะเสียเวลารอนานนัก ระยะห่างระหว่างโลกกับดาวอังคารเพียงแค่ 5-60 ล้านกิโลเมตร ดังนั้นข้อมูลจะใช้เวลาเดินทางสักสาม-สี่นาทีเท่านั้น

ทั้งหมดนี้ เป็นขั้นเตรียมการอย่างคร่าวๆ เพื่อให้คุณๆผู้อ่านพร้อมสำหรับการเดินทางของเราซึ่งจะมีขึ้นใน "บนเส้นทางสู่ดาวอังคาร" คราวหน้าครับ

□

อุปสรรคกลางทาง : อาถรรพ์ดาวอังคาร

การส่งยานอวกาศไปสำรวจดาวอังคาร มีขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อสามสิบกว่าปีก่อน หลังจากที่รัสเซียประสบความสำเร็จในการส่งดาวเทียมชื่อสปุตนิค (Sputnik) ขึ้นไปโคจรรอบโลกได้เพียง 5 ปีเท่านั้น

รัสเซีย (หรือสหภาพโซเวียต) ริเริ่มส่งยานอวกาศชื่อว่า *มาร์ส 1* (Mars I) เดินทางมุ่งสู่ดาวอังคารโดยส่งออกจากโลกเมื่อเดือนพฤศจิกายน ปีค.ศ. 1962 ปีเดียวกับที่สหรัฐอเมริกา ส่งยานอวกาศ*มารีนเนอร์ 2* (Mariner 2) ไปสำรวจดาวศุกร์

การเดินทางไปสำรวจดาวอังคารครั้งแรก ประสบความล้มเหลว เมื่อการติดต่อกับยาน*มาร์ส 1* ขาดหายไปในวันที่ 21 มีนาคม ปีถัดมา ตั้งแต่ยานยังเดินทางไปได้ไม่ถึงครึ่งทาง

ยาน*มารีนเนอร์ 3* ของสหรัฐอเมริกา เดินทางออกจากโลกไปเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน ปี 1964 มีดาวอังคารเป็นจุดหมาย แต่ก็ประสบอุปสรรคเช่นกัน เนื่องจากแผงโซลาร์สำหรับใช้ผลิตพลังงานไม่กางออกมาทำงานอย่างที่ควร

ความล้มเหลวในการส่งยานไปดาวอังคารอย่างที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกกับโครงการของทั้งสองประเทศนี้ แทบจะเป็นแบบฉบับโครงการอวกาศในส่วนที่เกี่ยวกับดาวอังคาร ซึ่งประสบความล้มเหลวครั้งแล้วครั้งเล่าราวกับมีอาถรรพ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการของประเทศรัสเซียหรือสหภาพโซเวียต ซึ่งพลาดครั้งแล้วครั้งเล่าอย่างน่าพิศวง

ที่น่าพิศวงก็เพราะความสามารถและความสำเร็จของกิจการด้านอวกาศของรัสเซียมิใช่ย่อย การส่งยานอวกาศไปสำรวจดาวศุกร์ซึ่งสภาพแวดล้อมทารุณร้ายกาจกว่า (อุณหภูมิบนดาวศุกร์ โดยเฉลี่ยแล้วสูงถึง 480 องศาเซลเซียสในเวลากลางวัน ซึ่งสูงที่สุดในบรรดาดาวเคราะห์ทั้งหมดในระบบสุริยจักรวาล ในขณะที่กลางคืน อุณหภูมิลดต่ำลงถึง -190 องศา) แต่รัสเซียก็ประสบความสำเร็จแทบจะทุกครั้ง ทั้งยานชนิดที่จะบินผ่าน (fly-by) ยานโคจร (orbiter) และยานที่จะลงไปจอดสำรวจพื้นที่ (lander)

ความล้มเหลวล่าสุด คือการส่งยานสำรวจด้วยความร่วมมือของ 20 ประเทศ (โดยมีรัสเซียเป็นโต้โผใหญ่) ในโครงการ*มาร์ส '96* อันเป็นโครงการดาวอังคารที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยมีมา นักวิทยาศาสตร์-นักดาราศาสตร์ทั้งโลกต่างก็ตั้งความหวังไว้กับโครงการนี้ แต่แล้วการส่งยานก็ล้มเหลวตั้งแต่ในระยะต้นๆ คือยานไม่สามารถเข้าสู่วงโคจรของโลกตามขั้นตอนได้

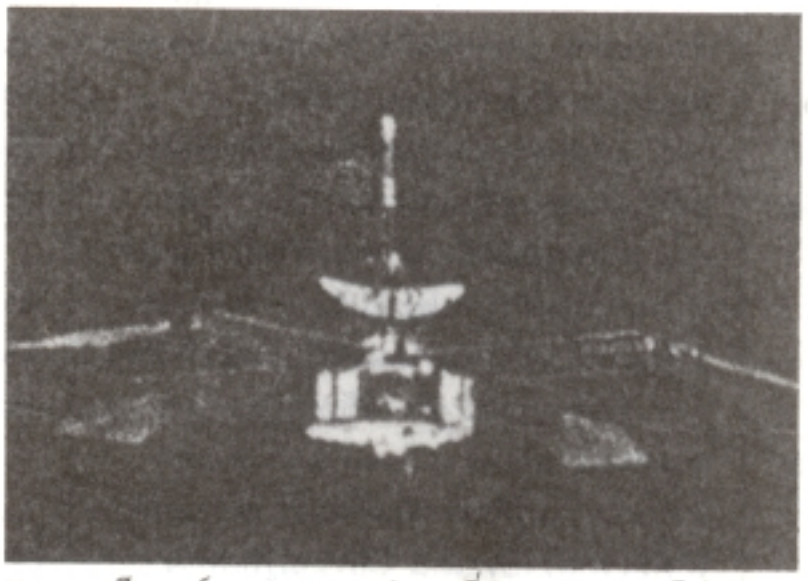
ก่อนหน้านี้ (วันที่ 21 สิงหาคม ปี 1993) ยาน*มาร์ส อ็อบเซิร์ฟเวอร์* (Mats Observer) ของสหรัฐฯ ที่ส่งไปดูดาวอังคารใกล้ๆ ตั้งแต่เมื่อปี 1992 ขาดการติดต่อไปเฉยๆ ในขณะที่กำลังจะเข้าสู่วงโคจรของดาวอังคาร สร้างความเสียใจและเสียดายให้แก่นักวิทยาศาสตร์ที่ร่วมทำงานอยู่ในโครงการอย่างยิ่ง

ความหวังในขณะนี้ ฝากอยู่กับยานอวกาศลำล่าสุดของสหรัฐฯ *พาธไฟเดอร์* (Pathfinder)ซึ่งออกเดินทางไปเมื่อเดือนธันวาคม ปีกลายนี้ และมีกำหนดจะเดินทางไปลงจอดบนดาวอังคารในวันที่ 4 กรกฎาคม (วันชาติของสหรัฐฯ) ที่กำลังจะมาถึง

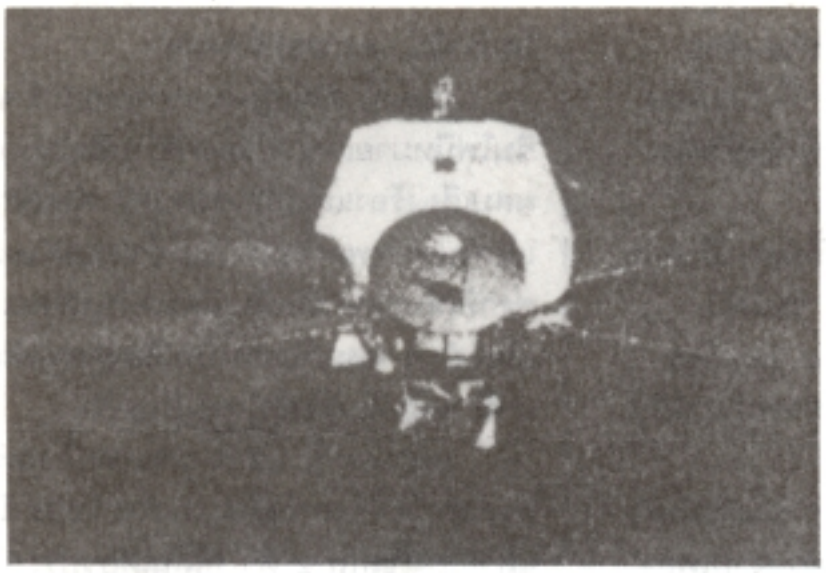
เรื่องของ*พาธไฟเดอร์* มีรายละเอียดที่น่าสนใจมาก เช่นเดียวกับโครงการ*โกลบัล เซอร์เวเยอร์* (Global Surveyer) *มาร์ส'96* และ*มาร์ส อ็อบเซิร์ฟเวอร์* แต่ก่อนที่จะกล่าวถึงยานรุ่นล่าเหล่านี้ เราจะท้าวความหลังไปถึงยานรุ่นเก่ากันก่อน

ยานสู่ดาวอังคารลำที่ 3 คือ *"มารีนเนอร์ 4"* ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งส่งไปคู่กับ*มารีนเนอร์ 3* ลำที่ประสบความล้มเหลว *มารีนเนอร์ 4* ออกเดินทางหลัง*มารีนเนอร์ 3* ประมาณ 2 สัปดาห์ และประสบความสำเร็จอย่างงดงามในการบินผ่านไปในระยะห่างเพียง 9,850 กิโลเมตร ในช่วงที่อยู่ใกล้ดาวอังคารมากที่สุด ซึ่งหากมองในแง่ดาราศาสตร์นับว่าเป็นระยะทางที่ใกล้มาก ความสำเร็จของ*มารีนเนอร์ 4* ทำให้ได้ภาพส่งกลับมาให้ดูกันที่โลกเรานี้ 25 ภาพ เป็นภาพในระยะห่าง 16,900 กิโลเมตร จำนวน 22 ภาพ กับอีก 3 ภาพ ถ่ายในระยะใกล้กว่า คือ 11,900 กิโลเมตร

ภาพจากดาวอังคารสร้างความ



■ *ยานมารีนเนอร์ 4 ยานอวกาศลำแรกที่ประสบความสำเร็จในการเดินทางสู่จุดหมายปลายทางเพื่อ "บินผ่าน" ดาวอังคาร*



■ *มารีนเนอร์ 9 ประสบความสำเร็จอย่างงดงามในปี 1971 ด้วยการโคจรถ่ายภาพดาวอังคารได้มากพอนำมาใช้ จัดทำแผนที่ดาวอังคารได้เป็นพื้นที่ถึง 85 เปอร์เซ็นต์*

ตื่นเต้นให้กับชาวโลกมาก เพราะเป็นครั้งแรกที่ได้ภาพระยะใกล้จากดาวอังคารมาดูกัน มนุษย์โลกได้มองเห็นพื้นผิวที่เป็นทะเลทรายและเป็นหลุมบ่อเพราะอุกกาบาตอย่างชัดเจนยิ่งกว่าที่เคยเห็นมา

ภาพถ่ายจากดาวอังคารครั้งนี้ยืนยันให้แน่ใจกันได้อย่างหนักแน่นว่า บนดาวอังคาร ไม่มีคลองอย่างที่เคยเชื่อกัน

ถัดจาก*มารีนเนอร์ 4* เป็นเวลาของยานอวกาศ*ซอนด์ 2* (Zond 2) ของรัสเซีย ซึ่งเดินทางออกจากโลกเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 1964 หลังจากที่*มารีนเนอร์ 4* เดินทางออกไปได้เพียง 2 วัน

ซอนด์ 2 ประสบชะตากรรมเช่นเดียวกับ*มาร์ส 1* การติดต่อขาดหายไปในเดือนพฤษภาคม ปี 1965

ภายหลังความล้มเหลวของ***ซอนด์ 2*** รัสเซียงดโครงการอวกาศที่เกี่ยวกับดาวอังคารระยะหนึ่ง หากมุ่งความสนใจไปที่ดาวศุกร์ และประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่อง ในการส่งยานไปสำรวจบรรยากาศและพื้นผิวของดาวศุกร์

ทั้งนี้ มีเหตุผลเรื่องความสะดวกในการส่งยานมาประกอบด้วย ดังที่ได้แจกแจงใน "เส้นทางสู่ดาวอังคาร" ตอนที่ 4 แล้วว่า การส่งยานอวกาศจากโลกไปยังดาวอังคารจำเป็นต้องคำนึงถึงช่วงที่ "หน้าต่าง" เปิด หรือช่วงเวลาที่เหมาะ คือเมื่อดาวอังคารโคจรมาอยู่ในระยะใกล้เคียงกับช่วง "ตรงกันข้าม" กับดวงอาทิตย์ช่วงที่ใกล้กับโลก

มารีนเนอร์ 6 ของสหรัฐอเมริกัน ออกเดินทางจากโลกเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ ปี 1969 ถึงจุดหมายปลายทางที่กำหนด คือ "บินผ่าน" (fly-by) ดาวอังคารในระยะใกล้ ประมาณ 3,400 กิโลเมตร และถ่ายภาพพื้นผิวของดาวอังคารในบริเวณศูนย์สูตร ช่วงระหว่างเส้นแวงที่ 60 ถึง 320 องศาตะวันตก ส่งกลับมาให้ดูกันบนโลก 25 ภาพ

มารีนเนอร์ 7 สร้างความสำเร็จในลำดับถัดมา หลังจากที่เดินทางออกจากโลกเมื่อวันที่ 27 มีนาคม ปี 1969 ไปถึงที่หมาย (บินผ่าน) ในวันที่ 5 สิงหาคม ปีเดียวกัน ได้ภาพระยะใกล้ของบริเวณขั้วใต้ของดาวอังคารส่งมาให้ ดูบนโลก 33 ภาพ ***มารีนเนอร์ 7*** เดินทางเฉียดดาวอังคารเข้าไปใกล้มาก ห่างจากผิวดาวอังคารเพียง 3,500 กิโลเมตรเท่านั้น

การสำรวจระยะใกล้ ทำให้ได้รู้ว่า บนดาวอังคารไม่มีสนามแม่เหล็ก ทราบว่าน้ำแข็งที่บริเวณขั้วใต้ของดาวอังคาร เป็นคาร์บอนไดอ็อกไซด์ที่อยู่ในรูปน้ำแข็ง อุณหภูมิที่บริเวณนี้ เท่ากับ -123 องศาเซลเซียส หรือ -190 องศาฟาเรนไฮต์

ปี ค.ศ. 1971 เป็นปีที่มีการส่งยานไปดาวอังคารอย่างคึกคักที่สุด สหรัฐอเมริกาส่งยาน*มารีนเนอร์ 8* และ ***มารีนเนอร์ 9*** ในขณะที่ทางรัสเซียหรือโซเวียต ก็ส่งยาน*มาร์ส 2* และ *มาร์ส 3*

ยาน*มารีนเนอร์ 8* ของสหรัฐอเมริกา ออกเดินทางในวันที่ 8 พฤษภาคม ปี 1971 แต่จรวดในขั้นที่ 2 ทำงานผิดพลาด ทำให้ยานไม่สามารถเข้าสู่วงโคจรของโลกได้ ***มารีนเนอร์ 8*** จึงตกลงสู่มหาสมุทรแอตแลนติก ไม่ได้ออกเดินทางไป

ยาน*มาร์ส 2* ออกเดินทางจากโลกเมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม ปีเดียวกัน เดินทางไปถึงดาวอังคารในวันที่ 27 พฤศจิกายน ***มาร์ส 2*** เป็นยานอวกาศลำแรกที่เดินทางไปโคจรรอบดาวอังคาร ทั้งมีการส่งยานสำรวจลงไปยังพื้นผิวดาวอังคารด้วย การเดินทางของ***มาร์ส 2*** ประสบความสำเร็จด้วยดี แต่เมื่อถึงตอนที่ส่งยานลำลูกลงไปสำรวจผิวดาวอังคาร ก็เกิดเหตุพายุฝุ่นทำให้ยานพุ่งเข้าปะทะพื้นดินพังพินาศ ไม่อาจทำงานสำรวจผิวดาวอังคารได้อย่างที่คาด

มาร์ส 3 ออกเดินทางในวันที่ 28 พฤษภาคม และลงจอดบนดาวอังคารได้เป็นผลสำเร็จในวันที่ 2 ธันวาคม ทว่าหลังจากที่ลงจอดได้ไม่นาน ข้อมูลที่ส่งมาก็ขาดหายไป พายุฝุ่นเข้าขัดขวางการติดต่ออีกครั้ง ราวกับเป็นอาถรรพ์

มารีนเนอร์ 9 ของสหรัฐอเมริกาออกเดินทางในวันที่ 30 พฤษภาคม ปี 1971 ไปถึงจุดหมายปลายทางในวันที่ 14 พฤศจิกายน และปฏิบัติหน้าที่ในการโคจรรอบดาวอังคารและถ่ายรูปทำแผนที่ดาวอังคารด้วยความสำเร็จอย่างงดงาม

มารีนเนอร์ 9 เป็นความสำเร็จสูงสุดของการเดินทางสำรวจดาวอังคาร นอกจากจะเป็นความสำเร็จของสหรัฐอเมริกาในฐานะที่เป็นยานอวกาศลำแรกของสหรัฐฯที่เดินทางไปโคจรดาวเคราะห์ดวงอื่น (ที่ไม่ใช่โลก) ได้แล้ว มันยังทำงานได้ตรงตามเป้าหมาย ได้ภาพดาวอังคารในระยะความห่างต่างๆ กันเป็นจำนวนมากพอที่จะนำมาใช้ทำแผนที่พื้นผิวของดาวอังคารได้ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ของพื้นผิวทั้งหมด นอกจากนั้นแล้วยังได้ภาพถ่ายชัดเจนของดวงจันทร์หรือดาวบริวารทั้ง 2 ของดาวอังคาร คือไดมอสกับโฟบอส ส่งกลับมาให้ดูกันด้วย

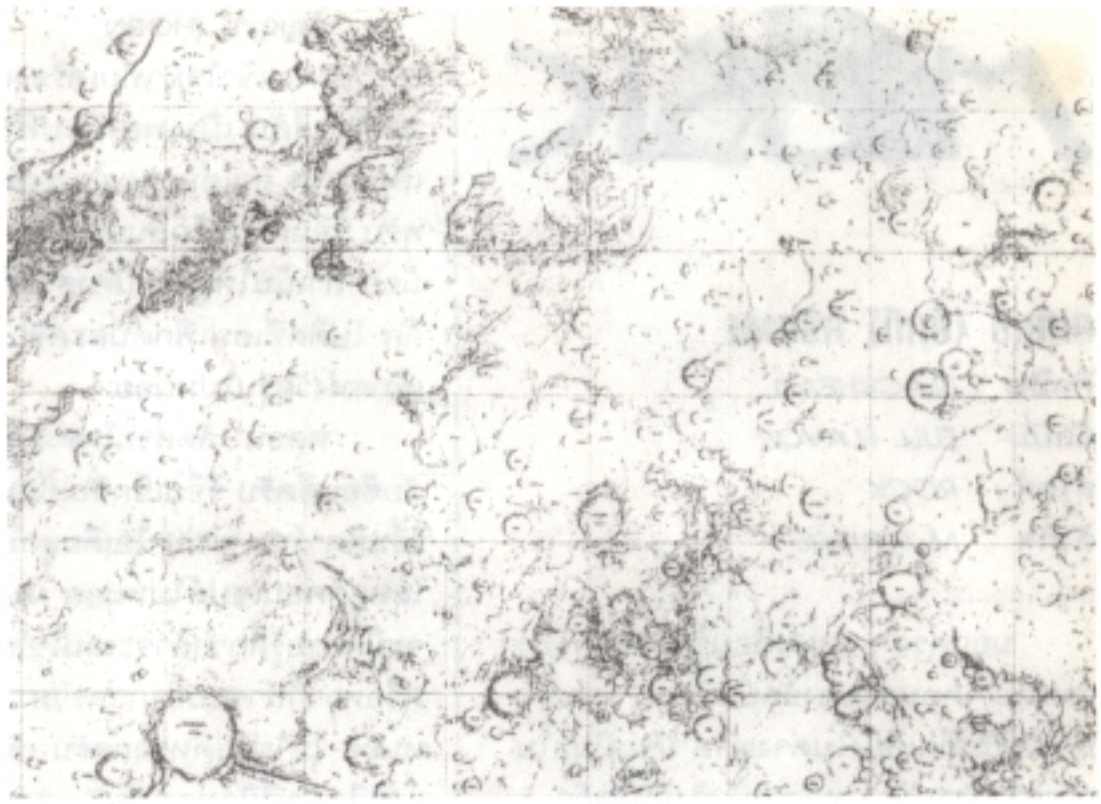
ไวกิ้งขุดดาวอังคาร

ในปีค.ศ.1975 สหรัฐอเมริกาส่งยานอวกาศอีกคู่หนึ่งไปยังดาวอังคาร ยาน*ไวกิ้ง* (Viking) 1 และ 2 ออกเดินทางจากโลกในวันที่ 20 สิงหาคมและ 8 กันยายน ตามลำดับ ไวกิ้งทั้งสองลำ เป็นทั้ง*ยานโคจร* (orbiter) และยานสำรวจพื้นที่โดยตรงหรือ *แลนเดอร์* (lander) จึงนับว่ามีภาระหน้าที่พิเศษที่ต่างจากยานอวกาศลำอื่นๆ แลนเดอร์ถูกปล่อยออกจากยานไวกิ้งลำแม่ กางร่มและจุดระเบิดเพื่อการเบรกก่อนจะค่อยๆ ร่อนลงไปจอดบนพื้นผิวของดาวอังคาร แลนเดอร์คือส่วนที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ดินบนดาวอังคาร และที่สำคัญที่สุด สำรวจหาสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคาร

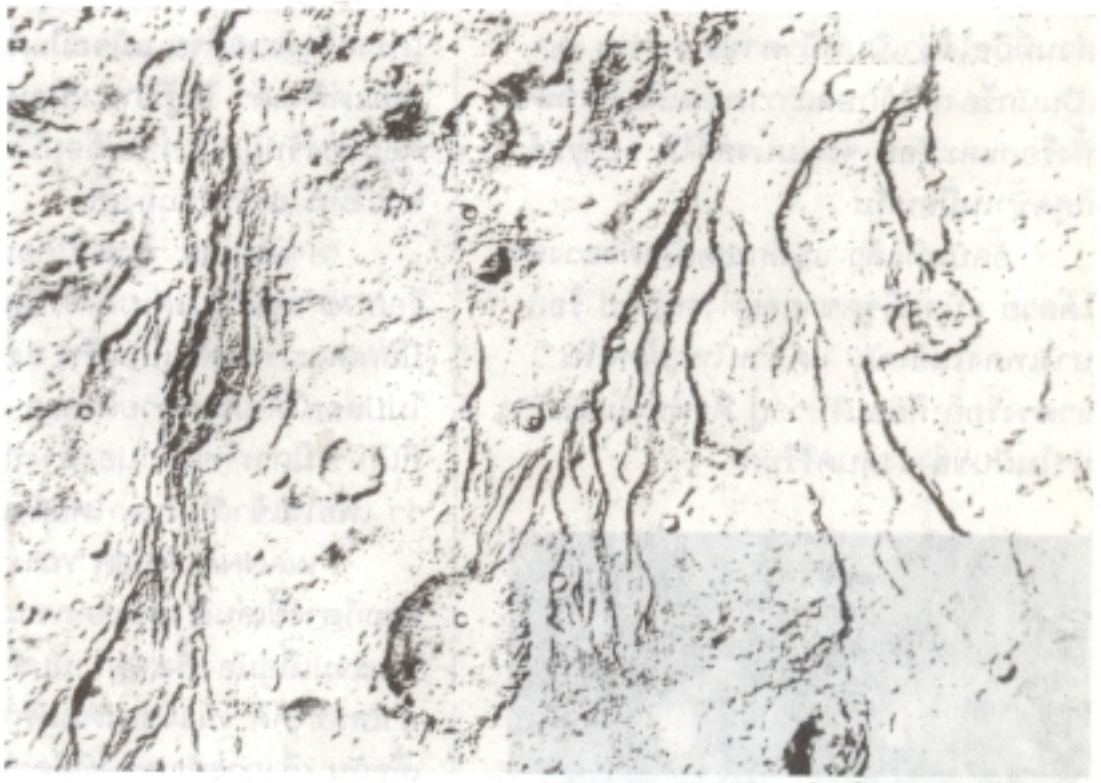
ผลการศึกษาสภาพดาวอังคารจากภาพที่ส่งจากยานอวกาศรุ่นก่อนๆ ทำให้บรรดานักวิทยาศาสตร์เลิกล้มความคิดเรื่องสิ่งมีชีวิตที่มีภูมิปัญญาบนดาวอังคารกันไปนานแล้ว โครงการเสาะหาสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคาร จึงตั้งเป้าหมายไว้เพียงแค่จุลชีพจำพวกสัตว์หรือพืชชั้นต่ำเท่านั้น

ยานไวกิ้งส่งแลนเดอร์ลงไปยังดาวอังคารในบริเวณที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามีโอกาสที่จะมีสิ่งมีชีวิตมากที่สุด นั่นคือบริเวณที่น่าจะมีน้ำหรือน้ำแข็งอยู่ใกล้กับพื้นผิว

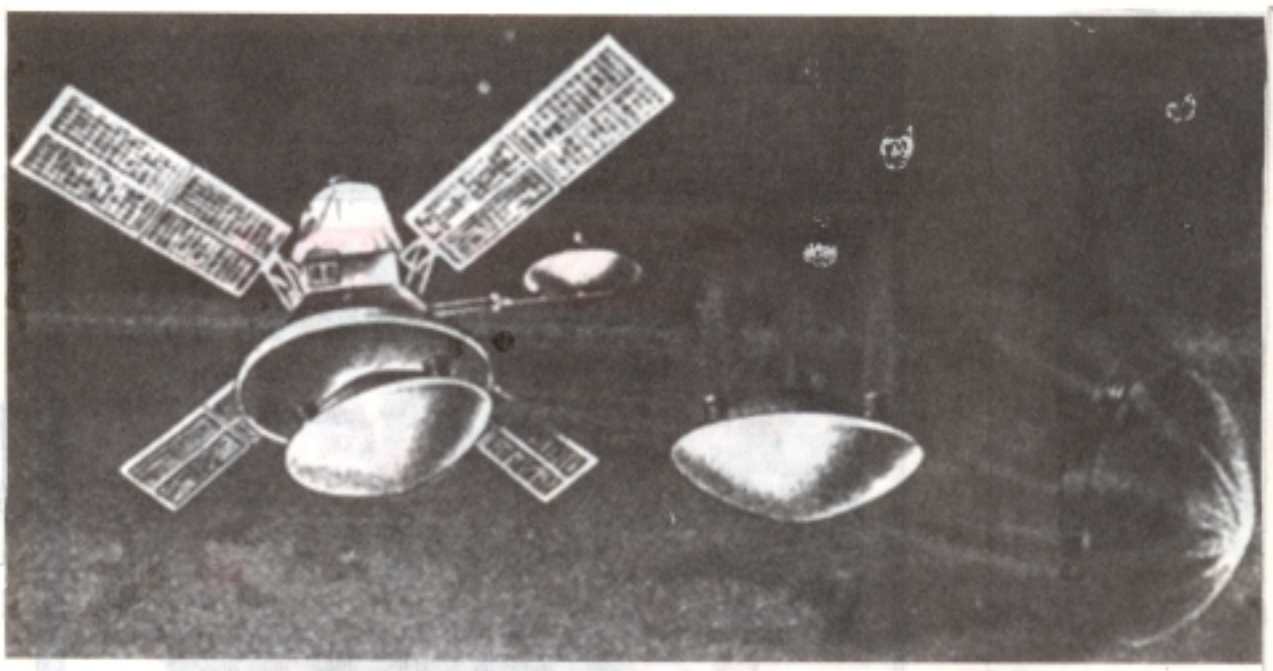
แลนเดอร์ของไวกิ้ง 1 ถูกส่งลงไปที่บริเวณ 22.5 องศาเหนือ 48 องศา ตะวันตก ในวันที่ 20 กรกฎาคม ส่วนยานลูกจากไวกิ้ง 2 ร่อนลงที่ 48 องศาเหนือ และ 225.7 องศาตะวันตก เมื่อวันที่ 3 สิงหาคม กำหนดการลงดาวอังคารของยานสำรวจพื้นที่ทั้งสอง คลาดเคลื่อนไปจากเดิม ไวกิ้ง 1 มีกำหนดส่งยานลูกลงดาวอังคารในวันที่ 4 กรกฎาคม เพื่อให้ตรงกับวันชาติของอเมริกา แต่เนื่องจากเกิดพายุฝุ่น นักวิทยาศาสตร์ที่ติดตามการปฏิบัติงานของยานโคจรและยานสำรวจพื้นที่จึงได้ตัดสินใจเลื่อนเวลาออกไป กระนั้น แลนเดอร์จากไวกิ้งลำที่ 1 ก็ยังไปถึงผิวดาวอังคารในวันสำคัญได้เหมือนกัน เพราะวันที่ 20 กรกฎาคม 1976 เป็นวันครบรอบปีที่ 7 ของการส่งยานไปลงดวงจันทร์เป็นครั้งแรกของสหรัฐอเมริกา ในโครงการอพอลโล



■ *แผนที่ดาวอังคาร บริเวณมาร์การิทิเฟอร์ ไซนัส (Margaritifer Sinus) ในบริเวณระหว่างศูนย์สูตรกับเส้นรุ้งที่ 30 องศาใต้*



■ *ภาพถ่ายจากมารีนเนอร์ 9 แสดงให้เห็นภูมิประเทศของดาวอังคารที่บ่งชี้ว่า บริเวณนี้เคยเป็นลุ่มแม่น้ำที่มีสาขาแตกแขนง*



แลนเดอร์หลุดจากไวกิ้ง เข้าสู่บรรยากาศของดาวอังคาร

แลนเดอร์จากไวกิ้งไม่มีการเคลื่อนที่ หากจอดนิ่งอยู่กับที่ เฉพาะเพียงแขนของมันเท่านั้น ที่จะยื่นไปตักดินของดาวอังคารเข้ามาใส่ในห้องวิเคราะห์ นักชีววิทยาคนสำคัญๆ ได้คิดวิธีการตรวจสอบเพื่อค้นหาจุลชีพในดินดาวอังคารไว้หลายแบบ และจากการคัดเลือกในรอบสุดท้ายจากจำนวนกว่า 10 วิธี เหลือเพียง 3 วิธีที่ได้รับการนำไปใช้ทดสอบจริงบนดาวอังคาร

ทั้งสามวิธีเป็นการทดสอบการ "กิน" การหายใจและการสังเคราะห์แสง โดยใช้เมตาโบลิซึ่มของสิ่งมีชีวิตบนโลกเป็นแบบอย่าง

วิธีแรก ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของ "คาร์บอน" ใช้ดินดาวอังคารปริมาณ 0.1 กรัม ซึ่งแขนของแลนเดอร์ตักขึ้นมาใส่ไว้ในห้องทดสอบ จากนั้นก็มีการปล่อยเอาคาร์บอนไดออกไซด์กับคาร์บอนมอนอ็อกไซด์ที่ปนเปื้อนกัมมันตภาพรังสี (เพื่อใช้เป็นเครื่องหมายในการตรวจหาในภายหลัง) จากนั้นก็ใช้โคมไฟซันแล็มพ์ (sunlamp) ส่องอยู่นานสามสี่วัน จนทุกอย่างในห้องทดสอบ มีความร้อนมากพอที่จะทำให้เกิดการแตกตัว หากว่ามีสิ่งมีชีวิตอยู่ มันจะต้องดูดซึมเอาสารอินทรีย์ (หรือคาร์บอน) เข้าไป โดยตรวจสอบได้จากการตรวจวัดคาร์บอน -14 อันเป็นกัมมันตภาพรังสีที่ใส่เติมเข้าไปสำหรับการตรวจหาในภายหลัง

การทดสอบนี้ มี "ส่วนควบคุม" หรือ control ตามกระบวนการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการใช้ดินดาวอังคารที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนจะนำเข้าไปในห้องที่มีธาตุคาร์บอนใส่เติมไว้ด้วย

ผลการทดสอบเป็นบวกอย่างอ่อนๆ และการทดลองซ้ำ ไม่ได้ผลอย่างครั้งแรก

วิธีที่สอง

ทดสอบการกินสารอาหารที่มีความข้นสารอาหารนี้ สอดบรรจุคาร์บอน-14 เอาไว้สำหรับการตรวจสอบด้วยเหมือนกัน สารอาหารถูกนำไปใส่ในห้องที่มีตัวอย่างดินจากดาวอังคารตักเข้ามาใส่ หากว่ามีสิ่งมีชีวิต มันจะต้องกินสารอาหาร แล้วปล่อยเอาแก๊สของเสียออกมา แก๊สนี้จะต้องมีคาร์บอน-14 ให้ตรวจสอบได้

ผลการทดสอบเป็นบวกมาก คือตรวจพบแก๊สที่มีระดับกัมมันตภาพรังสีของคาร์บอน-14 ในปริมาณมากแทบจะในทันทีหลังจากที่เอาสารอาหารใส่เข้าไป

วิธีที่สาม ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับก๊าซเฉื่อยสองชนิด คือฮีเลียม (helium) และคริพตัน (krypton) จากนั้นก็เติมสารอาหารและไอน้ำเข้าไป สภาพแวดล้อมที่ "อุดมสมบูรณ์" อย่างนี้ จะต้องมีการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตอย่างกระฉับกระเฉง มีเมตาโบลิซึ่ม ซึ่งจะต้องส่งผลให้เกิดการสร้างแก๊สชนิดต่างๆ ขึ้นในห้องทดลอง

การทดลองได้ผลเป็นบวกอีกเช่นกัน และน่าตื่นเต้นกว่าสองแบบแรก ตรงที่ตรวจพบปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่ปฏิกิริยาตอบสนองเมื่อเติมสารอาหารเข้าไปกลับมีอ่อนมาก

แต่.... ไข่ครับ แม้ผลการทดสอบจะเป็นบวกทั้งหมด แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่อาจปักใจเชื่อได้แน่นอนว่า นั่นเป็นฝีมือของจุลชีพบนดาวอังคาร ดินดาวอังคารประกอบด้วยสนิมเหล็กเป็นอันมาก (อันทำให้มันเป็นสีแดงโดดเด่นน่าประทับใจกว่าดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ) นั่นก็หมายถึงเหล็กที่ได้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน สารประกอบชนิดนี้ มีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับสารเคมีและแก๊สต่างๆ ได้ดี นอกจากนั้นแล้ว เมื่อพิจารณาในแง่ทฤษฎีการทดลองอย่างที่ 4 คือการนำสารอินทรีย์จากโลกไปโปรยบนผิวดาวอังคาร สารเหล่านั้น จะถูกทำลายลงในเวลาอันรวดเร็ว สิ่งที่ทำลายนั้นคือโมเลกุลที่คล้ายกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์อย่างชนิดที่ใช้ใส่แผลฆ่าเชื้อโรค โดยทำปฏิกิริยากับเชื้อโรคในลักษณะเดียวกันนั่นคือทำให้เกิดการออกซิไดเซชัน (oxidization) หรือพูดง่ายๆ ว่า ทำให้เกิดการประสานรวมเข้ากับออกซิเจน แสงอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ซึ่งไม่มีโอโซนคุ้มครอง ก็สามารถสังหารสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนพื้นผิวดาวอังคารให้วอดวายได้หมดสิ้นเช่นเดียวกัน

ข้อจำกัดดังที่กล่าวมานี้ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สงวนถ้อยคำในการประกาศการค้นพบ ต่างจากเหตุการณ์เมื่อปีกลายนี้

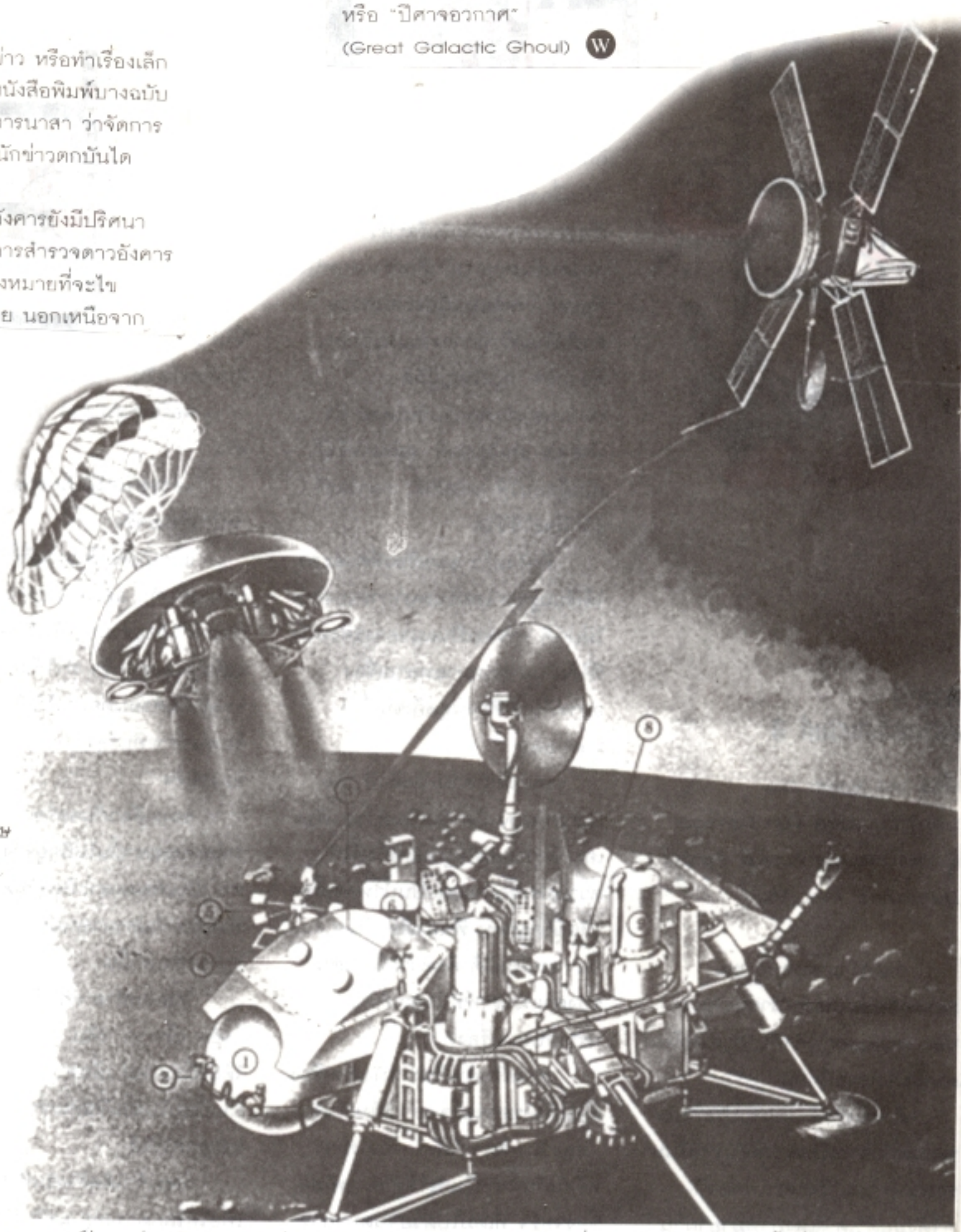
คุณๆ ผู้อ่านอาจจะจำได้ว่า เมื่อเดือนสิงหาคม ปี 1996 มีข่าวใหญ่เรื่องการค้นพบร่องรอยของจุลชีพจากหินที่ถูกขนกระเด็นมาจากดาวอังคารเมื่อ 15 ล้านปีก่อน (มันเดินทางมาถึงโลกเมื่อราว 13,000 ปีก่อนและมีคนไปพบและพิสูจน์ยืนยันว่ามันมาจากดาวอังคารจริงๆ เมื่อ 12 ปีก่อน แต่เพิ่งผ่าออกพบสิ่งที่เชื่อว่าเป็นฟอสซิลเมื่อปีกลาย) สิ่งที่พบมีรูปทรงกระบอก คล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่กลายเป็นหิน (เพราะความเก่าแก่) บนโลกของเราเอง มีขนาดเพียง 1 ใน 1,000 ของเส้นผม โดยนักจุลชีววิทยาและนักวิทยาศาสตร์จากองค์การอวกาศของอเมริกัน (นาสา) แถลงในที่ประชุมหนังสือพิมพ์ว่า มัน "อาจจะ" เป็นสิ่งมีชีวิตรุ่นแรกของดาวอังคารก็ได้

เพียง "อาจจะ" เท่านั้น ก็กลายเป็นข่าวใหญ่ได้อย่างไม่น่าเชื่อ สื่อมวลชนทุกแขนง ประโคมข่าวเอิกเกริกอยู่หลายวัน หลังจากที่ข่าวเริ่มซาลง ก็เริ่มมีนักวิทยาศาสตร์บางคน ติติงว่า ปฏิกิริยาทางเคมีอาจทำให้เกิดสภาพที่มีร่องรอยอย่างเดียวกันนั้นได้ มีนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อ

เสียง ได้รับความเคารพยกย่อง ออกมาบอกกล่าวเตือนว่าอย่าลิงโลดจนเกินควร ว่าการค้นหาและพิสูจน์จะต้องดำเนินต่อไป นอกจากนั้น ก็มีการกระเซ้ากันเองในหมู่หนังสือพิมพ์

บ้าง ถึงเรื่องการสร้างข่าว หรือทำเรื่องเล็กให้เป็นเรื่องใหญ่ แต่หนังสือพิมพ์บางฉบับก็ป้ายต่อไปให้กับองค์การนาสา ว่าจัดการแถลงข่าวครึกโครมจนนักข่าวตกบันไดพลอยโจน

อย่างไรก็ดี ดาวอังคารยังมีปริศนาชวนฉงนอยู่มาก โครงการสำรวจดาวอังคารในครั้งต่อๆ มา มีจุดมุ่งหมายที่จะไขปริศนาเรื่องสิ่งมีชีวิตด้วย นอกเหนือจากเรื่องอื่นๆ แต่การเดินทางไปดาวอังคารก็มักจะมีเหตุการณ์ประหลาดอยู่เนืองๆ จนนักวิทยาศาสตร์บางคนถึงกับออกปากว่าความผิดพลาดอย่างไม่น่าเชื่อทั้งหลายแหล่ ดูราวกับเป็นฝีมือของ "ภูติพิทักษ์ดาวอังคาร" (Ghoul Guarding Mars) หรือ "ปีศาจอวกาศ" (Great Galactic Ghoul) W



1. *ถังเชื้อเพลิง*
2. *เครื่องบังคับทิศทาง*
3. *เสาอากาศ*
4. *เครื่องกำเนิดไฟฟ้า*
5. *เสาอากาศรับคลื่นความถี่สูงพิเศษ*
6. *เครื่องวัดการไหวตัวของแผ่นดิน*
7. *จานรับสัญญาณวิทยุ*
8. *อุปกรณ์วิเคราะห์สารอินทรีย์*
9. *กล้อง*
10. *เครื่องวัดสภาพอากาศ*
11. *แปรงแม่เหล็ก*
12. *อุปกรณ์ทดสอบทางชีววิทยา*
13. *แขนตักดินตัวอย่าง*
14. *กระบวยตักดิน*
15. *แม่เหล็ก*
16. *เครื่องยนต์สำหรับการร่อนลง*
17. *อุปกรณ์วัดองค์ประกอบของดิน*

■*แลนเดอร์ร่อนลงสู่ดาวอังคาร ขณะอยู่บนดาวอังคาร นักวิทยาศาสตร์จากโลก สั่งการแลนเดอร์โดยผ่านไวกิ้ง ซึ่งโคจรรอบดาวอังคาร*

ยานไวกิ้ง ทั้ง 1 และ 2 ปฏิบัติงานได้นานเกินความคาดหมาย

หลังจากที่แยก***แลนเดอร์*** (lander) ส่งลงไปยังผิวดาวอังคารแล้ว ส่วนที่เหลือของไวกิ้ง ซึ่งทำหน้าที่เป็นยานโคจร (orbiter) ก็ยังคงทำงานประสานกับแลนเดอร์กับศูนย์อวกาศที่บนโลกต่อไป ***ออร์บิเทอร์*** *1* ของ ***ไวกิ้ง*** *1* ทำงานต่อไปจนถึงวันที่ 7 สิงหาคม ปี 1980 ***แลนเดอร์*** *1* ซึ่งต่อมาภายหลังเปลี่ยนชื่อเป็นสถานีรำลึกมัทช์ (Mutch Memorial Station) หรือ***เอ็มเอ็มเอส*** (MMS) เพื่อเป็นที่ระลึกถึงทิโมที มัทช์ นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญที่ถึงแก่กรรมในปี 1980 ทำงานได้นานกว่าเพื่อน คือหยุดการทำงานในวันที่ 13 พฤศจิกายน ปี 1982 เท่ากับทำงานอยู่นาน 6.4 ปีโลกหรือ 3.4 ปีดาวอังคาร

ทั้งๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์คาดหมายว่ามันจะทำงานอยู่ได้นานเพียงสักสามเดือนเท่านั้น

ออร์บิเทอร์ 2 ยุติกำรทำงานในวันที่ 25 กรกฎาคม ปี 1978 ***แลนเดอร์ 2*** ยุติการทำงานปีวันที่ 11 เมษายน ปี 1980

ยานเหล่านี้ทำงานอะไรบ้าง

ไวกิ้ง สองลำสี่ส่วน ทำงานศึกษาสภาพของดาวอังคาร ตามที่กำหนดไว้แต่เดิม หากแต่ทำซ้ำหลายครั้ง การทำงานติดต่อกันได้นานเป็นปีๆ ทำให้สามารถรู้สภาพของดาวอังคารในช่วงฤดูกาลต่างๆ ได้ รวมทั้งได้รู้ว่า ความแตกต่างที่มีอยู่ในแต่ละช่วงเวลานั้น อาจมีได้มาก อาทิ ระดับแรงกดของบรรยากาศ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้มากถึง 30 เปอร์เซ็นต์

แลนเดอร์ 1 ที่ลงไปอยู่ยังบริเวณที่ราบ ***ไครส์ พลานิเทีย*** (Cryse Planitia ซึ่งอาจแปลได้ว่า "สุวรรณภูมิ" เพราะไครส์เป็นภาษากรีก หมายถึงดินแดนแห่งทอง หรือ Land of gold พลานิเทีย หมายถึงที่ราบ หรือ plain) ซึ่งอยู่ในบริเวณเขต "ร้อน" ของดาวอังคาร วัดอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดได้เท่ากับ -83 องศาเซลเซียส หรือ -118 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นอุณหภูมิในตอนเช้าตรู่ ส่วนอุณหภูมิสูงสุดที่บริเวณนี้วัดได้เท่ากับ -33 องศาเซลเซียส (-28 องศาฟาเรนไฮต์)

เนื่องจากแลนเดอร์ทั้งสองตั้งประจำที่การสำรวจในบริเวณอื่นๆ จึงต้องอาศัยออร์บิเทอร์ ซึ่งได้ข้อมูลที่น่าสนใจจากทั่วดาวอังคาร อาทิ ในบริเวณที่นักวิทยาศาสตร์เรียกกันว่า "โอเอซิส" ในซีกใต้ อุณหภูมิในช่วงกลางฤดูร้อนตอนบ่าย สูงถึง 22 องศาเซลเซียส (60 องศาฟาเรนไฮต์) นับว่าเป็นอุณหภูมิระดับที่เหมาะจะอยู่ได้อย่างสบาย แต่บริเวณเดียวกันนี้ มีอุณหภูมิลดต่ำลงมากในตอนกลางคืน ถึง -53 องศาเซลเซียส (-63 องศาฟาเรนไฮต์)

ความกดอากาศบนดาวอังคาร ผันแปรไปตามฤดูกาล เช่นเดียวกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่กลายเป็นของแข็ง (น้ำแข็ง) กับน้ำแข็ง (ที่เป็นน้ำจริงๆ) ที่ขั้วใต้และเหนือ กับที่แพร่กระจายอยู่ในบรรยากาศ

การเกิดพายุฝุ่นบนดาวอังคาร ก็ดูเหมือนว่าจะได้รับอิทธิพลจากฤดูกาลด้วยเหมือนกัน ทว่ากรณีนี้อาจจะมีระยะความใกล้-ห่างจากดวงอาทิตย์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย อย่างไรก็ตาม พายุฝุ่นบนดาวอังคาร นับเป็นสิ่งหนึ่งที่คาดหมายไม่ได้ จากการศึกษาดาวอังคารจากระยะห่าง นักดาราศาสตร์เคยพบปรากฏการณ์พายุฝุ่นที่ทำให้เกิดสภาพมืดมิดไปทั่วมาแล้วสองครั้ง ในปี 1956 และ 1971 ความล้มเหลวของรัสเซียในการส่งยานลงไปยังผิวดาวอังคาร ก็เชื่อกันว่ามีสาเหตุเนื่องมาจากพายุฝุ่นเช่นกัน

ภาพที่ส่งจาก***แลนเดอร์ 1*** จาก***ไวกิ้ง 1*** (บางครั้งเรียกกันว่า ***ไวกิ้งแลนเดอร์ 1***) มาให้ดูกันได้บนโลก ทำให้ได้ทราบว่าท้องฟ้าของดาวอังคารเมื่อมองจากผิวดาวอังคารยามปกติ มีสีออกชมพูเจือเหลืองหม่น ไม่ใช่สีแดงหรือม่วงอย่างที่คาดกัน ผิวดาวอังคารเป็นสีแดงและตัวมันเองเมื่อส่องกล้องมองจากที่ไกลก็เป็นสีแดง เพราะทรายที่ปนสนิมเหล็กที่พื้นผิว ดังนั้น ท้องฟ้าของดาวอังคารจึงเป็นสีแดงเฉพาะในช่วงหลังจากเกิดพายุฝุ่นรุนแรงครั้งใหญ่เท่านั้น

สิ่งที่น่าสนใจซึ่งได้ทราบจากไวกิ้งแลนเดอร์ คือองค์ประกอบของบรรยากาศที่พื้นผิวดาวอังคาร

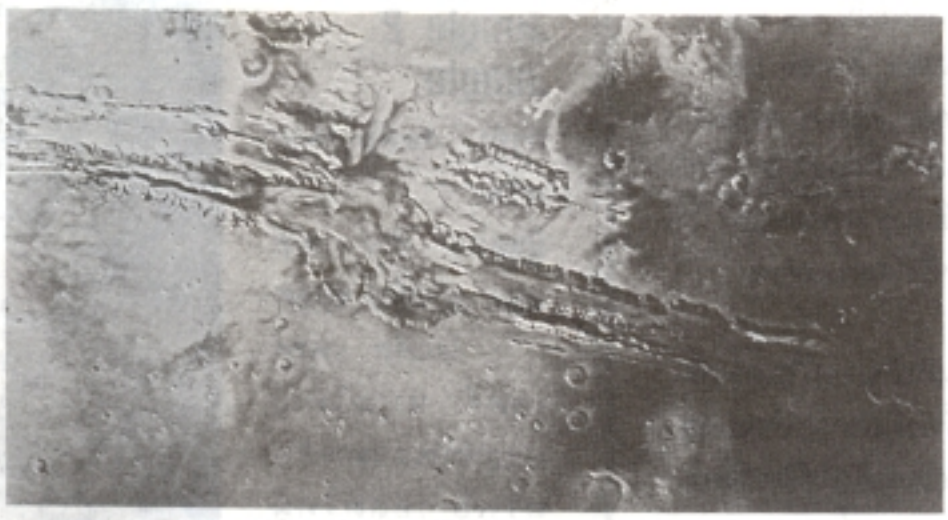
คาร์บอนไดออกไซด์	*95.32 %*
ไนโตรเจน	*2.7 %*
อาร์กอน	*1.6 %*
ออกซิเจน	*0.13 %*
คาร์บอนมอนอกไซด์	*0.7 %*
ไอน้ำ	*0.03 %*

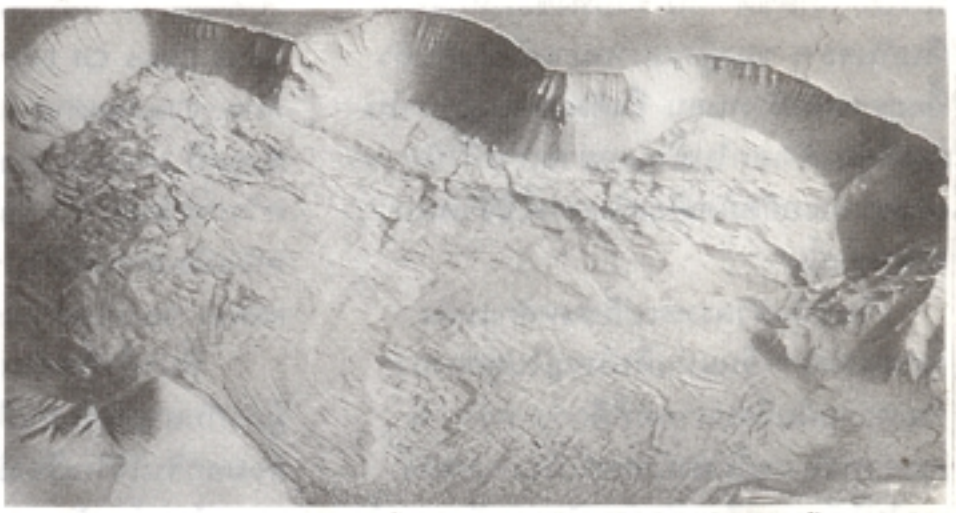
แก๊สเฉื่อยชนิดต่างๆ เล็กน้อย

ตัวเลขข้างต้นนี้ เป็นค่าที่วัดเมื่อมีความกดของบรรยากาศเท่ากับ 7.5 มิลลิบาร์ (millibar)

มิลลิบาร์เป็นหน่วยวัดความกดอากาศจากระดับของปรอทในเครื่องวัดความกดอากาศหรือบารอมิเทอร์ ความกดอากาศในโลกที่ระดับน้ำทะเล เท่ากับ 1,000 มิลลิบาร์ หรือเท่ากับมีน้ำหนักกดลงที่ผิวโลกเพราะแรงดึงดูดของโลกต่ออากาศ 14.5 ปอนด์ต่อหนึ่งตารางนิ้ว

หากจะเทียบสภาพบรรยากาศของโลกกับดาวอังคาร จะพบว่ามีความแตกต่างกันมาก นี่ยังไม่นับความเบาบางของอากาศบรรยากาศในโลก มีไนโตรเจนเป็นหลัก





■ *มองกันให้ชัดๆ หุบเหวมาริเนอริส (Valls Mariners) ฝีมือยานโคจรไวกิ้ง ผิวของดาวอังคารที่เว้าแหว่งราวกับถูกภูเขาน้ำแข็งกลาเซียร์ครูดผ่าน ก่อนหน้านี้เคยมีผู้ส่องกล้องมองเห็นมันเป็น "คลอง" ที่สร้างด้วยฝีมือของมนุษย์ที่มีภูมิปัญญา*

ปริมาณกว่า 78 เปอร์เซ็นต์ ตามมาด้วย ออกซิเจน 20.9 อาร์กอน 0.9 นอกนั้นเป็นแก๊สชนิดต่างๆ ในปริมาณเล็กน้อย อาทิ นีออน ฮีเลียม คริพตัน ซีนอน ไฮโดรเจน มีเธน และไนตรัสออกไซด์ ไอน้ำในอากาศในโลก มีอยู่ในปริมาณต่างๆ กัน (ระหว่าง 0-7 %) ขึ้นอยู่กับเวลาและสถานที่ เช่นเดียวกับคาร์บอนไดออกไซด์ (ระหว่าง 0.01-0.1 %) โอโซน (0-0.1) ซัลเฟอร์ดอ็อกไซด์ (0-0.0001) ไนโตรเจนไดออกไซด์ 0-0.00002 %)

ภายหลังจากยานอวกาศในชุด *ไวกิ้ง* 2 ลำซึ่งประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงานอย่างงดงามแล้ว สหรัฐอเมริกาก็มิได้มีโครงการอวกาศที่เกี่ยวข้องกับดาวอังคารต่อมาถึงเกือบ 20 ปี และอันที่จริงแล้ว โครงการอวกาศเพื่อการศึกษาดาวเคราะห์และเพื่อภารกิจในด้านดาราศาสตร์ ก็ลดน้อยลงไปมาก มีเพียงยานอวกาศวอยาจเจอร์ (Voyager) 1 และ 2 ที่ส่งออกไปบินผ่านในย่านดาวเคราะห์รอบนอกในปี 1977 อีกคู่เดียว รวมทั้งยานศึกษาดาวหางฮัลเล่ย์อีกลำหนึ่ง ชื่อ *ไอซี-3/ไอซ์* (ISEE-3/ICE)

■ *แผนที่ดาวอังคาร ทางซ้ายคือไครซ์ พลานิเทีย บริเวณที่ไวกิ้งแลนเดอร์ 1 ลงจอด บริเวณที่ไวกิ้งแลนเดอร์ 2 ลงจอดอยู่ห่างจากบริเวณนี้ไป 7,400 กิโลเมตร ในบริเวณที่ราบมีชื่อว่า "ดินแดนในอุดมคติ" หรือ ยูโทเพีย พลานิเทีย (Utopia Planitia)*

■ *ภาพสีภาพแรกที่ไวกิ้งแลนเดอร์ 1 หรือเอ็มเอ็มเอส ส่งมาให้ดูกันบนโลก นักวิทยาศาสตร์ตื่นเต้นกันมากเมื่อพบว่า ท้องฟ้าของดาวอังคาร เป็นสีฟ้าเหมือนกับท้องฟ้าที่โลกของเรา ทว่าสีฟ้าที่เห็นเป็นสีเพี้ยน อันเนื่องจากการผสมสีของกระบวนการสร้างภาพสี เมื่อแก้ไขสีให้ถูกต้องแล้ว ปรากฏว่า ท้องฟ้าของดาวอังคาร เป็นสีชมพูปนสีโอ๊ก (สีเหลืองอมน้ำตาล)*

ในปี 1978 *กระสวยอวกาศ* หรือ *Space Shuttle* ที่ออกมาโชว์ โฉมในปี 1981 นับเป็นความสำเร็จยิ่งใหญ่ของกิจการอวกาศได้เหมือนกัน ทว่าโครงการนี้ อนุมัติให้เริ่มดำเนินงานมาตั้งแต่ปีค.ศ. 1972

อาจจะเป็นเพราะนโยบายของรัฐบาลอเมริกันในช่วงทศวรรษที่ 1980 หันไปให้ความสนใจกับโครงการติดตั้งอาวุธนิวเคลียร์ในอวกาศ ที่เรียกว่า เอสดีไอ หรือ Strategic Defensive Initiative (ความริเริ่มป้องกันทางยุทธศาสตร์ บางทีเรียกกันว่า "ร่มนิวเคลียร์" หรือ "สตาร์วอส์" Star Wars ตามชื่อภาพยนตร์ที่มีชื่อเสียงโด่งดังของจอร์จ ลูคัส) อาจกล่าวได้ว่า โครงการเอสดีไอ เป็นโครงการ "อวกาศ" ประเภทหนึ่ง เพราะเกี่ยว ข้องกับบริเวณที่อยู่พ้นจากปริมณฑลของโลก ทำนองเดียวกับโครงการดาวเทียมทั้งหลาย เพราะเป้าหมายนั้นคือการเอาอาวุธนิวเคลียร์ขึ้นไปโคจรไว้ในอวกาศ เมื่อถึงเวลาใช้งานก็สั่งการจากบนโลก นักวิทยาศาสตร์จำนวนมาก รวมทั้งนักวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาเองจำนวนนับหมื่นคน มีความเห็นคัดค้านกับโครงการนี้ และคิดว่าเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อมนุษยชาติ รวมทั้งต่อชาวอเมริกันเองด้วย อันที่จริงแล้ว โครงการสร้างอาวุธร้ายแรงที่จะมีผลสะท้อนสืบเนื่อง (อาทิผลกระทบจากกัมมันตภาพรังสี) ก็เป็นเรื่องที่น่ากลัว และชวนให้คัดค้านกันทั้งนั้น

เราคงจะไม่ออกนอกดาวอังคารกันไปไกลนัก หากจะพูดถึงการเซ็นสัญญารับรัสเซียเข้ามามีส่วนร่วมกิจกรรมในองค์การนาโต (ซึ่งเป็นองค์การทหาร) เมื่อสองสัปดาห์ก่อน รวมทั้งข่าวที่น่ายินดีว่ารัสเซียจะถอดขนวนอาวุธนิวเคลียร์เป็นจำนวนมาก เนื่องในวาระนี้ ตามคำประกาศของนายเยลต์ซิน ประธานาธิบดีเหล็ก ที่สามารถลุกจากเตียงผ่าตัดหัวใจ ทำบายพาสครั้งใหญ่ (ทำเส้นทางโลหิตอ้อมบริเวณที่เส้นโลหิตอุดตัน เพื่อให้โลหิตเดินทางไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจได้) ขึ้นมาทำงานต่อได้ภายในเวลาอันรวดเร็วอย่างไม่น่าเชื่อ

เราชักจะเฉไฉกันไปถึงการเมืองเสียแล้ว....กลับไปดาวอังคารกันดีกว่านะครับ

ยานอวกาศคู่ที่ถูกส่งไปยังศึกษาดาวอังคารภายหลังจากไวกิ้ง เป็นยานของ

รัสเซีย มีชื่อว่า *โฟบอส 1* และ *2* (Phobos) ถูกส่งออกจากโลกในเดือนกรกฎาคม ปี 1988 และมกราคม 1989 ตามลำดับ

W

ยานอวกาศลำล่าสุดที่ออกเดินทางไปยังดาวอังคาร คือ พาธไฟน์เดอร์ (Pathfinder) ของสหรัฐอเมริกา

ก่อนหน้าพาธไฟน์เดอร์ คือยานอวกาศ *มาร์ส '96* ยานอวกาศลำนี้ มีข่าวกล่าวถึงด้วยทัศนะที่แตกต่างกันไป บ้างก็ระบุว่ามันเป็นยานอวกาศของรัสเซีย แต่ข่าวบางกระแส ยืนยันว่ามันเป็นโครงการ "นานาชาติ"

มาร์ส '96 เป็นโครงการความร่วมมือกันของประเทศต่างๆ รวมทั้งสิ้นถึง 20 ประเทศ และอาจกล่าวได้ว่า เป็นโครงการสำรวจดาวอังคารครั้งใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยมีมา ไม่เคยมีโครงการอวกาศใดที่อาศัยความร่วมมือร่วมใจกันมากประเทศเช่นนี้ และอีกประการหนึ่ง *มาร์ส '96* เป็นโครงการที่รวมเอาโครงการของ*มาร์ส '94* เข้ามาอยู่ด้วยกัน

รัสเซียวางแผนการส่งยานอวกาศ *มาร์ส '94* ไปดาวอังคารในปี 1994 แต่โครงการนี้ต้องเลื่อนออกไปเนื่องจากขาดเงินงบประมาณ

การเลื่อนเดินทางไปดาวอังคารนั้น หากว่าเลื่อนก็ต้องเลื่อนกันถึง 2 ปีเศษ เพราะต้องรอเวลาให้ดาวอังคารกับโลกโคจรเข้ามาอยู่ใกล้กัน

รายงานดีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์เทเลกราฟของอังกฤษระบุว่า *มาร์ส '96* มีมูลค่า 39 ล้านปอนด์ หรือประมาณ 1,560 ล้านบาท ตัวเลขนี้ ไม่ได้นับรวมค่าใช้จ่ายในการสร้างอุปกรณ์ประกอบด้วยความร่วมมือขององค์การอวกาศยุโรป อีซา (ESA หรือ European Space Agnecy)อีก 430 ล้านปอนด์ หรือ 720 ล้านดอลลาร์ ตัวเลขนี้อาจจะดูมาก แต่ต้องพิจารณาด้วยว่า ส่วนหนึ่งซึ่งมีจำนวนมาก เป็นค่าใช้จ่ายในการเริ่มต้นงานด้านอวกาศ นั่นคือการลงทุนไปกับ "สินทรัพย์ถาวร" ที่จะใช้งานต่อไปได้อีกในอนาคต ยานอวกาศรุ่นก่อนๆ ของอเมริกันใช้เงินทุนเป็นพันล้านดอลลาร์ทั้งนั้น เพิ่งจะมาระยะหลังนี้ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ด้วยการสร้างยานขนาดเล็กลง ใช้เงินน้อยลง และอาศัยฝีมือของเอกชนในการดำเนินงานเพื่อหาทางลดค่าใช้จ่าย (ซึ่งเป็นที่น่าแปลกใจว่า เอกชนสามารถรับจ้างทำงานอย่างเดียวกันได้ในราคาถูกกว่าที่นาสาจะทำเองมาก) ยานอวกาศ*เซอร์เวเยอร์* ที่สร้างขึ้นมาทำงานแทน*มาร์ส อ็อบเซิร์ฟเวอร์* ที่หายสาปสูบ ใช้เงินสร้างเพียง 135 ล้านดอลลาร์ (ประมาณ 3,510 ล้านบาท) เท่านั้น ในขณะที่โครงการ*มาร์ส อ็อบเซิร์ฟเวอร์* ต้องใช้เงินเฉียดพันล้านดอลลาร์

ค่าใช้จ่ายที่ถูกลง มีสาเหตุส่วนหนึ่งเนื่องจากการนำเอาระบบการเบรคด้วยลมของรัสเซียมาใช้ เป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและลดค่าใช้จ่ายในการเก็บ-ขนส่งเชื้อเพลิงสำหรับนำไปใช้เมื่อจะเข้าสู่วงโคจรของดาวอังคาร

โครงการ*มาร์ส '96* อาศัยเงินทุนและเทคโนโลยีของนานาประเทศในการสร้างอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับส่งไปกับยาน อุปกรณ์เหล่านี้ มีอยู่ด้วยกัน 23 ชิ้น (ไม่นับชิ้นเล็กชิ้นน้อยอีก 10 ชิ้น ที่เป็นส่วนประกอบของชิ้นใหญ่) บางชิ้นที่เป็นงานต้นแบบ และต้องใช้เวลาประดิษฐ์ประดอยสร้างสรรค์นานร่วม 10 ปี

มาร์ส '96 ถูกส่งออกจากโลกเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน ปี 1996 และมีกำหนดเดินทางถึงดาวอังคารในวันที่ 12 กันยายน ปี 1997 ภารกิจของมัน ได้แก่การทำแผนที่ทางธรณีวิทยา ธรณีฟิสิคส์และธรณีเคมีที่พื้นผิวของดาวอังคาร โดยใช้กล้องโทรทัศน์ อ๊อพติคัล สเป็คโทรมีเทอร์ (optical spectrometer) เรดิโอมีเทอร์ชนิดอินฟราเรด (infrared radiometer) สเป็คโทรมีเทอร์ซึ่งใช้รังสีแกมม่า (gamma) กับนิวตรอน (neutron) และเรดาร์ชนิดความยาวคลื่นสูง (long-wavelength radar)

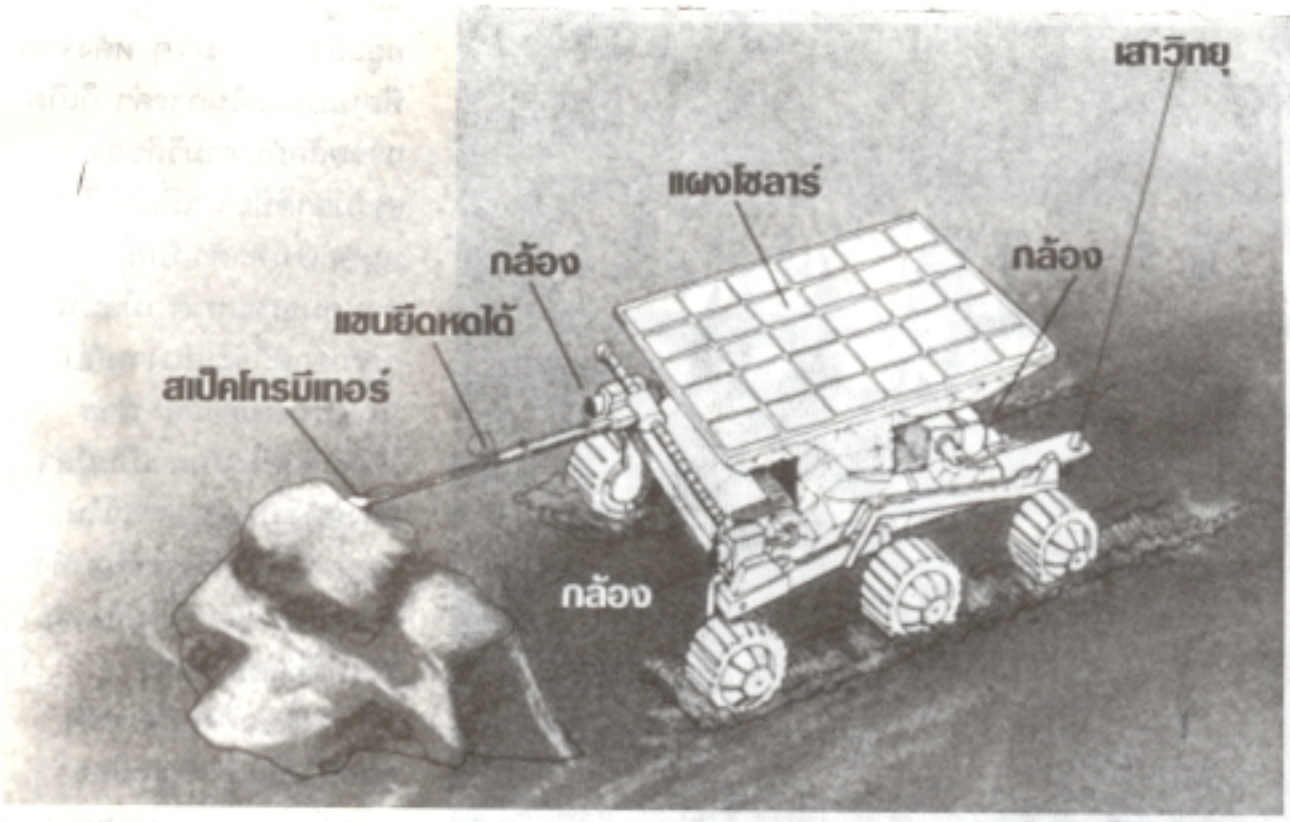
อุปกรณ์ที่กล่าวมานี้ เป็นเพียงส่วนน้อย และมีติดไปกับเฉพาะยานลงจอด (แลนเดอร์) เท่านั้น

มาร์ส '96 จะมีส่วนที่โคจรรอบดาวอังคารคืออ๊อร์บิเทอร์ (orbiter) ยานลงจอดหรือแลนเดอร์เป็นเหมือนกับยาน 4 ลำภายในลำเดียว สองลำในจำนวนนี้ จะเป็น 'ตัวตำดิน' หรือเพเนเทรเตอร์ (penetrator) มันจะขำแรกจากพื้นผิวดาวอังคารลงไปลึกถึง 6 เมตร เพื่อหาน้ำและ/หรือสิ่งมีชีวิต วัดอุณหภูมิใต้พื้นผิว หาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายใน วัดสนามแม่เหล็กและสนามแรงโน้มถ่วง ฯลฯ อีก 2 ลำ เป็นสถานีจอดนิ่งอยู่กับที่ทำหน้าที่เฉพาะที่พื้นผิวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น

ไม่เคยมียานสำรวจดาวเคราะห์ลำไหนที่มีอุปกรณ์ซับซ้อนมากมายเหมือนอย่าง*มาร์ส '96* อีกทั้งงานที่มันจะต้องไปทำก็ไม่ใช่เรื่องง่าย

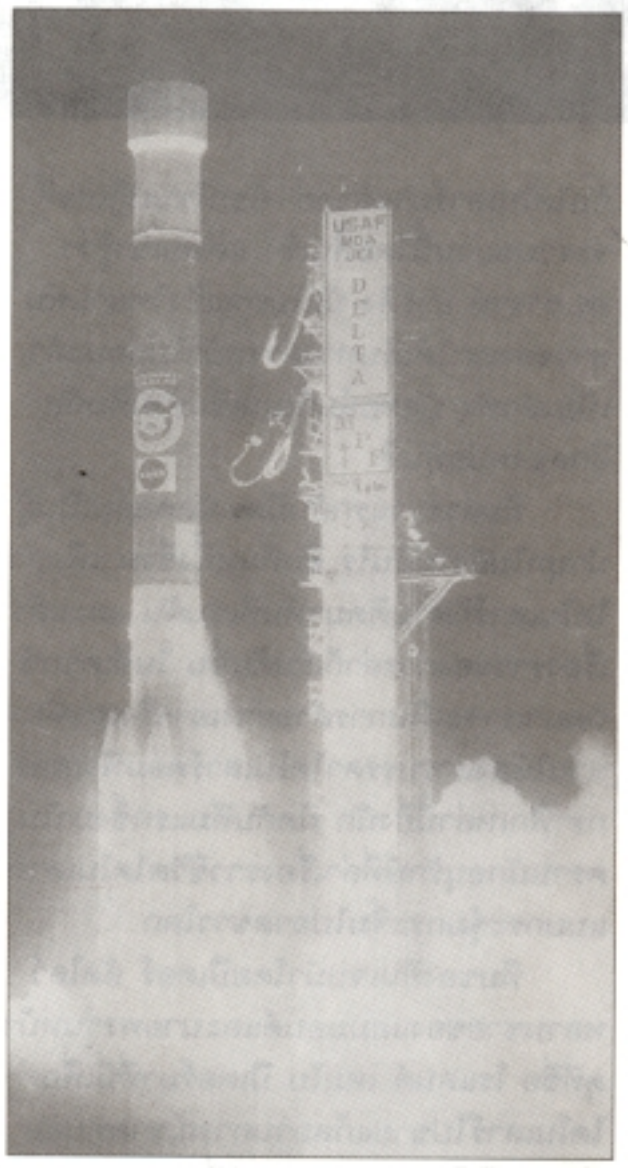
นักวิทยาศาสตร์ในทั้ง 20 ประเทศทั่วโลกที่ร่วมโครงการ ต่างตั้งความหวังไว้กับ*มาร์ส '96* มาก ทว่าความหวังนี้ ก็กลับกลายเป็นฝันสลายเหมือนกับโครงการสำรวจดาวอังคารหลายต่อหลายโครงการที่ผ่านมา เพราะ*มาร์ส '96* ประสบความล้มเหลวตั้งแต่ยังเดินทางออกไปไม่พ้นรัศมีแรงดึงดูดของโลก เมื่อการจุดระเบิดของจรวดในขั้นที่ 2 (เพื่อที่จะฉุดยานให้พ้นจากแรงดึงดูดของโลกแล้วออกเดินทางสู่ดาวอังคาร) เกิดทำงานผิดพลาด *มาร์ส '96* ไม่สามารถออกเดินทางไปได้ดังที่คาด มันก็ตกลงยังมหาสมุทรแปซิฟิคตอนใต้ภายหลังที่เดินทางออกจากท่าอวกาศยานไปโคนูร์ในคาซัคสถานได้ไม่นาน

หลังโศกนาฏกรรมครั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ของรัสเซียก็ประกาศว่า รัสเซียจะไม่ดำเนินโครงการอวกาศใดๆ อีก ภายในรอบ



■ *โซเจิร์นเนอร์ ยานเดินทางสำรวจดาวอังคารลำแรก ที่สามารถเคลื่อนที่เดินทางไปบนผิวดาวอังคารได้ แม้ว่าจะอย่างช้าๆ โซเจิร์นเนอร์และพาธไฟน์เดอร์จำลอง เริ่มมีจำหน่ายตามร้านขายของเล่นในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่วันที่ 20 มิถุนายน*

■ *มาร์ส'96 ขณะเข้าใกล้ดาวอังคารในจินตนาการของศิลปิน*



■ *จรวดเดลต้า จุดระเบิดส่งมาร์ส พาธไฟเดอร์ออกเดินทางไปสู่ดาวอังคารได้เรียบร้อยตามเป้าหมายทุกอย่าง*

สหัสวรรษนี้ ส่วนนักวิทยาศาสตร์ของอังกฤษ ซึ่งมีส่วนร่วมอย่างสำคัญในเรื่องการผลิตสร้างอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับส่งไปสำรวจดาวอังคาร รีบประกาศความมุ่งมั่นในการทำงานด้านอวกาศต่อไปพร้อมทั้งบอกกล่าวไปถึงรัฐบาลชาติอื่นๆ ในยุโรปที่ร่วมโครงการนี้ ว่าไม่ควรท้อถอย โครงการอวกาศในทำนองเดียวกับ*มาร์ส'96* จะใช้งบประมาณน้อยลงมาก จากที่จ่ายไป 430 ล้านปอนด์ จะเหลือเพียงแค่ 195 ล้านปอนด์เท่านั้น

แล้วก็มาถึงคราวของ*มาร์ส พาธไฟน์เดอร์* (Mars Pathfinder ซึ่งบางครั้ง เรียกกันสั้นๆ ว่า ***พาธไฟน์เดอร์***) ยานอวกาศที่เป็นต้นเหตุให้ผมชวนคุณๆ ผู้อ่านเดินทางมายังดาวอังคารนี้ตั้งแต่ต้นปี จุดมุ่งหมายของเรา คือการมาดักรอพาธไฟน์เดอร์ อยู่ที่ดาวอังคารนี้

พาธไฟน์เดอร์ ออกเดินทางจากโลกเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม ปี 1996 (เลื่อนจากกำหนดเดิมคือ 2 ธันวาคม มา 2 หน เนื่องจากอากาศไม่ดีหนหนึ่ง และอีกหนหนึ่ง มีเหตุขัดข้องเกี่ยวกับซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์) และเดินทางด้วยวิถีที่อยู่ในแนวเส้นตรงกว่า*โกลบัลเซอร์เวเยอร์* และ*มาร์ส '96* ดังนั้น มันจึงจะไปถึงดาวอังคารก่อน เพียงวันที่ 4 กรกฎาคม 1997 หรือวันเดียวกับที่ 'วี้คเอนด์' ฉบับนี้จะออกวางตลาดและไปถึงมือคุณๆ ผู้อ่านทั้งหลาย

นักวิทยาศาสตร์กำหนดเวลาลงดาวอังคารในวันที่ 4 กรกฎาคม ก็เพื่อถือโอกาสฉลองวันประกาศเอกราช (Independece Day) หรือวันชาติของอเมริกาด้วย

ระยะทางที่พาธไฟน์เดอร์จะต้องใช้เดินทาง รวมทั้งสิ้น 310 ล้านไมล์หรือประมาณ 500 ล้านกิโลเมตร

พาธไฟน์เดอร์ เป็นยานอวกาศรุ่นประหยัดเหมือนกับเซอร์เวเยอร์ ใช้ทุนการก่อสร้างเพียง 176 ล้านดอลลาร์ (ประมาณ 4,550 ล้านบาท ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการสร้างยานที่จะเดินสำรวจดาวอังคารอีก 20 ล้านดอลลาร์) และมีขนาดกะทัดรัดเหมาะกับยุคมีเสบียงกรังของจำเป็น (ที่สำคัญคือคอมพิวเตอร์) ติดตัวไปไม่มาก ขนาดหีบห่อรวมแล้วสูงเพียงแค่ 3 ฟุต เท่านั้นเอง

พาธไฟน์เดอร์ จะเดินทางตรงดิ่งลงในจอดบนดาวอังคารเลยทีเดียว ไม่มีการแยกส่วนส่งตัวแทนไปลงบนดาวอังคาร และไม่มีการโคจรรอบดาวอังคารก่อนสักระยะเวลาหนึ่ง ตามธรรมเนียมปฏิบัติของยานอวกาศทั่วไปในรุ่นก่อนๆ

มันจะตรงดิ่งลงสู่ดาวอังคารโดยมีร่มชูชีพกับจรวดเล็กๆ ที่จะช่วยจุดระเบิดชะลอความเร็ว จากปรกติ (***พาธไฟน์เดอร์*** เดินทางด้วยความเร็ว 17,000 ไมล์ หรือประมาณ 43,500 กม.ต่อชั่วโมง) ลงเหลือความเร็วเพียง 30 หรือ 48 กม.ต่อชั่วโมง เมื่อใกล้จะถึงพื้นผิวดาวอังคาร 'ถุงลมนิรภัย' ทั้งหลายก็จะพองออกจนรอบตัว***พาธไฟน์เดอร์*** เพื่อรองรับแรงกระแทก ***พาธไฟน์เดอร์*** จะกลิ้งหลุนๆ ไปบนผิวดาวอังคารเหมือนกับลูกขนุน เมื่อหยุดนิ่งทรงตัวที่รูปร่างเหมือนอย่างพีระมิดได้สักสี่ซ้าห้าชั่วโมง ตัวพาธไฟน์เดอร์ก็จะเปิดหรือคลี่ออก เปิดทางให้ยานโรเวอร์ (rover หรือยานเคลื่อนที่) เยื้องย่างออกไปชมทัศนียภาพของดาวอังคารเหมือนลูกไก่ออกจากไข่

โรเวอร์ของพาธไฟน์เดอร์ มีชื่อเฉพาะว่า ***โซเจิร์นเนอร์*** (Sojouner ได้ชื่อมาจากชาวอเมริกันผิวดำชื่อโซเจิร์นเนอร์ ทรูธ (Truth) ผู้ซึ่งเดินทางไปทั่วสหรัฐอเมริกาในศตวรรษที่ 19 เพื่อส่งเสริมสิทธิเสมอภาค) เป็นยานสำรวจขนาดเล็ก แต่สามารถทำงานได้เข้มแข็ง โรเวอร์เป็นยาน 6 ล้อ รูปร่างเหมือนเกวียน ขนาดพอๆ กับพรินเตอร์ที่ใช้ตามบริษัท ขนาดความสูงเพียงสักฟุตเดียวเท่านั้น โซเจิร์นเนอร์ โรเวอร์ เดินได้ช้ามาก เพียงวินาทีละ 1 ซม. และยังต้องหยุดนิ่งเวลารับคำสั่งจากโลก หรือทำงาน (ไม่สามารถปฏิบัติงานหลายอย่างพร้อมกันได้) ***โซเจิร์นเนอร์*** จะเดินสำรวจบริเวณใกล้เคียงกับที่ที่***พาธไฟเดอร์*** จอดอยู่ และจะกลับมาพักผ่อนอยู่กับพาธไฟน์เดอร์ทุกคืน

โซเจิร์นเนอร์ มีสเป็คโทรมีเทอร์ที่ทำงานด้วยอนุภาคอัลฟา/โปรตอน/เอ็กซ์เรย์ (alpha/proton/X-ray spectrometer) ซึ่งสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหินที่เป็นเป้าหมายได้ วิธีการก็ด้วยการยิง

นิวเคลียสของฮีเลียมไปที่หิน แล้วตรวจจับรังสีหรืออนุภาคที่สะท้อนกลับมา แล้วจัดการวิเคราะห์ ***โซเจิร์นเนอร์*** สามารถระบุชนิดของธาตุได้ทุกชนิด (ยกเว้นไฮโดรเจน) แม้พบร่องรอยของธาตุดังกล่าวเพียงน้อยนิด

อุปกรณ์สำคัญอีกอย่างหนึ่งของ ***พาธไฟน์เดอร์*** คือกล้องมุมกว้างที่สามารถส่งภาพสีกลับมาให้ดูกันบนโลกได้ทันใจภายในเวลาเพียง 19 นาที (แต่อาจล่าช้าได้ถึง 40 นาที) ทีมงาน ในโครงการ***พาธไฟเดอร์*** จะได้เห็นภาพผิว ดาวอังคารได้จากกล้องของโซเจิร์นเนอร์ หรือกล่าวได้ว่า เห็นอย่างที่โซเจิร์นเนอร์เห็น

ผู้สนใจทั่วไป (หมายรวมถึงคุณๆ ผู้อ่านด้วย) ก็อาจชมภาพเหล่านี้ได้ในเวลาพร้อมๆ กันหรือใกล้เคียงกัน โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ท

ถ้าหากว่าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ***พาธไฟน์เดอร์*** คงจะเดินทางไปถึงที่หมายปลายทาง และปฏิบัติงานอย่างเป็นผลสำเร็จในระยะที่ 'ผู้จัดการรายสัปดาห์' ฉบับนี้ออกวางตลาด และข่าวคราวเกี่ยวกับพาธไฟน์เดอร์ ก็คงจะหนาหู เป็นข่าวตื่นเต้นให้คนทั่วโลกได้รับรู้ความก้าวหน้ายิ่งใหญ่ของกิจการด้านเทคโนโลยีอวกาศของ อเมริกัน อย่างที่องค์การนาสาและรัฐบาลอเมริกันคาดการณ์ไว้ (ตรงนี้ ต้องพูดไปไขว้นิ้วไป เพราะกิจกรรมที่เกี่ยวกับดาวอังคาร มักจะมีเหตุการณ์ไม่คาดฝันเกิดขึ้นอยู่บ่อยๆ คุณๆ ผู้อ่านที่ติดตาม 'บนเส้นทางสู่ดาวอังคาร' มาตั้งแต่ตอนแรกคงจะจำได้ว่า มีหลายครั้งหลายหน ที่ยานอวกาศที่ทำงานด้วยดีมาตลอด เกิดขาดการติดต่อไปอย่างลึกลับโดยหาสาเหตุไม่ได้)

หากว่าเกิดความผิดพลาดประการใด ก็ขอให้ทำใจว่ายังมียานอวกาศ***มาร์ส โกลบัล เซอร์เวเยอร์*** สำรองอยู่ แม้ว่าจะไม่ลงไปถึงผิวดาวอังคาร แต่ก็ได้ภาพชัดมากเหมือนกัน

'บนเส้นทางสู่ดาวอังคาร' จบบริบูรณ์ลงในตอนนี้ เรื่องราวการเดินทางสู่ดาวอังคารเป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของโครงการอวกาศจำนวนนับสิบที่หลายๆ ประเทศกำลังดำเนินอยู่ กิจการด้านอวกาศขณะนี้กำลังคึกคัก มีโครงการยักษ์ใหญ่นอกเหนือจากโครงการดาวอังคารของนานาประเทศ ทั้งที่เกี่ยวกับดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ กลุ่มแอสทีรอยด์ รวมทั้งโครงการสร้างสถานีอวกาศ ในวงโคจรใกล้โลก ที่จะดึงบริษัทที่ดำเนินธุรกิจประเภท 'ไฮ-เท็ค' เข้ามามีส่วนร่วมอย่างเป็นล่ำเป็นสัน เงินทุนที่จะลงไปกับโครงการอวกาศทั้งหลาย จะเพิ่มขึ้นอีกอย่างมหาศาล และจะเพิ่มขึ้นอีก เมื่อมองเห็นลู่ทางและผลตอบแทนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การค้นพบน้ำแข็งบนดวงจันทร์ด้วยฝีมือของยานจารกรรมคลีเมนไทน์ของสหรัฐฯ เป็นแรงหนุนให้กับโครงการทำเหมืองบนดวงจันทร์ของญี่ปุ่น และข่าวคราวการพบน้ำบน ยูโรปา ก็ส่งเสริมความรู้สึกว่า มนุษย์จะสามารถหาทางไปอยู่และใช้ประโยชน์จากนอกโลกได้ แม้เพียงในอนาคตอันใกล้นี้ กิจกรรมนอกโลกก็จะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมในโลก □