

บทที่ 5

ชีวิตในจักรวาล

ดวงดาวที่พร่างพรายอยู่ในท้องภานายามราตรี เป็นสิ่งที่มนุษย์เฝ้าสังเกตมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ บทบาทของดาวจากมนุษย์จะใช้ประโยชน์ในการเดินเรือแล้ว มนุษย์ยังใช้ในการพยากรณ์โชคชะตา ในร้อยแก้วและร้อยกรองในนวนิยายและวรรณคดีอีกด้วย

มนุษย์ยุคใหม่ยังมีความเชื่อว่ในจักรวาลมีดาวที่มีสิ่งมีชีวิตอยู่คล้ายกับโลกเรา Harlow Shapley แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดคำนวณว่ามีดาวที่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ประมาณ 100 ล้านดวง นักดาราศาสตร์อื่นอย่าง I.S. Shklovski และ Carl Sagan เชื่อว่า Shapley ประเมินค่าไว้ต่ำไป สองคนหลังนี้เชื่อว่า อาจมีดาวที่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ถึง 100 พันพันล้านดวง (trillion)

นักประพันธ์ที่เขียนเรื่องอิงวิทยาศาสตร์ได้เสนอจินตนาการของมนุษย์ต่างดาวไว้หลายรูปแบบตั้งแต่ที่มีรูปร่างเป็นสัตว์ประหลาดที่คาเหมือนแมลง ไปจนถึงรูปร่างเหมือนหุ่นยนต์ Spielberg เสนอชีวิตต่างดาวในรูปของอิตี ที่คนส่วนใหญ่รู้จักดี นักชีววิทยาเชื่อว่าดาวที่มีธาตุที่เหมือนกับโลกมีเมื่อโลกเริ่มเย็นลงเมื่อ 4500 ล้านปีก่อน มีความเป็นไปได้ที่จะมีสิ่งมีชีวิตเหมือนโลก อย่างไรก็ตามดาวที่นักดาราศาสตร์เชื่อว่ามีสิ่งมีชีวิตอยู่ห่างจากโลกหลายพันปีแสงหนึ่งปีแสงหมายถึงระยะทางที่แสงเดินทางไปเวลาหนึ่งปี แสงเดินทางได้วินาทีละ 186,300 ไมล์ หนึ่งปีมี 365 วัน หนึ่งวันมี 24 ชั่วโมงมี 60 นาที และหนึ่งนาทีมี 60 วินาที เมื่อคำนวณแล้วหนึ่งปีแสงเป็นระยะทางประมาณ 5,878 พันล้านไมล์ หรือประมาณ 9,460 พันล้านกิโลเมตร ด้วยเทคโนโลยีที่เรามีอยู่ในปัจจุบันเราไม่สามารถเดินทางไปยังดาวอื่นที่อยู่ห่างไกลจากระบบสุริยะของเราแน่นอนมีดาวฤกษ์ (star) อย่างดวงอาทิตย์อีกมากมาย และแต่ละดวงมีดาวเคราะห์ (planet) เป็นบริวารโคจรรอบดาวฤกษ์ ที่ต้องดูกันต่อไปคือมนุษย์โลกจะเดินทางไปถึงดาวที่มีชีวิตในระบบอื่นก่อน หรือชาวต่างดาวจากโลกอื่นจะเดินทางมาถึงโลกเราก่อน ซึ่งจะเป็นสิ่งที่บอกว่าใครมีเทคโนโลยีก้าวหน้ากว่ากัน แต่สิ่งที่น่าจะมาถึงโลกก่อนต่างดาวที่นิ่งจากบินมา น่าจะเป็นคลื่นวิทยุที่ส่งมาถึงโลกก่อน ขณะเดียวกันคนได้สร้างกล้องวิทยุโทรทรรศน์ (radio telescope) โดยหวังว่าจะรับคลื่นวิทยุที่ส่งมาจากต่างดาวแต่ที่ผ่านมามีผลยังเป็นในทางลบอยู่

ในเดือนตุลาคม ปี 1957 สหภาพโซเวียตเป็นชาติแรกที่ส่ง Sputnik 1 ขึ้นไปโคจรรอบโลกนับเป็นครั้งแรกที่วัตถุที่คนสร้างขึ้นไปโคจรในอวกาศรอบโลก คนจึงได้มีโอกาสเห็นโลก

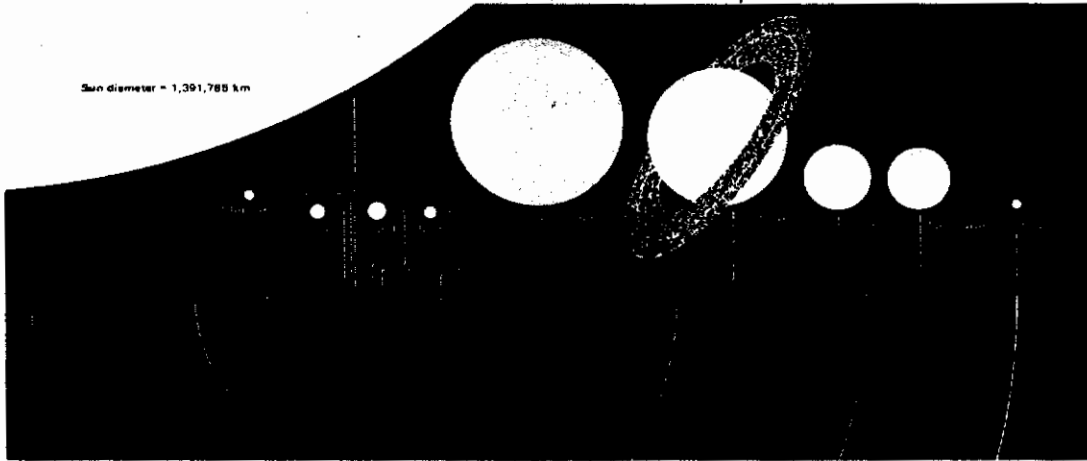
ที่คนเราอยู่เมื่อมองจากอวกาศนอกโลกเป็นครั้งแรก ปัจจุบันมีดาวเทียมที่ใช้ในการโทรคมนาคมของหลายชาติโคจรรอบโลกหลายดวง

จักรวาล

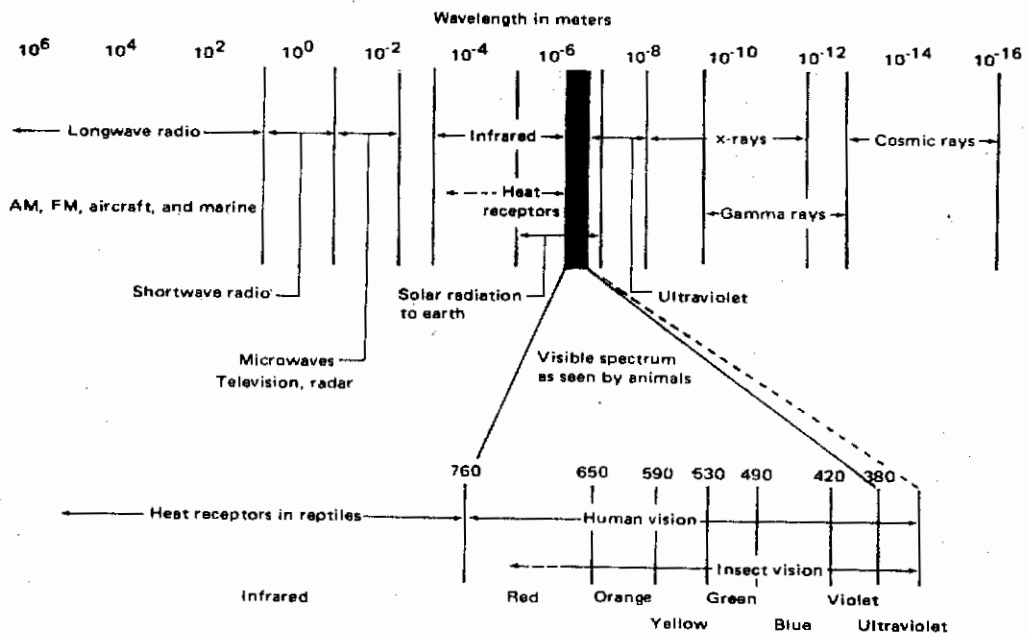
จักรวาล (universe) ประกอบด้วยแกแลคซี (galaxy) หลายล้านแกแลคซี แต่ละแกแลคซีมีดาวฤกษ์หลายพันล้านดวง ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่เป็นแก๊สผสม ซึ่งมีปฏิกิริยาที่ให้พลังงานอย่างต่อเนื่อง ดวงอาทิตย์ของเราเป็นดาวฤกษ์ขนาดกลางในแกแลคซีที่มีชื่อว่า ทางช้างเผือก (Milky Way) ซึ่งเป็นแกแลคซีที่มีรูปร่างแบนเป็นเกลียว ดวงอาทิตย์มีตำแหน่งอยู่ใกล้ขอบของทางช้างเผือก

นักดาราศาสตร์คำนวณว่า แหล่งของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไกลที่สุดที่สังเกตได้ อยู่ห่างจากโลกหลายพันล้านปีแสง ซึ่งหมายความว่าดาวที่มีรังสีแม่เหล็กไฟฟ้ามีอายุหลายพันล้านปีด้วย ดาวที่มีรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ไกลที่สุดนี้ยังเป็นดาวที่มีพลังงานมากที่สุดด้วย และปรากฏว่ามันเคลื่อนที่ห่างออกไปด้วยอัตราความเร็วที่เร็วกว่า 1/10 ของความเร็วแสง ด้วยเหตุนี้จักรวาลเราจึงขยายตัวออกไปเรื่อย ๆ

ยังมีหลักฐานอื่นที่ดูเหมือนจะสนับสนุนการขยายตัวของจักรวาล ดาวเทียมชื่อ COBE (Cosmic Background Explorer) ซึ่งเป็นดาวเทียมที่นาซาส่งออกไปในปี 1989 ยืนยันว่ามีรังสีที่ดูเหมือนจะเกี่ยวข้องกับจักรวาลที่ขยายตัว รังสีแบคกราวด์ (background radiation) เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เย็นกว่าความเป็นที่มีอยู่ทั่วไปบนโลก รังสีนี้ต่างจากคลื่นของเตาอบไมโครเวฟ และไม่สามารถวัดค่าได้ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้กันตามบ้าน รังสีที่อยู่ที่อุณหภูมิ 2.7 K (0° เซลเซียสเท่ากับ 273 องศาเคลวิน) รังสีนี้ต่างจากแสงไฟฉายที่ตาเรามองตามลำแสงไปยังแหล่งเกิดของแสงได้ ดูเหมือนรังสีแบคกราวด์จะแผ่ออกมาเกือบเท่ากันทุกทิศทาง ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในการอธิบายการขยายตัวของจักรวาล และรังสีแบคกราวด์ คือ ทฤษฎีบิกแบง (big bang theory) ซึ่งเป็นขยายตัวอย่างรวดเร็วของสสาร เมื่อ 12-15 พันล้านปีที่แล้ว อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาทฤษฎีนี้ยังไม่แน่ใจในเรื่องเวลาการเกิด สสารของทฤษฎีนี้คือประมาณ 12-15 พันล้านปีก่อนจักรวาลมีลักษณะสม่ำเสมอ (uniform) จักรวาลอยู่ในรูปของสสารที่แขวนลอยอยู่ในอวกาศซึ่งเรียกว่า พลาสมา (plasma) ปริมาตรของจักรวาลเล็กกว่าจักรวาลในปัจจุบัน พลาสมาประกอบด้วยส่วนของอะตอม แต่อุณหภูมิที่สูงของพลาสมาทำให้ส่วนของอะตอมไม่รวมตัวกันเป็นอะตอม อุณหภูมิของบิกแบงพลาสมาสูงมากซึ่งอาจสูงกว่าหลายร้อยพันล้านองศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิสูงขนาดนั้นแรงดึงดูด แรงนิวเคลียร์ และแรงแม่เหล็กไฟฟ้าอาจไม่แยกออกจากกันได้ แม้แต่อณูภาคพื้นฐานก็เกิดขึ้นไม่ได้



รูป 5.1 ระบบสุริยะแสดงดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบ เรียงตามวงโคจร และขนาด
เปรียบเทียบ (Ehrlich, et. al., 1976)



รูป 5.2 พลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์ และดาวอื่น ๆ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
(Ehrlich, et. al., 1976)

การขยายตัวอย่างรวดเร็วของพลาสมานี้จุดศูนย์กลางอย่างรวดเร็วด้วยทำให้เกิดนิวทริโนส (neutrinos) อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ระหว่างการเกิดบิกแบงมีสิ่งหักล้างสสารเกิดขึ้นด้วยเรียกว่า แอนติแมตเตอร์ (antimatter) ประกอบด้วยแอนตินิวทริโนส โพสิตรอน และแอนติโปรตอน เมื่อไรก็ตามที่สสารและแอนติแมตเตอร์ชนกัน มันทำลายล้างกัน ดังนั้นจึงเกิดความลึกลับที่เป็นปริศนาขึ้น ทำไมจักรวาลไม่ทำลายตัวเองหลังจากเกิดบิกแบง ด้วยเหตุผลที่อธิบายไม่ได้ สสารมีมากกว่าและแอนติแมตเตอร์ถูกทำลายไป ในที่สุดอนุภาคของอะตอมของสสารรวมตัวกันเป็นอะตอม และอะตอมรวมตัวกันเป็นโมเลกุล การขยายตัวของจักรวาลค่อนข้างจะสม่ำเสมอ เพราะรังสีแบ็กกราวด์ที่มีอุณหภูมิ 2.7 K ถ้าการขยายตัวไม่สม่ำเสมออะไรเป็นต้นทำให้เกิดความสม่ำเสมอของอุณหภูมิของรังสีแบ็กกราวด์

เรื่องการเกิดและการขยายตัวของจักรวาลยังต้องศึกษาค้นคว้ากันต่อไปอีกมาก เพื่อหาข้อมูลและเหตุผลอธิบายสิ่งที่ยังไม่สามารถอธิบายได้อีกหลายเรื่อง

ระบบสุริยะ

ดวงอาทิตย์ส่งพลังงานออกมาในรูปของแสง (light) ซึ่งตาเรามองเห็น และในรูปของรังสี (radiation) ซึ่งตามองไม่เห็น เช่น คลื่นอินฟราเรด (infrared) ซึ่งเป็นคลื่นความร้อน คลื่นอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) คลื่นวิทยุ รังสีเอกซ์ (รูป 5.2) พลังงานที่ดวงอาทิตย์ส่งออกมาเกิดจากการรวมของนิวเคลียสของอะตอมของธาตุ ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีอิเล็กตรอนหนึ่งตัวและโปรตอนหนึ่งตัวเป็นนิวเคลียส โปรตอน 3 ตัวของไฮโดรเจนรวมกันเป็นฮีเลียม (^3He) นิวเคลียสของ ^3He สองตัวรวมกันเกิดเป็น ^4He ที่มีเสถียรภาพ และเหลือโปรตอน 2 ตัวเพื่อไปเริ่มวงจรการรวมตัวใหม่ นิวเคลียสสองตัวของ ^3He หนักกว่าหนึ่งนิวเคลียสของ ^4He และสองโปรตอน ดังนั้นมวลจึงหายไปกลายเป็นพลังงานที่ปล่อยออกมา ปฏิกิริยาการรวมของนิวเคลียสเรียกว่าปฏิกิริยาฟิวชั่น (Fusion reaction) นิวเคลียสของธาตุคาร์บอนมีส่วนเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาฟิวชั่นที่ให้พลังงานนี้ด้วย ในดวงอาทิตย์สสาร 4.5 ล้านตันถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานทุกวินาที ไอสไตน์เป็นคนคำนวณปริมาณพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยาฟิวชั่นนี้ด้วย สูตร $E = mc^2$ $E =$ พลังงาน $m =$ มวล และ $c^2 =$ ความเร็วแสงยกกำลังสอง พลังงานมีหน่วยเป็นวัตต์ พลังงานที่ดวงอาทิตย์ปล่อยออกมาเป็น 380 ล้านพันล้านพันล้านวัตต์ต่อวินาที ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นในดวงอาทิตย์ที่อุณหภูมิ 14 ล้านองศาเซลเซียส ^4He ที่เกิดขึ้นไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก มันจะเป็นเหมือนขี้เถ้าซึ่งอีกประมาณ 5 พันล้านปีจะทำให้ดวงอาทิตย์บวมและร้อนมากขึ้นอย่างมากมหาศาล เมื่อเกิดเรื่องนี้ขึ้นในอีก 5 พันล้านปีข้างหน้า ถ้าโลกยังมีสิ่งมีชีวิตอยู่ สิ่งมีชีวิตทั้งหมดจะตายเพราะอุณหภูมิที่ผิวโลกจะสูงถึง 537° เซลเซียส

ดวงอาทิตย์ สะเก็ดดาว ดาวหาง

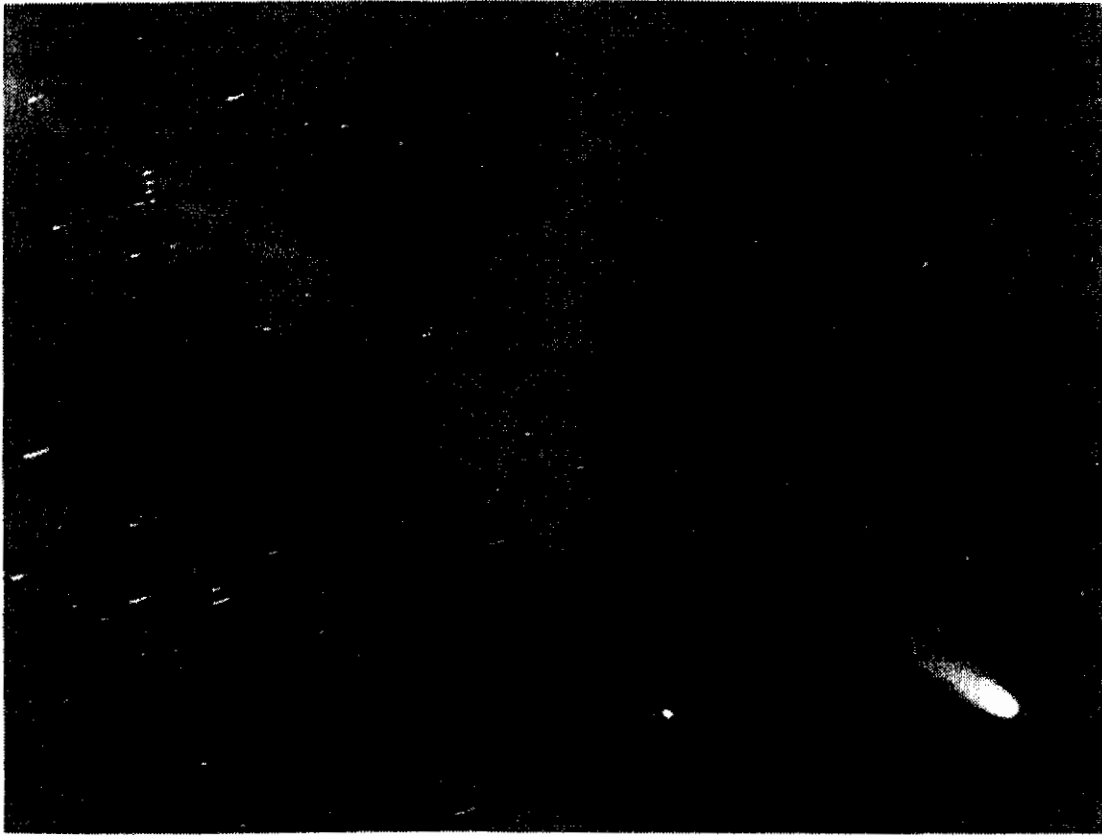
ดาวเคราะห์หลายดวงมีดวงจันทร์เป็นบริวาร ดวงจันทร์ที่เรารู้จักดีที่สุดคือดวงจันทร์ของโลก ดวงจันทร์มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3,484 กิโลเมตร (2,160 ไมล์) มวลของดวงจันทร์เป็น 1/81 ของโลก เนื่องจากแรงดึงดูดสัมพันธ์กับมวลและเส้นผ่าศูนย์กลาง ดวงจันทร์จึงมีแรงดึงดูด 1/6 ของแรงดึงดูดโลก ดังนั้นคนที่หนัก 68 กิโลกรัมบนโลกจะหนักเพียง 1.4 กิโลกรัมบนดวงจันทร์ แรงดึงดูดน้อยขนาดนั้นไม่เพียงพอที่จะดึงดูดแก๊ส ดังนั้นดวงจันทร์จึงไม่มีแก๊สใด ๆ

สะเก็ดดาว (asteroid) เป็นหินแข็งที่มีวงโคจรระหว่างดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดี ขนาดมีตั้งแต่ละอองเล็ก ๆ ไปจนถึงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 700 กิโลเมตร จำนวนของมันมีเป็นพัน เมื่อพิจารณาตำแหน่งวงโคจรของมัน นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามันเป็นชิ้นส่วนที่ไม่เคยรวมกันเป็นดาวเคราะห์หรือมันอาจเป็นชิ้นส่วนของดาวเคราะห์ที่แตกสลาย ในเดือนธันวาคม 1992 สะเก็ดดาวชื่อ Toutatis เกือบชนกับโลก มันโคจรเข้ามาอยู่ห่างจากโลก 3.54 ล้านกิโลเมตร มันประกอบด้วยสะเก็ดดาวสองชิ้นที่มีขอบแหลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.6 และ 4 กิโลเมตร สะเก็ดดาวนี้อยู่ในกลุ่มของสะเก็ดดาวเป็นพัน ๆ ชิ้นที่ผ่านวงโคจรของโลก สะเก็ดดาวเหล่านี้เรียกว่า NEO (Near-Earth Object) มีทฤษฎีหนึ่งที่อธิบายการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์เมื่อ 65 ล้านปีก่อนว่าเกิดจาก NEO ขนาดใหญ่ชนโลก ถ้าสะเก็ดดาวขนาดใหญ่ชนโลกในวันนี้ มนุษย์อาจสูญพันธุ์ได้ เพราะสะเก็ดดาวขนาดใหญ่เท่าสนามฟุตบอลถ้าชนโลก มันจะปล่อยพลังงานออกมาเท่ากับระเบิดนิวเคลียร์ขนาด 10 เมกกะตัน

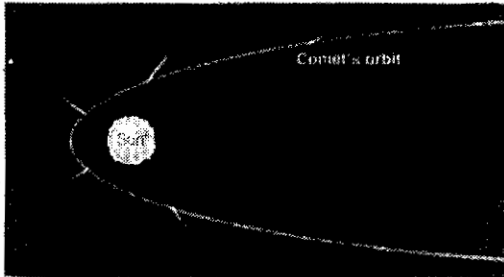
ดาวหางเป็นของผสมที่ประกอบด้วยน้ำแข็งและหิน วงโคจรมันไม่แน่นอน และวงโคจรไม่เป็นวงกลม ลักษณะที่เด่นชัดของมันคือหางที่เป็นแก๊สซึ่งเป็นหางยาวพ่นมาจากส่วนหัวที่เป็นของแข็ง ส่วนหัวนี้จะปะทะกับอนุภาคที่พุ่งออกมาจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นหางมันจะชี้ออกจากดวงอาทิตย์เสมอไม่ว่ามันจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดก็ตาม ดาวหางฮัลเลย์ (Halley) เป็นดาวหางที่ปรากฏตัวให้เราเห็นประมาณ 80 ปีต่อหนึ่งครั้ง

ดาวพุธ

ดาวพุธ (Mercury) เป็นดาวเคราะห์ที่เล็กที่สุดในระบบสุริยะ และอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดด้วย เพราะมันอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ มันจึงมีวงโคจรที่สั้นที่สุดและโคจรรอบดวงอาทิตย์เร็วที่สุด (88 วัน) แต่การหมุนรอบตัวเองของมันค่อนข้างนาน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 58.65 วันของโลก ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิด้านที่เป็นกลางวันของมันจึงสูงถึง 430° เซลเซียส ส่วนด้านที่เป็นกลางคืนมีอุณหภูมิ 180° เซลเซียส ดาวพุธไม่มีอากาศ ผิวดาวเป็นหลุมเป็นบ่อ หลุมใหญ่ที่มีชื่อ



(a)



(b)

รูป 5.3 (a) ดาวหางฮัลเลย์ (Halley) (b) เส้นทางการโคจรของดาวหางรอบดวงอาทิตย์
(Conte, et. al., 1994)



รูป 5.4 ผิวน้ำที่เป็นหลุมเป็นบ่อมากของดาวพุธ (Conte, et. al., 1994)



รูป 5.5 ภาพขยายที่แสดงการไหลของลาวาจากภูเขา Maat Mons บนดาวศุกร์
(Conte, et. al., 1994)

ว่า Caloris Basin มีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 1,300 กิโลเมตร เชื่อว่าพื้นที่ที่เป็นหลุมเป็นภูมิประเทศเก่า ส่วนที่ที่เป็นที่ลุ่มยังมีลาวาอยู่ ดาวพุธไม่มีอากาศ มีสนามแม่เหล็กที่มีแรงเพียง 1% ของสนามแม่เหล็กโลก การมีสนามแม่เหล็กทำให้เชื่อว่าดาวพุธอาจมีแกนหรือเคยมีแกนที่เป็นของเหลว

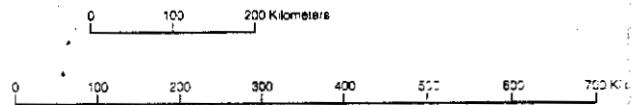
ดาวศุกร์

ดาวศุกร์ (Venus) ชื่อ วินัส เป็นเทพเจ้าแห่งความรักและความงามของโรมัน ที่ได้ชื่อนี้เพราะแสงที่สุกปลั่งของมันในเวลากลางคืน ดาวศุกร์ได้ชื่อว่าเป็นฝาแฝดของโลก เพราะขนาดและความหนาแน่นเกือบเท่ากับโลก สิ่งที่เรารู้จักดีที่สุดของดาวศุกร์คือเมฆหนา 90 กิโลเมตร ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ (96%) และไนโตรเจน (3.5%) และมีละอองกรดซัลฟิวริกเล็กน้อย กรีนเฮาส์เอฟเฟกต์ (green house effect) ที่เกิดจากเมฆหนาและเนื่องจากอยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิที่ผิวดาวศุกร์สูงถึง 500° เซลเซียส เมฆหนาที่ปกคลุมดาวยังทำให้ความดันบรรยากาศที่ผิวดาวศุกร์มากกว่าความดันบรรยากาศโลกถึง 90 เท่า

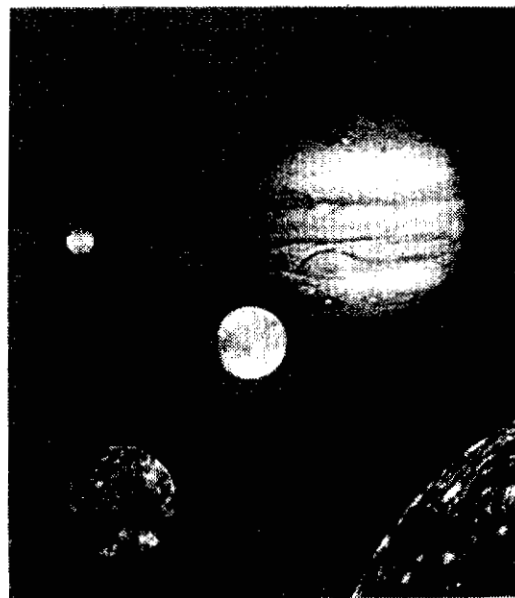
ยานอวกาศ Magellan ที่ส่งขึ้นไปโคจรรอบดาวศุกร์ในเดือนสิงหาคม ปี 1990 สามารถทำแผนที่ภูมิประเทศของดาวศุกร์ได้มากถึง 90% ของภูมิประเทศดาวศุกร์ทั้งหมด หลังจากเดินทางไปจากโลก 15 เดือน ก่อนหน้า Magellan มี US. Mariner และ Venera ของโซเวียตที่สำรวจดาวศุกร์มาก่อน ผิวดาวศุกร์มีพื้นที่ลุ่มที่มาบรรจบกับส่วนที่เป็นภูเขา ภูเขาที่ใหญ่ที่สุดของดาวศุกร์ ชื่อ Maxwell Montes สูงจากพื้นที่ราบต่ำที่อยู่ติดกันถึง 11,000 เมตร Magellan ตรวจพบว่ามีลาวาไหลจาก Maat Mons ภูเขาที่สูงที่สุดเป็นอันดับสองของดาวศุกร์ ผิวดาวศุกร์ร้อนและแห้ง จึงเชื่อได้ว่าไม่มีสิ่งมีชีวิต

ดาวอังคาร

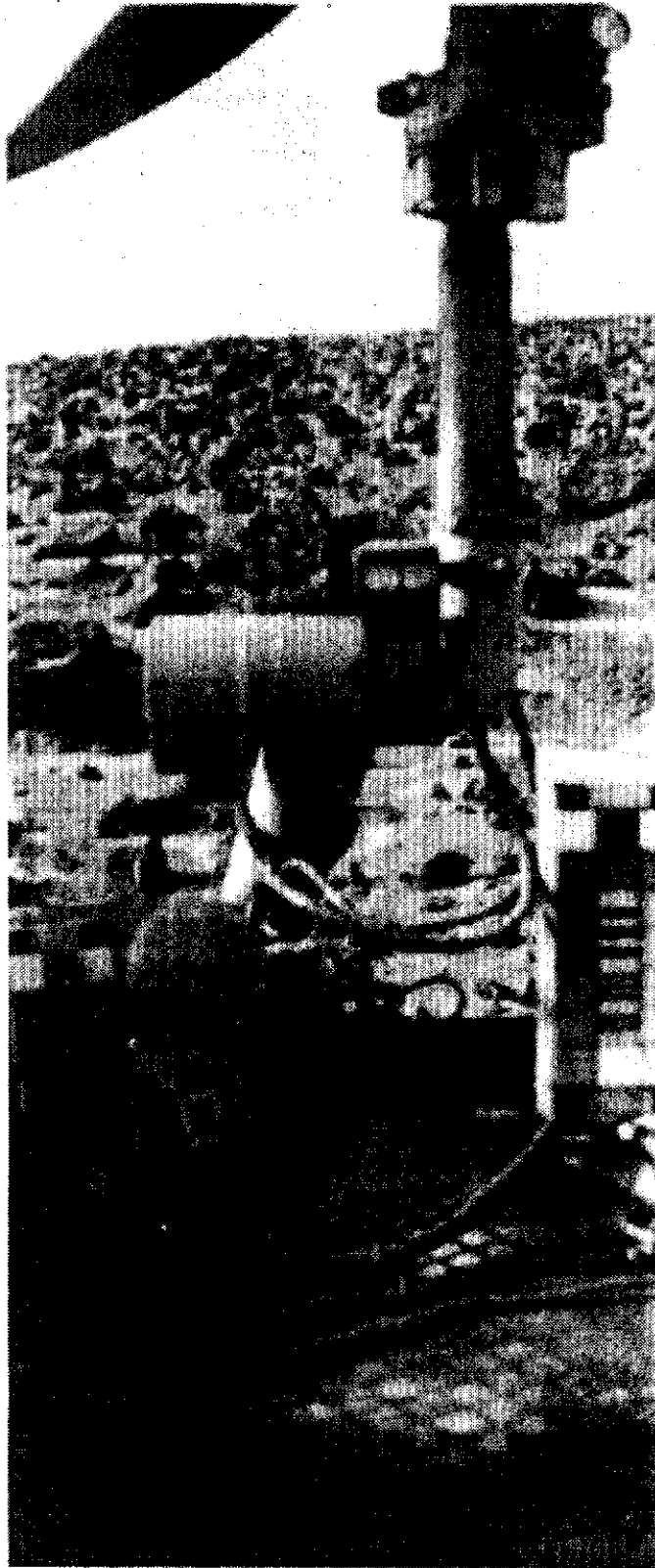
ดาวอังคาร (Mars) เป็นดาวที่ฮือฮามากที่สุดในแง่ของความเชื่อว่ามีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นนิยายหรือภาพยนตร์ที่เกี่ยวข้องกับต่างดาว ตัวเอกในเรื่องมักจะเป็นชาวดาวอังคาร (Martian) ชื่อ Mars เป็นชื่อของเทพเจ้านักรบของโรมัน ปอยครั้งที่เรารู้จักมันว่าดาวแดง แต่สีของดาวเปลี่ยนไปจากน้ำเงินแกมเขียวไปจนถึงสีน้ำตาล สีที่เปลี่ยนไปเป็นผลจากแกนของดาวอังคารที่เฉียดทำมุมกับระนาบการหมุนรอบดวงอาทิตย์ การหมุนรอบดวงอาทิตย์ของดาวอังคารใช้เวลามากกว่าการหมุนรอบตัวเองของโลกประมาณสองเท่า ปีของดาวอังคารมีความยาวพอ ๆ กับวันของโลก เนื่องจากดาวอังคารอยู่ไกลจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของดาวอังคารจึงค่อนข้างเย็น อุณหภูมิสูงสุดที่เส้นศูนย์สูตร 0° เซลเซียสในเวลากลางวัน เวลากลางคืนอุณหภูมิลดลงมาก



รูป 5.6 ภูเขาไฟ Olympus Mons บนดาวอังคารซึ่งเป็นหนึ่งในสามของภูเขาไฟที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 550 กม. สูงจากผิวดาวอังคาร 25 กม.
(Conte, et. al., 1994)



รูป 5.7 ดาวพฤหัสบดีกับดวงจันทร์ใหญ่ 4 ดวง (Conte, et. al., 1994)



รูป 5.8 ฝ่าที่เป็นหินของดาวอังคารเมื่อถ่ายจากยาน Viking 2 (Conte, et. al., 1994)

ถึง -130° เซลเซียส

บรรยากาศดาวอังคารบางมาก ประมาณ 1% ของบรรยากาศโลก ส่วนใหญ่เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ แม้ว่าบรรยากาศจะบางแต่ดาวอังคารมีลม ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดพายุฝุ่นและภูเขาทรายขนาดยักษ์ ที่จริงดาวอังคารเป็นดาวที่มีทะเลทรายที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะที่ขั้วโลกของดาวอังคารมีน้ำแข็งปกคลุม น้ำมีบทบาทสำคัญในการทำให้ผิวดาวอังคารเป็นภูเขาที่มีน้ำไหลผ่านเป็นทางยาวหลายหมื่นกิโลเมตร ลักษณะผิวนั้นบ่งบอกว่ามีช่วงเวลาที่ฝนตก หรือช่วงที่น้ำแข็งละลายและไหลไปตามทางน้ำ การที่ดาวอังคารมีน้ำทำให้หลายคนเชื่อว่ามียิ่งมีชีวิต เพราะน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต แต่ยาน Mariner ที่ไปโคจรรอบดาวอังคารและถ่ายภาพส่งมายังโลก และยาน Viking ที่ไปลงบนผิวดาวอังคาร ส่งภาพถ่ายและผลการตรวจสอบดินและหินบนดาวอังคาร พบว่าไม่มีอินทรีย์วัตถุอยู่เลย ดังนั้นจึงไม่มีสิ่งมีชีวิต

ดาวพฤหัสบดี

ชื่อที่นักดาราศาสตร์ตั้งให้ดาวพฤหัสบดี คือ Jupiter ซึ่งเป็นชื่อของบุตรชายของกษัตริย์แซทเทิร์น (Saturn) ซึ่งเป็นกษัตริย์ของเทพเจ้าโรมันทั้งหมด ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่มดาวเคราะห์รอบนอกของระบบสุริยะ แกนกลางของดาวพฤหัสบดีเป็นหินที่มีธาตุเหล็กมาก ปกคลุมด้วยไฮโดรเจนเหลวเป็นชั้นหนา และมีเมฆไฮโดรเจน และฮีเลียมหนาล้อมรอบ แม้ว่าส่วนประกอบจะไม่เหมือนดวงอาทิตย์ แต่อุณหภูมิของมันสูงพอที่จะทำให้มันแผ่รังสีออกมาได้เอง บรรยากาศที่หนาของดาวพฤหัสบดีมีพายุหมุนเวียนสลับซับซ้อน พายุที่เด่นที่สุดคือ Great Red Spot ซึ่งยาว 40,300 กิโลเมตร และกว้างถึง 14,500 กิโลเมตร

ดาวพฤหัสบดีมีดวงจันทร์โคจรรอบถึง 16 ดวง 4 ดวงมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 3,000 กิโลเมตร ยาน Voyager 1 และ 2 ที่ผ่านดาวพฤหัสบดีทำให้วิเคราะห์ได้ว่าดวงจันทร์ใหญ่ทั้ง 4 ดวงมีแผ่นหินที่เคลือบด้วยน้ำแข็ง

ดาวเสาร์

ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์มีวงแหวนล้อมรอบ การศึกษาดาวเสาร์เป็นผลที่ได้จากยาน Pioneer II และ Voyager 1 และ 2 ดาวเสาร์ใช้เวลา 29 ปีเพื่อโคจรรอบดวงอาทิตย์ เนื่องจากอยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มาก ดาวเสาร์จึงสร้างความร้อนเองมากกว่าที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ ดาวเสาร์มีบรรยากาศหนาถึง 1,000 กิโลเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไฮโดรเจน บรรยากาศเป็นคลื่นลมแปรปรวน ประเมินว่าความเร็วลมในบรรยากาศมากกว่า 1,775 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูป 5.9 ดาวเสาร์และวงแหวน (Conte, et. al., 1994)

ลักษณะที่เด่นของดาวเสาร์คือวงแหวน มีวงแหวนใหญ่ ๆ 3 วง แต่ภาพโคลอสถัพแสดงให้เห็นว่าแต่ละวงประกอบด้วยวงแหวนเล็ก ๆ 500 ถึง 1,000 วง วงแหวนเหล่านี้ประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กตั้งแต่ละอองน้ำแข็งไปจนถึงก้อนหินขนาดใหญ่ ดาวเสาร์มีดวงจันทร์โคจรรอบ 17 ดวง ดวงที่ใหญ่ที่สุดชื่อ Titan

ดาวมฤตยู

ชื่อทางดาราศาสตร์ของดาวนี้คือ Uranus ซึ่งเป็นชื่อของเทพเจ้ากรีกในสวรรค์ ดาวมฤตยูใหญ่กว่าโลก 4 เท่า ข้อมูลส่วนใหญ่ที่ได้มาจากยาน Voyager II ที่บินผ่านดาวดวงนี้ในปี 1986 แกนของดาวดวงนี้เป็นหิน ล้อมรอบด้วยแก๊สเมทเทน แอมโมเนีย และชั้นไฮโดรเจนหนา มีไฮโดรเจนถึง 87% ฮีเลียม 13% บรรยากาศเห็นเป็นสีน้ำเขียวแกมน้ำเงินเป็นเพราะเมทเทน ดาวมีความเร็วลมที่สูงถึง 360 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีสนามแม่เหล็กที่แรงพอ ๆ กับสนามแม่เหล็กโลก ดาวมฤตยูมีดวงจันทร์ 15 ดวง การโคจรรอบดวงอาทิตย์ใช้เวลานานถึง 84 ปี

ดาวเกตุ

ดาวเกตุ (Neptune) เป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่เป็นอันดับสี่ในระบบสุริยะ จากข้อมูลที่ได้จากยาน Voyager II ที่บินผ่านในปี 1989 ดาวเกตุมีองค์ประกอบและโครงสร้างที่คล้ายกับดาวมฤตยู บรรยากาศมีไฮโดรเจนและฮีเลียมมาก มีเมทเทนเล็กน้อย ซึ่งทำให้ดาวเกตุมีสีน้ำเงิน เนื่องจากมีสีน้ำเงินจึงได้ชื่อว่า Neptune ซึ่งเป็นเทพเจ้าแห่งทะเล

แม้ว่าจะมีองค์ประกอบและโครงสร้างคล้ายดาวมฤตยู เมฆและพายุของดาวเกตุต่างจากดาวมฤตยู โดยเฉพาะโซนมืดใกล้ศูนย์สูตรที่มีความแปรปรวน โซนนี้ได้ชื่อว่าเป็น Great Dark Spot อุณหภูมิของดาวเกตุใกล้เคียงกับของดาวมฤตยู แต่ยังห่างไกลจากอุณหภูมิของดวงอาทิตย์ ซึ่งบ่งบอกว่ามีแหล่งความร้อนอยู่ภายใน ดาวเกตุมีดวงจันทร์ 8 ดวง

ดาวพลูโต

ดาวพลูโตเป็นดาวดวงนอกสุดของระบบสุริยะ พลูโตเป็นดาวที่มีวงโคจรประหลาดไม่เป็นวงกลม วงโคจรแบบนี้ทำให้มันเข้าไปในวงโคจรของดาวเกตุในช่วงเวลา 248 ปีที่มันโคจรรอบดวงอาทิตย์ แม้ว่าจะอยู่ในวงนอกสุดแต่ขนาดของดาวพลูโตใกล้เคียงกับดาวเคราะห์ที่โคจรอยู่ในวงใน ดาวพลูโตส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำแข็ง ที่มีเมทเทนแข็ง อุณหภูมิสูงสุดของพลูโต -212° เซลเซียส บรรยากาศของดาวบางประกอบด้วยเมทเทนและแก๊สบางอย่างที่

นักกว่า พลูโตมีดวงจันทร์หนึ่งดวงชื่อชาโรน (Charon) ซึ่งอยู่ใกล้กับดาวพลูโตมาก และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 40% ของดาวพลูโต

โลก

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงเดียวในระบบสุริยะที่เราอยู่อาศัยและเจริญเติบโตที่สุด บรรยากาศของโลกหนาแน่นที่สุดใกล้ผิวโลก และจะค่อย ๆ บางลงเมื่อสูงขึ้นไป ชั้นบรรยากาศที่สูงจากพื้นโลก 10 กิโลเมตร เป็นชั้น troposphere เลยชั้นนี้ขึ้นไปเป็นชั้น stratosphere ซึ่งเป็นชั้นของโอโซนที่ดูดซับแสงอัลตราไวโอเล็ตของดวงอาทิตย์ไว้

อากาศของโลก 78% เป็นไนโตรเจน 20.9% เป็นออกซิเจน 0.03% เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และ 0.93% เป็นอาร์กอน สิ่งที่เราหันวิตกกังวลคือปริมาณ CO_2 ที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่เราใช้ขับเคลื่อนรถยนต์และในโรงงานอุตสาหกรรม สิ่งที่เป็นเหตุอีกประการหนึ่งคือพื้นที่ป่าที่ลดลง โอกาสที่พืชจะใช้ CO_2 ในการสังเคราะห์แสงจึงน้อยลง บรรยากาศของโลกที่มีไอน้ำ และ CO_2 มากขึ้นจะดูดซับความร้อนที่โลกคายออกมาในรูปของรังสีอินฟราเรดซึ่งเป็นคลื่นยาว ปกติโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในรูปของคลื่นสั้น และคายออกมาในรูปของความร้อนซึ่งเป็นคลื่นยาว ผลคือความร้อนติดอยู่ในบรรยากาศโลกมากขึ้น อุณหภูมิของโลกจึงสูงขึ้น ผลนี้เราเรียกว่า green house effect เพราะคล้ายกับความร้อนที่ติดอยู่ในกรีนเฮาส์ซึ่งเป็นกระจกใส แสงแดดส่องผ่านกระจกมาในรูปของคลื่นสั้น ดินและพืชในกรีนเฮาส์ดูดซับไว้และปล่อยออกมาในรูปของคลื่นยาวซึ่งเป็นคลื่นความร้อน กระจกของกรีนเฮาส์จะดูดซับความร้อนไว้และสะท้อนรังสีอินฟราเรดกลับลงมาในกรีนเฮาส์ ภายในกรีนเฮาส์จึงอบอุ่น หรืออุณหภูมิสูงกว่าภายนอก สิ่งที่ทำให้หลายคนวิตกกังวลมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิโลกสูงขึ้นคือ น้ำแข็งขั้วโลกจะละลาย ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น เมืองที่อยู่ตามชายฝั่งจะถูกน้ำท่วมกรุงเทพฯก็ถูกน้ำท่วมด้วย แต่ที่ยังประเมินกันไม่ได้ไม่แน่นอนคือเมื่อไรระดับน้ำถึงจะท่วมเมืองตามชายฝั่ง green house effect นี้มีมานานแล้วและเป็นสิ่งที่ทำให้โลกเราอบอุ่นจนสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ อยู่ได้ ถ้าไม่มีสิ่งนี้อุณหภูมิของโลกโดยเฉลี่ยจะเป็น $-23^{\circ}C$ แทนที่จะเป็น $16^{\circ}C$

ที่ระดับน้ำทะเลความดันบรรยากาศที่ตกลงบนพื้นที่หนึ่งตารางนิ้ว มีแรงดันประมาณ 15 ปอนด์ หรือจะพูดว่าความดันบรรยากาศโลก คือ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วก็ได้ ในระบบเมตริกมักจะวัดค่าความดันบรรยากาศเป็นมิลลิบาร์ (1000 ดายน์ต่อตารางเซนติเมตร) ความดันหนึ่งบรรยากาศเท่ากับ 1,013 มิลลิบาร์ แผนที่อากาศมักจะมีเส้นลากผ่านจุดที่มีความดันเท่ากัน เมื่อขึ้นไปในที่ที่สูงขึ้นความดันบรรยากาศจะลดลง

กลางวัน กลางคืน และฤดูกาล

การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดกลางวัน กลางคืน แต่ระยะเวลากลางวัน กลางคืน แตกต่างกันไปแล้วแต่สถานที่และฤดูกาล ที่เส้นศูนย์สูตร ระยะเวลากลางวัน และกลางคืนมีความยาวเท่ากันตลอดปี ถ้าเป็นส่วนอื่นของโลก ระยะเวลากลางวัน กลางคืน จะเท่ากันครั้งเดียวในฤดูใบไม้ผลิ และอีกครั้งหนึ่งในฤดูใบไม้ร่วง

ความยาวของกลางวัน และกลางคืนมีผลต่อการออกดอกของพืช มีพืชวันยาว (long day plant) ที่ต้องการความยาวของกลางวัน 14 ชั่วโมงถึงจะออกดอก และมีพืชวันสั้นที่ต้องการความยาวกลางคืน 8 ชั่วโมงถึงจะออกดอก และมีพืชที่ช่วงกลางวัน กลางคืน ไม่มีผลกับการออกดอก พืชพวกนี้เมื่อมีอายุถึงกำหนดก็จะออกดอก ซึ่งเราเรียกว่า day neutral หรือ intermediate plant แต่กลไกที่ทำให้พืชออกดอกคือช่วงเวลากลางคืน อาจสรุปได้ว่าพืชวันสั้นคือพืชที่ถูกชักนำให้ออกดอก หรือเร่งให้ออกดอกเร็วขึ้นโดยระยะเวลาของกลางคืน พืชวันยาวคือพืชที่การออกดอกถูกยับยั้งหรือออกดอกช้าลงโดยระยะเวลาของกลางคืน

สัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางวันเรียกว่า diurnal พวกที่ออกหากินกลางคืนเรียกว่า nocturnal สัตว์ที่หากินกลางคืนบางชนิดมองเห็นได้ดีในสภาพที่มีแสงน้อยมากจนแสงสว่างในเวลากลางวันทำให้มันตาพร่าหรือเกือบจะตาบอด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่หากินกลางคืนส่วนหลังของตาจะมีสิ่งที่เรียกว่า light reflecting crystals ซึ่งทำให้ตาเป็นแววเมื่อฉายไฟฉายไปที่ตามันในเวลากลางคืน เช่น แมว

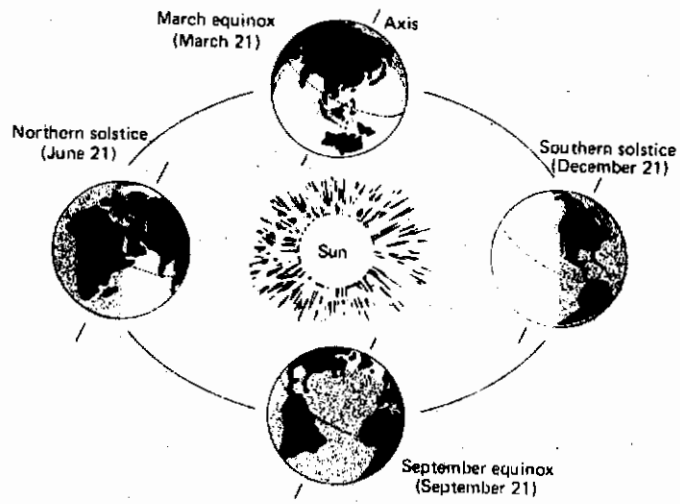
พฤติกรรมที่เกิดเป็นช่วงที่เกี่ยวกับกลางวัน กลางคืน ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ถือว่ามีจังหวะการเกิดแบบ circadian rhythm คำว่า circadian มาจากภาษาละตินแปลว่า ประมาณหนึ่งวัน สัตว์ส่วนมากมีกลไกตัวที่ควบคุมพฤติกรรมให้เป็นไปตามความมืดและความสว่างของกลางวัน และกลางคืน กลไกนี้เหมือนกับว่าสัตว์มีนาฬิกาอยู่ภายในตัวเองที่ควบคุมขบวนการทางเคมีในตัวเองและควบคุมพฤติกรรมของมันตามความมืดและความสว่าง นาฬิกาที่เราเรียกว่า biological clock สัตว์ที่หากินกลางวันจะเริ่มออกหากินเมื่ออาทิตย์ขึ้นและนอนเมื่ออาทิตย์ตก สัตว์ที่หากินกลางคืนจะเริ่มมีชีวิตชีวาเมื่ออาทิตย์ตกดิน นาฬิกาในตัวนี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับนาฬิกาชีวภาพในการหาอาหารของผึ้ง การอพยพของนกที่อพยพตามฤดูกาล

ในกรณีของคน นาฬิกาชีวภาพในตัวคนสามารถปรับได้อย่างเช่น การเดินทางข้ามทวีปที่เวลาต่างกัน ผู้เดินทางจะประสบกับสิ่งที่เรียกว่า jet lag ซึ่งทำให้ตาพร่าเพราะเวลาในประเทศที่เดินทางไปถึงเป็นเวลากลางคืน แต่เวลาในประเทศที่ออกเดินทางมาเป็นเวลากลางวัน ต้องใช้เวลาพักหนึ่งร่างกายจึงปรับนาฬิกาในตัวเองให้ตื่นและนอนเหมือนคนในประเทศใหม่ที่เดินทางไปได้ ดังนั้นการเดินทางไปทำธุรกิจหรือไปแข่งกีฬาในต่างประเทศจึงต้องคำนึงถึงเรื่อง

นี้ ด้านวังผลในการทำธุรกิจหรือการแข่งกีฬา นาฬิกาในตัวนี้สามารถตั้งใหม่ได้โดยกลับกลางคืนเป็นกลางวันได้อย่างเช่นคนทำงานผลัดกลางคืน อย่างไรก็ตามคนทำงานผลัดกลางคืนมักจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าคนงานผลัดกลางวัน อาจเป็นเพราะนาฬิกาในตัวต้องเจอกับข้อมูลภายนอกที่ขัดแย้งกัน ซึ่งเป็นความสว่าง ความมืดที่กลับกัน โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงที่นาฬิกาในตัวโดยจัดตั้งเวลาใหม่มักมีผลทำให้วงจร 24 ชั่วโมงมากขึ้นหรือน้อยลงกว่า 24 ชั่วโมงเล็กน้อย

การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาล ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับการเป็นอยู่ของพืช และสัตว์ สัตว์ที่หยุดกิจกรรมทั้งหมดในฤดูหนาว เราเรียกว่าจำศีลในฤดูหนาว (hibernation) ส่วนพวกที่จำศีลในฤดูร้อนเรียกว่า estivation

พืชที่งอกจากเมล็ด และออกดอกให้ผลในปีเดียวกันเรียกว่า annual พวกที่งอกจากเมล็ดและเติบโตทางลำต้น กิ่งก้าน ใบ ในปีแรกและให้ดอกผลในปีที่สองเรียกว่า biennial ส่วนพวกที่มีชีวิตอยู่ได้หลายปีเรียกว่า perennial ซึ่งหลายชนิดจะอยู่ในสภาพที่พักตัวในช่วงฤดูหนาวที่เรียกว่า dormancy บางชนิดพักตัวโดยอยู่ในรูปของลำต้นและรากใต้ดิน ซึ่งจะงอก ออกมาใหม่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมในฤดูใบไม้ผลิ



รูป 5.10 โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ (Ehrlich, et. al., 1976)

สรุป

สิ่งที่เราเชื่อว่าอาจมีชีวิตอยู่บนดาวอื่นคือ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ องค์ประกอบของบรรยากาศ และน้ำ มีความใกล้เคียงกับบนโลกเรา แต่นี่เป็นการเอามาตรฐานของสิ่งแวดล้อมบนโลกไปเทียบ ซึ่งถ้าเทียบกับโลกแล้วดาวเคราะห์ทุกดวงในระบบสุริยะไม่มีสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ในปัจจุบันอาจยังไม่เพียงพอที่จะสรุปว่าไม่มีสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์อื่น ดาวอังคารเป็นดาวที่นักวิทยาศาสตร์กำลังให้ความสนใจและศึกษากันอย่างมาก เพราะคาดว่าอาจจะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

โลกเป็นดาวดวงเดียวในระบบสุริยะที่เรารู้จักดี การหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลกทำให้เกิดกลางวัน กลางคืน มีปรากฏการณ์ที่เรียกว่า circadian rhythm และ biological clock ที่สัมพันธ์กับกลางวัน กลางคืน นาฬิกาชีวภาพในตัวคนสามารถตั้งใหม่ได้ ส่วนฤดูกาลที่เกิดจากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์มีผลกับการจำศีลของสัตว์และพักตัวของพืช ซึ่งอาจเป็นในฤดูหนาวหรือในฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตหรือการเจริญเติบโต

คำถาม

1. โอกาสที่จะมีสิ่งมีชีวิตอยู่บนดาวอื่นหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ในระบบสุริยะนอกจากโลก แล้วมีสิ่งมีชีวิตอยู่บนดาวอื่นหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. การที่ป๊อปปูล่าชาวไทยได้เป็นนางงามจักรวาล ท่านว่าถูกต้องหรือไม่ในแง่ดาราศาสตร์เพราะเหตุใด
3. เกิดอะไรขึ้นในดวงอาทิตย์ที่ไฮสโตนส์รูปเป็นสมการ $E = mc^2$
4. อธิบาย circadian rhythm, biological, clock, equinox
5. สะกดดาวและดาวหางคืออะไร โอกาสที่สะกดดาวหางบนโลกมีมากน้อยเพียงใด

บรรณานุกรมและเชิงอรรถ

Conte, D.J., et. al. 1994. Earth Science. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque, Iowa.

Ehrlich, P.R., et. al. 1976. Biology and society. McGraw-Hill Book Company. New York.

Rowell, D.L. 1994. Soil science. Longman Scientific & Technical. Essex, England

Starr, c., and R.Taggart. 1981. Biology the unity and diverdity of life. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California.

Whipple, F.L. 1974. The nature of comets. Scientific American 230(2) : 46-57