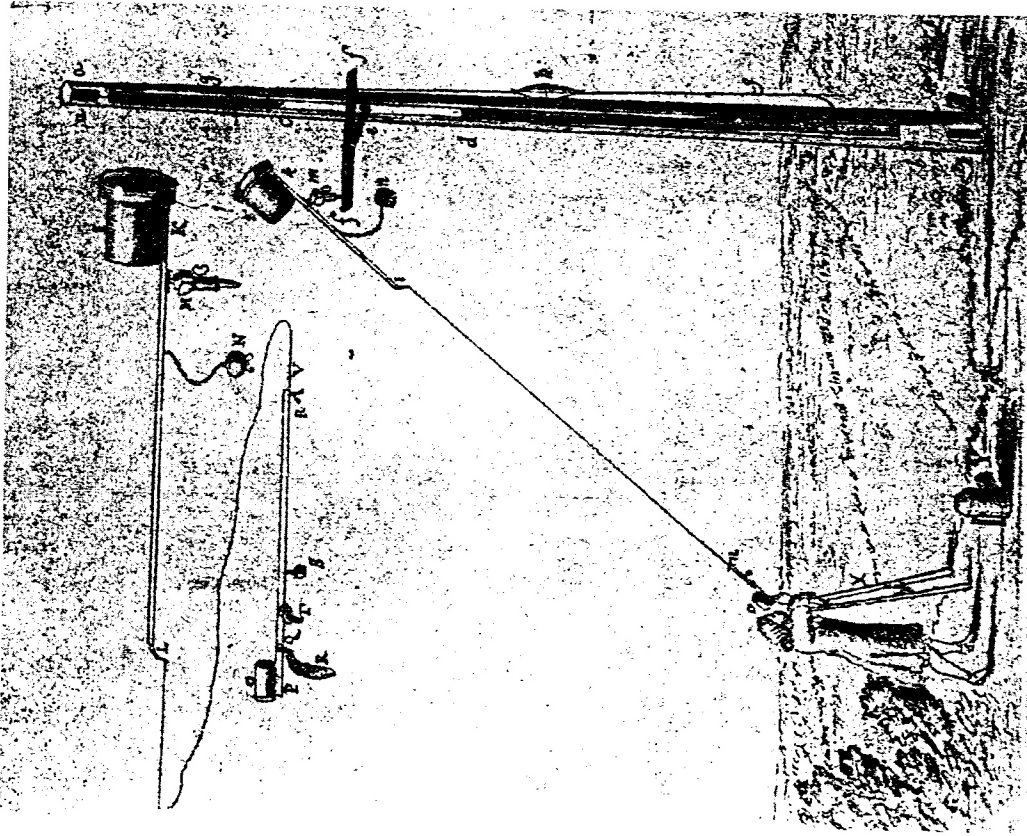
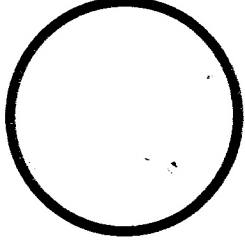


จาก

ไซเบต, ดาवा. เดอะเพลเนต ปรวัติย๋ของดวงดาว: The Planets.

แปลโดยคุณากร วาณิชยัวิรุฬห์. กรุงเทพฯ: มติชน, 2551.

โลกต้นแบบ : บทนำ



โรเบิร์ต ฮุก (1635-1703) ซึ่งได้รับฉายาว่า สไลนารีโด ดาร์วินส์ แห่งอังกฤษ อภิศ
เวลาให้กับการสังเกตดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ และดาวหาง เขาสร้างภาพแบบสอง
โทรทัศน์ไร้ลำกล้องที่จะทำให้องเห็นวัตถุต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

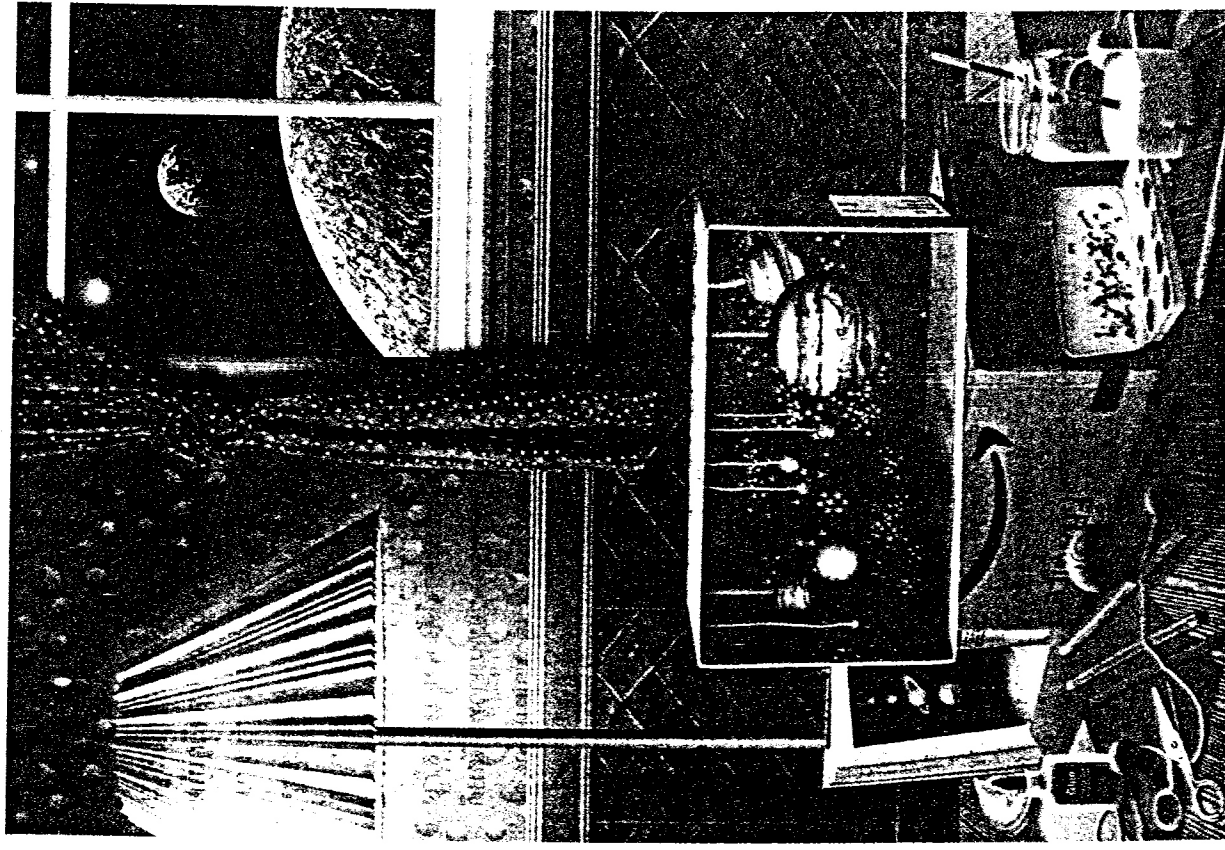
เท่าที่จำความได้ ฉันเริ่มคลั่งไคล้เรื่องดาวเคราะห์มาตั้งแต่สมัยเรียน
อยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ขณะอายุ 8 ขวบ ตอนที่ฉันเรียนว่าโลกของเราที่มีฟ
นั้นอยู่เนอวกาศ เช่นเดียวกับที่ฉันมีพี่ชายอยู่โรงเรียนมัธยมและวิทยาลัย
ในสมัยปี 1955 การได้รู้ว่ายังมีโลกใบอื่นอยู่ก็ไม่ใช่เรื่องแปลกไม่ต่างกับการรับรู้ความ
จริงอันลึกลับ เพราะถึงจะรู้จักชื่อและตำแหน่งของดาวเคราะห์ในกรอบ
คร้วของดวงอาทิตย์ แต่เรากลับเข้าใจดาวเคราะห์เหล่านั้นน้อยเหลือ

เกิน พลุไฟและดาวพลู ดูไม่ต่างไปจากชื่อเฉพาะอื่นๆ อย่างปารีสและมอสโก จะต่างออกไปก็ตรงที่มันช่วยยกระดับจินตนาการเรื่องโลกอันแปลกประหลาดของเด็กๆ ได้ดีกว่าเท่านั้นเอง

ข้อมูลเกี่ยวกับดาวเคราะห์ต่างๆ ที่เรามีอยู่เพียงน้อยนิด ก็พอบ่งบอกถึงความแตกต่างอันน่าตื่นตะลึง ไม่ว่าจะเป็นหลุมหลุมร้อนเกินหนึ่งพันถึงเวลาทั่วทั้งจักรวาล ดาวพลูโคจรรอบดวงอาทิตย์ครบหนึ่งรอบในเวลาเพียง 88 วัน เทียบกับโลกที่ต้องใช้เวลาถึง 365 วัน หมายความว่าเวลาหนึ่งปีของดาวพลูจะผ่านไปเร็วกว่ากับสามเดือนบนโลก ไม่ต่างกับที่เวลาหนึ่งปีของมนุษย์เทียบได้กับเวลาเจ็ดปีของสุนัข จนทำให้เจ้าของต้องเศร้าโศกกับการจากไปของสัตว์เลี้ยงแสนรักอยู่เสมอ

ดาวเคราะห์แต่ละดวงคือโลกที่แตกต่างกันไปคนละแบบ ครั้งหนึ่งเราเคยเข้าใจว่าได้เมฆหมอกของดาวศุกร์จะมีป่าในทุ่งน้ำแข็ง และอาจมีมหาสมุทรน้ำมัน หรือทะเลน้ำไฮโดรเจนที่เย็นปาดจับที่อัดแน่นด้วยพืชสีเขียวและดัม นีคือทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์มีอาชีพ มิใช่ความเข้าใจจากหน้าหนังสือการ์ตูนหรือนวนิยายเพื่อฝัน

หากเทียบกับจำนวนน้อยนิดเพียง 9 ดวงด้วยแล้ว ก็ยิ่งนับว่าดาวเคราะห์ข้างแปลกประหลาดและหลากหลายเสียเหลือเกิน อันที่จริงจำนวน 9 ดวงก็เป็นนิยามที่เฉพาะตัว สิ่งของทั่วไปมักถูกนับเข้าเป็นคู่หรือเป็นโหล หรือไม่กี่เป็นจำนวนลงท้ายด้วยเลข 5 หรือ 0 ทว่าดาวเคราะห์กลับมีเพียง 9 ดวง กระนั้นเรายังสามารถนับเลข 9 ที่แปลกประหลาดผสมกับความเป็นวัตถุในอวกาศนี้ได้ครบด้วยนิ้วมือเรา หากเทียบกับการท่องเที่ยวเมืองหลวงของทั้ง 48 มลรัฐในสหรัฐอเมริกา หรือวันเวลาที่เกิดเหตุการณ์สำคัญทางประวัติศาสตร์ของนครนิวยอร์กแล้ว การจำชื่อดาวเคราะห์ก็ไม่นับเป็นเรื่องง่ายที่สามารถท่องจำกันได้ภายในไม่กี่ชั่วโมง เด็กๆ สามารถเรียงลำดับดาวเคราะห์ตามระยะห่างจากดวงอาทิตย์ จากดาวพลู ศุกร์ โลก อังคาร พฤหัสพิ์ เสาร์ ยูเรนัส เนปจูน และพลูโตได้ไม่ยาก โดยอาศัยบทอาขยานช่วยจำ



แบบจำลองระบบสุริยะที่ฉันทำขึ้นจากกล่องรองเท้าเพื่อดูอย่างใกล้ชิดกว่าในภาพที่ดูเนต ดูกว่าได้มาก ฉันชอบวิธีที่เธอถ่ายทอดประสบการณ์นี้ แต่ส่วนที่น่าประทับใจกว่าคือภาพนอกหน้าต่าง มันสื่อว่าเด็กที่กำลังประดิษฐ์แบบจำลองนั้นอาศัยอยู่บนดาวเคราะห์ดวงอื่น...ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะในระบบดาวฤกษ์ดวงอื่น

จำนวนดาวเคราะห์มีไม่มาก ทำให้ไม่ยากที่จะรวบรวมให้ครบ มันกระตุ้นให้ฉันจัดมันเข้าในแบบจำลองที่ทำจากกล่องรองเท้าสำหรับงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียน ฉันรวบรวมลูกหิน ลูกกรีกเก็ต ลูกบ๊อง และลูกยางแข็งตั้งสี่หมัพู่ที่เด็กผู้หญิงนิยมโยนเล่นกันตามทางเท้า เอามาสามสี่อันมันผสมไข่แล้วนำไปแขวนไว้กับไม้ทำความสะอาดไปบูบยา แบบจำลองของฉัน (ดูเหมือนบ้านตุ๊กตามากกว่าอุปกรณ์สาริตทางวิทยาศาสตร์) ไม่สามารถสะท้อนถึงความแตกต่างของขนาดหรือระยะห่างมหาศาลระหว่างดาวเคราะห์แต่ละดวงได้ ถ้าหวังจะสร้างแบบจำลองที่ถูกต้อง ฉันคงต้องหาลูกบาสเกตบอลมาแทนดาวพฤหัสบดีเพื่อให้เห็นว่ามันใหญ่โตกว่าดาวเคราะห์อื่นๆ ปานใด แล้วนำแบบจำลองนี้ไปบรรจุในลังกระดาษยักษ์สำหรับใส่เครื่องซักผ้าหรือตู้เย็น จึงจะสื่อถึงขนาดอันไพศาลของระบบสุริยะได้

โศกคดีที่แบบจำลองสิ่งเครื่องที่ฉันสร้างขึ้นโดยปราศจากทักษะเชิงศิลปะอย่างสิ้นเชิง ไม่อาจทำลายความประทับใจที่ฉันมีต่อภาพดาวเสาร์ซึ่งลอยตัว โดยมีวงแหวนคาบอยู่ตรงกลาง หรือกระแทบต่อความคิดเรื่องทัศนียภาพพื้นผิวดาวอังคาร ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ในช่วงทศวรรษ 1950 ยังเชื่อว่าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาที่ขรุขระแต่จะดูฤดูกาล

หลังจบงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์ ห้องของฉันยังคงจัดโชว์ละครเรื่องดาวเคราะห์ ฉันได้รับบท “ดาวฤกษ์ผู้เดียวดาย” เพราะเผชิญมีชุดเสื้อคลุมสีแดงจากเทศกาลฮัลโลวีนตรงตามที่เคยในไว้ในบทพอต่อการเล่นบทดาวฤกษ์ผู้เดียวดายทำให้ฉันต้องพูดบทของดวงอาทิตย์ที่กำลังมองหาความเป็นมิตรสักดวง ผู้ที่เล่นบทดาวเคราะห์จะค่อยๆ เข้ามาเป็นเพื่อนฉันพร้อมกับทอบทพรรณนาลักษณะเด่นของตนเองจากที่นำจดจำที่สุดคือตอนที่ผู้เล่นเป็น “ดาวเสาร์” ต้องพูดบทไปหมุนห่วงสุดาอุปสองวงไปด้วย และช่วงที่ “โลก” ตัวจำมาเกิดการประหม่าเมื่อต้องประกาศข้อมูลว่า “รอบเอวของฉันยาวสองหมื่นสี่พันไมล์” จนฉันจำสถิติเส้นรอบวงของโลกได้ขึ้นใจตลอดมา (ในสมัยนั้นเรามักเรียก

โลกว่า ดิ เอิร์ธ เราเพิ่งจะเปลี่ยนมาเรียกว่าเอิร์ธเฉยๆ ตอนที่ยังเป็นผู้ใหญ่ ส่วนดวงจันทร์ก็เปลี่ยนฐานะจากผู้ส่องแสงสว่างยามค่ำคืนไปเป็นจุดหมายปลายทางของยานอวกาศ)

การรับบทดาวฤกษ์ผู้เดียวดายช่วยให้ฉันตระหนักว่า ดวงอาทิตย์มีบทบาทเป็นทั้งผู้ปกครองและผู้นำทางของดาวเคราะห์ นี่คือนิยามของคำว่า “ระบบสุริยะ” ซึ่งใช้เรียกอาณาบริเวณในห้วงอวกาศ ที่ดาวเคราะห์แต่ละดวงมีลักษณะและสถานะแตกต่างกันไปตามระยะห่างจากดวงอาทิตย์

ฉันตัดสินใจไม่ได้ดวงอาทิตย์เข้าไปในแบบจำลอง เพราะตอนนั้นฉันยังไม่ตระหนักว่ามันสำคัญเพียงใด แถมยังอาจก่อปัญหาเรื่องอัตราส่วนที่ใหญ่เกินการ¹ นอกจากนี้ ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ยังเป็นวัตถุสุกสว่างที่เราคุ้นตา จนแทบจะมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของชั้นบรรยากาศโลก ต่างกับดาวเคราะห์ซึ่งฉันมองว่าสำคัญกว่าเนื่องจากปรากฏตัวเพียงชั่วครั้งชั่วคราว (ก่อนเวลาเข้านอนหรือใกล้ฟ้าสว่าง) เท่านั้น

การไปทัศนศึกษาห้องฟ้าจำลองไฮเดน ทำให้เด็กชาวเมืองอย่างเรามีโอกาสเห็นดาวตรดาวเซตัมฟ้าที่มีดลสนิที่ไร้การรบกวนจากแสงไฟจระจหรือไฟนีออน เราเห็นดาวเคราะห์โคจรได้เรียงกันอยู่บนเพดานโดมจำลอง ทดสอบแรงโน้มถ่วงบนดาวเคราะห์แต่ละดวงด้วยตาซึ่งที่ปรับไว้ เพื่อบอกว่าเราจะหนักสักเท่าใดหากไปยืนอยู่บนดาวพฤหัสบดี (ดูหุ่นกลต่างๆ จะหนักประมาณสี่ร้อยปอนด์ขึ้นไป) หรือดาวอังคาร (ทุกคนบาราวชนน) พวกเราพากันยืนเอ่ออยู่หน้าลูกถูกกาบาตหนัก 15 ตัน ซึ่งตกลงมายังหุบเขาวิลลาเมเตในรัฐโอเรกอน และเริ่มเข้าใจว่ามัน

¹ ในหนังสืออัญชาญลวดเล่มน้อยชื่อ “แบบจำลองพื้นหล หรือ โลกขนาดเท่าเม็ดพิชิตไทย” กาย ออตต์เวลล์แนะนำให้สร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจากวัสดุที่ใช้ลูกโบว์ลิงแทนดวงอาทิตย์ โลกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8,000 ไมล์ ถูกลดขนาดเหลือเพียงเม็ดพิชิตไทย ที่อยู่ห่างจากลูกโบว์ลิงไป 78 ฟุต (!)

เป็นภัยคุกคามต่อมนุษยอย่างไร

ว่ากันว่าอุกกาบาตแห่งวิลลาเมตเต (ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ว่ามันเป็นวัตถุที่แสดงถึงการในศูนยวิวิธโรสเพื่อศึกษาโลกและอวกาศ) เป็นแกนนิเกิลของดาวเคราะห์โบราณซึ่งเคยโคจรรอบดวงอาทิตย์ แต่แล้วดาวเคราะห์ดวงนั้นกลับแตกสลายลงเมื่อหลายพันล้านปีก่อน ส่งผลให้ดาวเคราะห์ดวงนั้นกลืนอวกาศ จนกระทั่งแรงดึงดูดดูดวัตถุชิ้นนี้เข้าหาโลก มันพุ่งตรงสู่อิเอร์คอนด้วยความเร็วสูง ลูกไฟเพราะแรงเสียดทาน และปะทะกับชั้นหุบเขาจนเกิดระเบิดรุนแรงราวระเบิดปรมาณู อุกกาบาตลูกนี้ตั้งอยู่ที่นั่นปีแล้วปีเล่า ผ่นกรดของเขตตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาที่ดักরণก่อนวัตถุที่ถูกเผาและขึ้นสนิมนี้จนเกิดไฟแรงใหญ่

อุกกาบาตลูกนี้ทำลายภาพความเข้าใจเรื่องดาวเคราะห์แบบเด็กๆ ของฉัน เจ้าวัตถุผู้รุกรานสีดำที่มีก้อนนี้คงต้องไปในอวกาศพร้อมกับก้อนหินและก้อนโลหะร้อนระอุมากมายที่พร้อมจะพุ่งเข้าชนโลกของเราได้ทุกเมื่อ ระบบสุริยะของฉัน บ้านที่เคยเป็นระเบียบเรียบร้อยด้วยความแน่นอนเสมอมา กลับพังทลายกลายเป็นโลกแห่งความปั่นป่วนและแดนมิสตัคยูไปเสียแล้ว

ดาวเทียมสปุตนิกที่โซเวียตส่งขึ้นสู่อวกาศในปี 1957 สมัยฉันอายุสิบขวบ ทำให้ฉันกลัวแทบบ้า วัตถุที่ช่วยประโยชน์มากมายทางทหารของสหรัฐนั้น ทำให้พวกเราต้องกลับมาฝึกซ้อมรับมือการโจมตีทางอากาศกันใหม่ ทุกคนต้องทนนั่งกอดเข้าอยู่ใต้โต๊ะ หันหลังให้หน้าต่าง และสมมุติว่าอยู่ในที่ปลอดภัยแล้ว เห็นได้ชัดเลยว่าภัยคุกคามจากเพื่อนมนุษย์อยู่ใกล้กว่าเป็นเรื่องน่าหวาดหวั่นยิ่งกว่าอุกกาบาตจากนอกโลกเสียอีก

ตั้งแต่ฉันเป็นวัยรุ่นจนถึงอายุสิบกว่า สหรัฐกำลังทำให้ฉันของประธานาธิบดีหนุ่มผู้ต้องการเห็นจรวดไปถึงดวงจันทร์เป็นจริง จรวดลับในไซโลเก็บที่ปนาอยู่ยังเป็นภาพฝันร้ายที่ตามหลอกหลอนทุกคน แต่ครั้นนักบินอวกาศในโครงการอพอลโลได้นำหินจากดวงจันทร์ชุดสุดท้ายกลับมา

ในเดือนธันวาคมปี 1972 ยานสำรวจอวกาศที่ไร้พิษภัยก็ลงจอดบนดาวศุกร์และดาวอังคาร ส่วนยานไพโอเนียร์ 10 ของสหรัฐก็กำลังเดินทางเพื่อโอบผ่านดาวพฤหัสบดี ตลอดทศวรรษ 1970 และ 1980 มีข่าวยานสำรวจอวกาศไร้มนุษย์เดินทางไปยังอวกาศเคราะห์ดวงอื่นแทบทุกปี ภาพที่หุ่นยนต์สำรวจเหล่านี้ส่งกลับมายังโลกช่วยเติมรายละเอียดแก่ภาพดาวเคราะห์ที่ว่างเปล่ามาช้านาน ยานสำรวจอวกาศยังเผยให้เห็นโลกใหม่ที่เราไม่รู้ลึกมาก่อน พวกมันค้นพบดวงจันทร์ใหม่อีกหลายสิบดวงของดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน รวมถึงวงแหวนหลายชั้นที่ล้อมรอบดาวเคราะห์ยักษ์ทั้งสี่ดวง

แม้ดาวพลูโตที่อยู่ไกลและไปไม่ถึงยากจะยังไม่ถูกสำรวจแต่เราก็ค้นพบดวงจันทร์ของมันโดยไม่คาดฝันในปี 1978 จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายที่ถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์บนพื้นโลกอย่างละเอียด หากลูกสาวของฉันซึ่งเกิดเมื่อปี 1981 คิดจะสร้างแบบจำลองให้ครอบคลุมวัตถุต่างๆ ในระบบสุริยะที่ตัวจำนวนมากขึ้นขณะที่เธออายุสัก 8 ปี เธอคงต้องหาลูกกวาดอีกหลายเม็ดมาเป็นตัวแทนดวงจันทร์ที่เพิ่งค้นพบใหม่เหล่านี้ ขณะที่ลูกชายของฉันซึ่งอ่อนกว่าลูกสาวอีกสามปีอาจต้องหันไปทำโมเดลอันซับซ้อนด้วยคอมพิวเตอร์

ถึงระบบสุริยะจะมีสมาชิกเพิ่มมากขึ้น แต่ยังคงมีดาวเคราะห์เพียง 9 ดวงเช่นเดิม อย่างน้อยก็จนกระทั่งมีการค้นพบวัตถุที่มีตัวที่เป็นอิสระจากดาวพลูโตโคจรอยู่ที่ชายขอบของระบบสุริยะเมื่อปี 1992 หลังจากนั้นไม่นานยังมีการค้นพบวัตถุประเภทเดียวกันตามมาอีก ภายในเวลาหนึ่งทศวรรษเราก็รู้จักวัตถุขนาดจั่วเหล่านี้มากกว่า 700 ดวง โลกใบจิ๋วที่มีอยู่มากมายนี้ทำให้มหาวิทยาลัยบางแห่งคนทั้งขงเราควรจะนับพลูโตเป็นดาวเคราะห์หัดต่อไป หรือควรจะจัดมันเป็นวัตถุขนาดใหญ่ที่สุด “ที่อยู่ถัดจากวงโคจรของดาวเนปจูน” กันแน่ (ศูนยวิวิธโรสเลิกนับพลูโตเป็นดาวเคราะห์มาสักพักหนึ่งแล้ว)

ในปี 1995 หรือหลังจากที่เราทราบว่าพลูโตมีเพื่อนบ้านมากมาย

เพียง ๓ ปี นักดาราศาสตร์ก็พบสิ่งที่น่าทึ่งยิ่งกว่า เป็นดาวเคราะห์ดวงใหม่ที่เกิดจากรอบดาวฤกษ์ดวงอื่น นักดาราศาสตร์สงสัยกันมานานแล้ว ว่านอกจากระบบสุริยะรอบดวงอาทิตย์ของเรา ดาวฤกษ์ดวงอื่นก็น่าจะมีระบบดาวเคราะห์ของตนเองเช่นกัน ระบบสุริยะใหม่ที่เรารู้จักเป็นแห่งแรกปรากฏรอบดาวเบกาซี 51 (ดาวฤกษ์หมายเลข 51 ในกลุ่มดาวม้าบิน) ไม่กี่เดือนให้หลังก็ปรากฏรายงานการค้นพบ “ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ” โคจรรอบดาวฤกษ์ดวงอื่นๆ อาทิ แอปซิลอน แอนโดรเมดา, 70 เวอร์จินิส และฟิเอสอาร์ 1257+12 บัดนี้เรารู้จักดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 160 ดวงแล้ว และเทคนิคการค้นหาก็พัฒนาขึ้นเรื่อยๆ จนเชื่อได้ว่าในอนาคตอันใกล้นี้เราจะพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะอีกมหาศาล เฉพาะดาราจักรทางช้างเผือกของเราเพียงแห่งเดียวก็อาจมีดาวเคราะห์อยู่มากกว่าดาวฤกษ์จำนวนแสนล้านดวงในดาราจักรนี้ด้วยซ้ำ

ระบบสุริยะอันแสนคุ้นเคย ซึ่งเคยเป็นระบบหนึ่งเดียวไม่มีใครเหมือน กลับกลายเป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของระบบธรรมดาที่ปรากฏอยู่ดาษดื่นเสียแล้ว

เราทราบเพียงขนาดและวงโคจรแต่ไม่สามารถจับภาพดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะผ่านกล้องโทรทรรศน์ได้ ผู้ค้นพบจึงต้องจินตนาการถึงรูปร่างหน้าตาของมันต่อไป ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะส่วนใหญ่ที่เรารู้จักมักจะมีขนาดใกล้เคียงกับดาวพฤหัสบดี เพราะดาวเคราะห์ขนาดใหญ่นั้นตรวจพบได้ง่ายกว่าดาวเคราะห์ขนาดเล็ก เราจึงมีดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะโดยดูจากอิทธิพลที่มีต่อดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์จะส่ายตัวเพราะแรงดึงดูดของดาวเคราะห์ที่มองไม่เห็น บางครั้งแสงของดาวฤกษ์จะสั่นลงเพราะดาวเคราะห์เคลื่อนเข้ามาบ้าง ต้องมีดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะขนาดเล็กร่วมกับดาวอังคารหรือดาวพุธโคจรรอบดาวฤกษ์อันใกล้ให้มันด้วยแน่ๆ แต่พวกมันก็เล็กเกินกว่าจะส่งอิทธิพลต่อดวงอาทิตย์ของมัน จึงยากจะตรวจพบได้จากกระยะไกล

นักดาราศาสตร์ผู้ศึกษาดาวเคราะห์ให้คำว่า “ดาวพฤหัสบดี” เพื่อเรียก “ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะขนาดใหญ่” และบอกความมวลของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะขนาดใหญ่กว่า “โลก” แทนดาวเคราะห์นอกระบบ “ดาวพฤหัสบดี” แถมยังใช้คำว่า “โลก” แทนดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะขนาดเล็กที่มีสีฟ้าและเขียว ซึ่งบ่งบอกถึงน้ำและชีวิต ดาวเคราะห์ประเภท “โลก” นี้ได้กลายมาเป็นเป้าหมายหายากและสำคัญที่สุดของการสอดส่องสายตาเพื่อล่าดาวเคราะห์ทั่วดาราจักรในทุกวันนี้

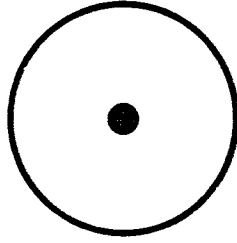
ไม่ว่ามนุษย์ในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 เช่นเราจะเห็นอะไรเป็นประเด็นใหญ่ในชีวิต แต่ความก้าวหน้าในการค้นพบระบบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะก็เป็นสิ่งสำคัญในยุคสมัยของเรา แทนที่ระบบสุริยะของเราจะลดความสำคัญลงจนเป็นแค่หนึ่งในระบบที่มีอยู่มากมาย มันกลับกลายเป็ต้นแบบในการทำความเข้าใจโลกใหม่ที่ปรากฏอยู่ดาษดื่น

ถึงเราจะพยายามศึกษาดาวเคราะห์ต่างๆ ทั่วจักรวาลผ่านการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ แต่เราต้องไม่ลืมบทบาททางวัฒนธรรมที่มีนส่งผลต่อชีวิตของเรา เราไม่ควรมองข้ามทั้งมวลที่พวกมันสื่อถึงในยามเคลื่อนผ่านผืนฟ้าของโลก นับจากสถานะเทพเจ้าจนถึงวิญญาณร้ายที่มีมาแต่โบราณ ดาวเคราะห์ยังคงเป็นจุดแสงพเนจรที่เคลื่อนที่ไปบนท้องฟ้ายามราตรี คอยมอบแรงบันดาลใจอยู่ ณ ขอบฟ้าแสนไกล



๒

ปฐมกาล : ดวงอาทิตย์



นี่คือเนื้อความจากส่วนแรกของพระคัมภีร์ไบเบิล “ในปฐมกาล พระเจ้าทรงสร้างสวรรค์และโลก แผ่นดินก็ว่างเปล่า ความมืดอยู่เหนือ น้ำ และพระวิญญาณของพระเป็นเจ้าปกอยู่เหนือผืนน้ำ พระเจ้าตรัสว่า ‘จงเกิดแสงสว่าง’ ความสว่างก็เกิดขึ้น”

พลังงานจากพระประสงค์ของพระเป็นเจ้าบันดาลแสงสว่างส่อง อาบสรวงสวรรค์และโลกที่ยังอ่อนเยาว์นับตั้งแต่วันแรกของปฐมกาล

แสงสว่างนั้นยังฉายานต่อไปจากยามเย็นจรดยามเช้า เมื่อคราวทะเล ถูกแยกออกจากแผ่นดินแห้ง หยั่วและไม้ผลปรากฏขึ้นบนแผ่นดิน ตั้งแต่ก่อนพระเป็นเจ้าจะทรงสร้างดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาวเอาไว้ ตามตำแหน่งในวันที่สี่เสียอีก

วิทยาศาสตร์ก็อธิบายว่า สรรพสิ่งต่างๆ รวมทั้งจักรวาลถือกำเนิดจากการปลดปล่อยพลังงานครั้งใหญ่ในพื้นที่ว่างเปล่า มีมิติและไร้กาลเวลา นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ปรากฏการณ์ “บิกแบง” เมื่อราว 13,000 ล้านปีที่แล้วได้ส่งแสงสว่างร้อนจัดซึ่งจะแยกตัวออกเป็นสสารและพลังงานในฉับพลัน หลังจากนั้น ช่วงสนามนาที่ที่สิ่งต่างๆ เริ่มเย็นตัวลงก็ส่งอนุภาคอะตอมต่างๆ ให้กระจายออกไปทั่วจักรวาล ในสัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 75 กับฮีเลียมและธาตุอื่นๆ อีกไม่กี่ชนิดรวมกันอีกร้อยละ 25 ขณะที่จักรวาลขยายตัวอย่างบ้าคลั่งออกไปทุกทิศทุกทางและเย็นตัวลงเรื่อยๆ กลับไม่ปรากฏแสงสว่างใดๆ ขึ้นอีกอย่างน้อยพันล้านปี จนกระทั่งเริ่มปรากฏดาวฤกษ์ที่ทอแสงขึ้น

ดาวฤกษ์เกิดใหม่ให้กำเนิดแสงโดยอัดอะตอมไฮโดรเจนที่อยู่ลึกเข้าไปภายในตัวให้หลอมรวมกัน จนเกิดธาตุฮีเลียมและพลังงานที่ถูกปล่อยออกมา พลังงานเหล่านี้จะหนีออกจากดาวฤกษ์ในรูปความร้อน และแสง ทว่าฮีเลียมจะตกค้างอยู่ภายในดาวมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับที่กลายเป็นเชื้อเพลิงสำหรับปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่นเช่นกัน ดาวฤกษ์อายุมากจะหลอมอะตอมฮีเลียมให้เป็นอะตอมคาร์บอน ดาวฤกษ์ในช่วงที่ใกล้จะสิ้นอายุขัยยังให้กำเนิดไฮโดรเจน ออกซิเจน หรือแม้กระทั่งเหล็ก ก่อนจะปิดฉากชีวิตด้วยการระเบิด ส่งธาตุใหม่ที่ก่อตัวขึ้นภายในดาวออกสู่ห้วงอวกาศ ดาวฤกษ์ขนาดใหญ่และสุกสว่างที่สุดจะทิ้งธาตุหนักที่สุดไว้ในจักรวาล รวมทั้งทองคำและยูเรเนียม ดาวฤกษ์จึงเป็นผู้สรรค์สร้าง คอยผลิตวัตถุดิบสารพัดสำหรับการใช้งานในอนาคต

เมื่อดาวฤกษ์เสริมความหลากหลายแก่สรวงสวรรค์ที่พุ่มพักมัน ขึ้นมา สรวงสวรรค์ก็ให้กำเนิดดวงดารารุ่นใหม่ ดาวฤกษ์รุ่นที่สองมี

วัตถุดับเพลิงหลายพอสำหรับสร้างสรรพวิสาร เป็นโลกอันหลากหลาย ที่มีทะเลน้ำเค็มหรือหลุมน้ำพุ พร้อมด้วยเทือกเขา ทะเลทราย และสายแร่ทองคำ

เมื่อราว 5 พันล้านปีที่แล้ว ดาวฤกษ์ซึ่งจะกลายมาเป็นดวงอาทิตย์ของเราถือกำเนิดขึ้นจากมวลเมฆไฮโดรเจนอุณหภูมิต่ำ และฝุ่นดาวเก่า แก่ในย่านที่มีสสารอยู่เบาบางของทางช้างเผือก แรงรบกวนอาทิตย์ขึ้น ซึ่งเกิดจากการยุบตัว จะตอมที่กระจัดกระจายอยู่ดึงดูดซึ่งกันและกัน ก่อนที่จะรวมตัวเป็นกลุ่มก้อนเล็กๆ ซึ่งจะเกาะตัวกันและสะสมมวลอย่างรวดเร็วขึ้นเรื่อยๆ ครั้นกลุ่มเมฆหดตัวอย่างจับปัด อุณหภูมิก็พุ่งสูงขึ้นจนเกิดการหมุนตัว จากเมฆซึ่งเคยเย็นเยือกไร้รูปร่างกลับกลายเป็นก้อนวัตถุทรงกลมร้อนจัดและมีความหนาแน่นสูง เป็น “เนบิวลาแก๊สและฝุ่นก่อนดวงอาทิตย์” (Proto-solar nebula) ซึ่งพร้อมจะพัฒนาเป็นดาวฤกษ์

เนบิวลานั้นค่อยๆ แบนลงจนคล้ายจานซึ่งมีส่วนกลางโป่งออก ที่ใจกลางของจานสสารนี้ ดวงอาทิตย์ก็เริ่มฉายแสงแรก ในช่วงขณะที่ดวงอาทิตย์เริ่มกระบวนการฟิวชั่นไฮโดรเจนของมันในแกนกลางที่มีอุณหภูมิหลายล้านองศา นั่น พลังงานที่มันปล่อยออกสู่ภายนอกก็คอยดันไม่ให้ดาวยุบตัวลงตามแรงดึงดูด อีกหลายล้านปีถัดมา ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบสุริยะก็ก่อตัวขึ้นจากก๊าซและฝุ่นที่หลงเหลืออยู่รอบดวงอาทิตย์ ้วยเยาว์

คัมภีร์ปฐมกาล (Genesis) เล่าว่า พระเจ้าทรงปั้นแผ่นดินให้เป็นรูป และเสกให้มีชีวิต จนกลายเป็นมนุษย์คนแรก ฝุ่นที่พบอยู่ทั่วระบบสุริยะ ทั้งอนุภาคคาร์บอน เซซิลิคอน โมเลกุลของแอมโมเนีย และผลึกน้ำแข็ง ค่อยๆ ผสมกันเข้าเป็น “แพลงตอนิมัล” ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์ขึ้นแรกที่จะพัฒนาไปเป็นดาวเคราะห์

ความแตกต่างระหว่างดาวเคราะห์แต่ละดวงเริ่มปรากฏมาตั้งแต่ช่วงที่พวกมันกำลังก่อตัว เมื่อดาวเคราะห์แต่ละดวงต่างดึงเอาสสารที่มี

อยู่ในส่วนต่างๆ ของเมฆเวลาเข้าหาตน ดาวฤกษ์ก่อตัวขึ้นโดยมีฝุ่นแร่โลหะ เป็นวัตถุดิบหลัก ณ ส่วนที่ร้อนที่สุดซึ่งอยู่ถัดจากดวงอาทิตย์ ขณะที่ดาวศุกร์และโลกกลับพัฒนาขึ้นจากฝุ่นหินและโลหะ ถัดจากดาวอังคารออกไปมีแพลงตอนิมัลหินน้ำพุร้อนขึ้นจากคาร์บอนที่มีอยู่มากมาย ทว่าไม่สามารถจับตัวกันเป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ได้ เราเรียกพวกมันว่าดาวเคราะห์น้อย โลกที่สร้างไม่เสร็จสมบูรณ์เหล่านี้อย่างคงเคลื่อนที่ไปตามแถบวงระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี ซึ่งเรียกว่าแถบดาวเคราะห์น้อย ทั้งยังทำหน้าที่เป็นเส้นแบ่งสำคัญระหว่างระบบสุริยะชั้นในใกล้ดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นถิ่นของดาวเคราะห์หินกับระบบสุริยะชั้นนอกที่ดาวเคราะห์ก๊าซขนาดใหญ่เย็นเยือกเติบโตขึ้น

แพลงตอนิมัลที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากๆ ในย่านที่มีอุณหภูมิต่ำ ต่างผนวกเอาน้ำแข็งและสารประกอบไฮโดรเจนเข้ามา แพลงตอนิมัลชิ้นแรกที่มีขนาดใหญ่พอจะตั้งเอกาก๊าซไฮโดรเจนปริมาณมหาศาลก็ขยายตัวเป็นดาวพฤหัสบดี ดาวเคราะห์ยักษ์ดวงนี้มีมวลมากกว่าสองเท่าของดาวเคราะห์อื่นๆ ทั้งหมดรวมกันเสียอีก ดาวเสาร์ก็มิขนาดใหญ่อีกด้วยก๊าซเช่นกัน แพลงตอนิมัลซึ่งอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ออกไปในบริเวณที่มีฝุ่นเย็นจัดอยู่ไม่มากนัก ต้องใช้เวลาพัฒนานานเป็นพิเศษกว่าดาวยูเรนัสและเนปจูนจะสะสมตัวจนมีมวลมากพอจะยึดไฮโดรเจนเอาไว้ ก๊าซจำนวนมากก็หนีหายไปแล้ว ส่วนบริเวณที่อยู่ใกล้ออกไปอีกกลับเหลือเพียงเศษหินและน้ำแข็งให้หลอมรวมเป็นดาวพฤหัสบดี

ขณะที่ดาวเคราะห์กำลังก่อตัว ยังปรากฏหายนะพาดผ่านระบบสุริยะที่ยังอ่อนเยาว์ราวกับเทวดาที่ต้องการล้างแค้น โลกใบใหญ่นี้ต่างปะทะกัน ก่อนน้ำแข็งพุ่งเข้าชนโลกก่อนจะปลดปล่อยน้ำปริมาณมหาศาล ก้อนหินกลายเป็นลูกไฟทำลายล้าง เมื่อประมาณ 4,500 ล้านปีที่แล้ว มีวัตถุขนาดเท่าดาวอังคาร (ขนาดราวครึ่งหนึ่งของโลก) เคลื่อนเข้าปะทะโลก แรงปะทะและแรงระเบิดในคราวนั้นส่งผลเศษซากหลอมละลายออกสู่อวกาศใกล้โลก เศษซากพวกนั้นกลายสภาพเป็น

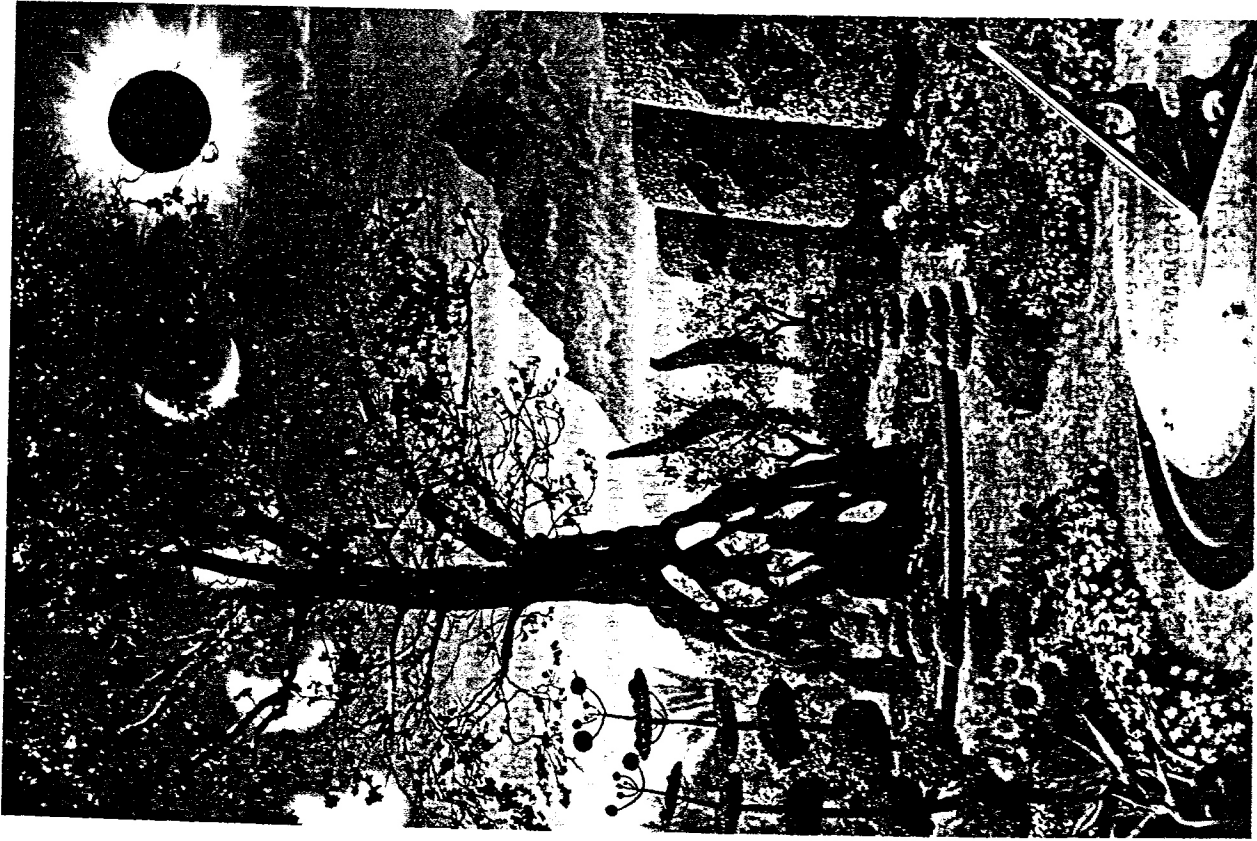
งานสสารที่โคจรรอบโลกก่อนจะเย็นตัวและหลอมรวมเข้าเป็นดวงจันทร์ราว 4,000 ล้านปีที่แล้ว ความรุนแรงในยุคที่ระบบสุริยะก่อร่างสร้างตัวยุติลงด้วยบทโคลแลมที่เรียกว่า “การปะทะอย่างหนักหน่วงในช่วงปลาย” นี่คือช่วงที่พลเนบิวลาจำนวนมากซึ่งยังคงร้อนระอุต่างพุ่งเข้าปะทะดาวเคราะห์ซึ่งคอยผนวกมันเข้าเป็นส่วนหนึ่งของตนเอง ขณะที่วัตถุเล็กๆ อีกมากมายถูกแรงโน้มถ่วงของดาวเคราะห์ยักษ์ขับออกไปยังดินแดนนอດ (Land of Nod) (ดินแดนแห่งความลับใบโพธิ์ - ผู้แปล) อันห่างไกล ณ ขอบนอกของระบบสุริยะ

ดวงอาทิตย์วัยกระเตาะที่เคยสดแสงจ้าๆ อาบปรงดาวเคราะห์กลับค่อยๆ ทวีความร้อนและสุกสว่างขึ้น ในช่วง 2,000 ล้านปีแรกที่มีน้สังสมฮีเลียมเอาไว้ที่แกน ทุกวันนี้ดวงอาทิตย์ที่อยู่ในวัยกลางคนยังคงสุกสว่างขึ้นเรื่อยๆ ทุกวินาทีมันจะเปลี่ยนไฮโดรเจนปริมาณ 700 ล้านตันเป็นฮีเลียม ถึงจะใช้ไฮโดรเจนไปมากมายขนาดนี้ ทว่าไฮโดรเจนจำนวนมหาศาลที่มันสะสมไว้ก็เพียงพอจะหล่อเลี้ยงดวงอาทิตย์ให้ทอแสงต่อไปอีกไม่น้อยกว่า 3,000 ถึง 5,000 ล้านปี แต่เมื่อถึงวันที่ดวงอาทิตย์จำเป็นต้องเปลี่ยนไปหลอมอะตอมของฮีเลียม ดาวฤกษ์ของเราจะร้อนจัดจนแผดเผามหาสมุทรบนโลกและกวาดล้างชีวิตที่ก่อกำเนิดจากห้วงมหาสมุทร อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นนับสิบเท่าในการเผาฮีเลียมจะทำให้ดวงอาทิตย์ร้อนจัดจนเปลี่ยนเป็นสีแดง และพองตัวกลืนดาวพุธ ศุกร์ และหลอมพื้นผิวของโลกจนละลาย อีก 100 ล้านปีให้หลังดวงอาทิตย์จะหลอมฮีเลียมทั้งหมดจนกลายเป็นขี้เถ้าคาร์บอน ก่อนจะสลัดเอาผิวชั้นนอกและส่งมันออกไปไกลพ้นวงโคจรของพลูโต ถึงจุดนี้ดาวฤกษ์ขนาดใหญ่ว่าอย่างเผาผลาญคาร์บอนต่อไปได้ แต่ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นเพียงดาวฤกษ์ขนาดค่อนข้างเล็กตามมาตรฐานจักรวาลกลับไม่อาจทำเช่นนั้น มันจะยังคงเหมือนแถ่ถ่าน ทอแสงจ้าๆ ออกมาตามวิถีดาวที่เคยโชติช่วง กระนั้นกว่าเหตุการณ์อันน่าสลดนี้จะมาถึง เหล่าลูกหลานของอดัมและโนอาห์ก็ยังมีเวลาเหลือเพื่อเพื่อออกค้นหาบ้านหลังใหม่

ดวงอาทิตย์อันโชติช่วงในสมัยของเรา เป็นผู้ที่ผู้ให้นิยามดาวเคราะห์และแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุด มีมวลมากถึงร้อยละ 99.9 ของระบบสุริยะ ส่วนประกอบอื่นๆ นอกจากดวงอาทิตย์ ไม่ว่าจะเป็นดาวเคราะห์ พร้อมด้วยดวงจันทร์และวงแหวนของพวกมัน รวมทั้งอุกกาบาตและดาวหางทั้งหมดรวมกันกลับมีมวลเพียงร้อยละ 0.1 ของระบบสุริยะ ความแตกต่างระหว่างดวงอาทิตย์และหมู่มีตรของมันเป็นคุณสมบัติของระบบสุริยะจักรวาล เนื่องจากกฎสากลของแรงโน้มถ่วงกำหนดให้สิ่งที่ใหญ่กว่ามีอำนาจครอบงำสิ่งที่เล็กกว่า แรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์ทำให้ดาวเคราะห์อยู่ในวงโคจร และคอยกำหนดความเร็วของพวกมัน ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์จะโคจรเร็วกว่า ขณะเดียวกันดวงอาทิตย์ก็อยู่ได้บงการของบรรดาดาวฤกษ์ที่กระจุยกระจายอยู่ ณ ใจกลางของดาราจักรทางช้างเผือก ทุก 230 ล้านปี ดวงอาทิตย์จะโคจรรอบทางช้างเผือกครบหนึ่งรอบโดยมีดาวเคราะห์ติดสอยห้อยตามไปด้วย

นอกจากดาวเคราะห์แล้วดวงจะได้รับอิทธิพลแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์มาน้อยต่างกันไปตามระยะห่างแล้ว พวกมันยังได้รับแสงสว่างและความร้อนจากดวงอาทิตย์ลดหลั่นกันไปด้วย พลังงานจากดวงอาทิตย์ค่อยๆ แผ่ลงตามรัศมีที่มีมันแผ่ออกสู่อวกาศ ดังนั้น ขณะที่ดาวพุธร้อนระอุด้วยอุณหภูมิ 500 องศา คิวเรนัส เนปจูน และพลูโตกลับอยู่ในภาวะเยือกแข็ง มีเพียงยานที่มีอุณหภูมิเหมาะสมต่อระบบสุริยะชั้นกลาง หรือที่เรียกว่า “ยานที่มีชีวิตอยู่ได้” เท่านั้นที่มีสภาพเหมาะสมแก่การพุ่มพัก “ผู้วางไฟและสรรพสัตว์ที่เคลื่อนไหวได้นานาชนิดได้ผิวน้ำนกสารพัดชนิด และ...ปศุสัตว์ สิ่งเลื่อยคลาน และเครื่องจักรของโลก...”

ดาวเคราะห์แสนอุดมแสงอาทิตย์ด้วยการสะท้อนรังสีกลับออกไป พวกมันแผ่แสงอวดแสงนั้นราวกับว่าเป็นแสงที่เปล่งออกมาเอง ทั้งที่จริงดวงอาทิตย์คือแหล่งกำเนิดแสงสว่างเพียงหนึ่งเดียวในระบบสุริยะวัตถุอื่นๆ ส่วนสุกสว่างขึ้นมาจากกาการสะท้อนแสงอาทิตย์ทั้งสิ้น แม้แต่แสงสีเงินของจันทร์เพ็ญที่ส่องสาดโลกยามราตรีก็มีที่มาจากแสง



ดาวเคราะห์กำลังก่อตัวเป็นรูปเป็นร่างอยู่ในหมอกไม่ภายใน "สวนแห่งอีเดน" ทางดาราศาสตร์แห่งนี้ หน้าปัดของนาฬิกาแดดคือผิวหน้าดวงอาทิตย์ของเรา มีจุดมืดและรายละเอียดอื่นๆ ครบถ้วน บนท้องฟ้าจะเห็นลำดับขั้นตอนของสุริยุปราคาบางส่วน และสุริยุปราคาเต็มดวงปรากฏอยู่หลังกิ่งก้านของต้นไม้แห่งชีวิต

อาทิตย์ที่สะท้อนพื้นดินสีน้ำตาลของดวงจันทร์ หากเราอยู่บนดวงจันทร์ เราจะเห็นโลกส่องแสงสว่างงดงามไม่แพ้กันด้วยวิธีการเดียวกันนี้

ดาวศุกร์นั้นอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากทั้งยังอยู่ใกล้กับโลกที่สุด เราจึงเห็นมันสะท้อนแสงสุกสว่างยิ่งกว่าดาวเคราะห์ดวงอื่น แม้ดาวพฤหัสบดีจะมีขนาดใหญ่กว่ามาก แต่ก็อยู่ห่างออกไปหลายล้านไมล์จนดูติดจางบนท้องฟ้ายามราตรี ดาวเรนัสและเนปจูนที่อยู่ไกลออกไปอีกได้รับแสงและสะท้อนแสงกลับมาน้อยมากจนยากที่เราจะสังเกตเห็นเนปจูนอยู่เร็นัสด้วยตาเปล่า (เป็นเพียงจุดแสงจางๆ) และไม่มีทางมองเห็นเนปจูนได้เลย

ดาวพฤหัสบดีนั้นอยู่ใกล้เกินกว่าจะสังเกตเห็นได้โดยไม่พึ่งกล้องโทรทรรศน์ ทว่าบางคราววัตถุอื่นๆ จากชายขอบของระบบสุริยะก็กลับสุกสว่างจนมองเห็นได้โดยฉับพลัน การปะทะอาเจณัลกับชั้นบรรยากาศซึ่งประกอบขึ้นจากหินและน้ำแข็งที่อยู่ไกลไม่แพ้ดาวพฤหัสบดีเข้าหาดวงอาทิตย์ และเปลี่ยนวัตถุมืดมัวเหล่านี้เป็นดาวหางงาม คราต้องความอบอุ่นจากดวงอาทิตย์ ส่วนที่เคยเยือกแข็งจะได้รับความร้อนระเหิดเป็นหางก๊าซและฝุ่นน้ำแข็งซึ่งสุกสว่างเพราะสะท้อนแสงอาทิตย์ ภาพที่เราทำรตอนนี้จะยุติลงเมื่อดาวหางโคจรเข้ามาดวงอาทิตย์ และวกกลับสู่ระบบสุริยะชั้นนอก²

การปรากฏตัวของดาวหางที่ถูกตีความว่าเป็นลางบอกเหตุและสร้างความพิศวงมาช้านาน ช่วยปกป้องเขตอิทธิพลที่แท้จริงของดวงอาทิตย์ นักดาราศาสตร์ผู้สังเกตดวงโคจรส่วนที่มองเห็นของดาวหางแล้วคำนวณหางโคจรส่วนที่เหลือพบว่า ดาวหางจำนวนมากมาจากย่านที่อยู่ถัดจากดาวพฤหัสบดี จากแหล่งดาวหางแห่งที่สองที่อยู่ห่างออกไป

² ดาวหางทั้งผู้ไม่ทราบจะไปทั่วอวกาศ ครั้นโลกเคลื่อนผ่าน อนาคตของผู้ดาวหางจะร่วงผ่านชั้นบรรยากาศและลุกไหม้ ปรากฏเป็น "ดาวตก" อันโดดเด่น หรือมาเป็นกลุ่มแบบฝนดาวตก

หลายร้อยเท่า แม้จะอยู่ห่างไกลเกินกว่าจะจินตนาการ วัตถุเหล่านี้ยังคงอยู่ได้อิทธิพลแรงโน้มถ่วงและได้รับแสงจาก ดาวดวงอาทิตย์

แสงอาทิตย์ที่พุ่งผ่านอวกาศด้วยความเร็วถึง 186,000 ไมล์ต่อวินาที ต้องใช้เวลายาวนานกว่าจะเคลื่อนผ่านจากภายในที่หนาแน่นของดวงอาทิตย์ ใกล้กับแกนดวงอาทิตย์นั้นมีสสารที่อัดแน่นคอยดูดซับและสกัดกั้นแสงที่พยายามหลบหนีออกไป ทำให้แสงเดินทางได้เพียงปีละไม่กี่ไมล์ ด้วยเหตุนี้แสงอาจใช้เวลานับล้านปีจึงจะเดินทางถึงคอนเวกทีฟโซน หรือย่านพาความร้อนของดวงอาทิตย์ ก่อนจะพุ่งออกมาที่พวยก๊าซอันปั่นป่วน เมื่อก๊าซเหล่านี้ปลดปล่อยแสงสว่างแล้ว มันจะจุมกลับลงสู่เบื้องล่างก่อนจะโผล่ขึ้นมาพร้อมกับแสงระลอกใหม่

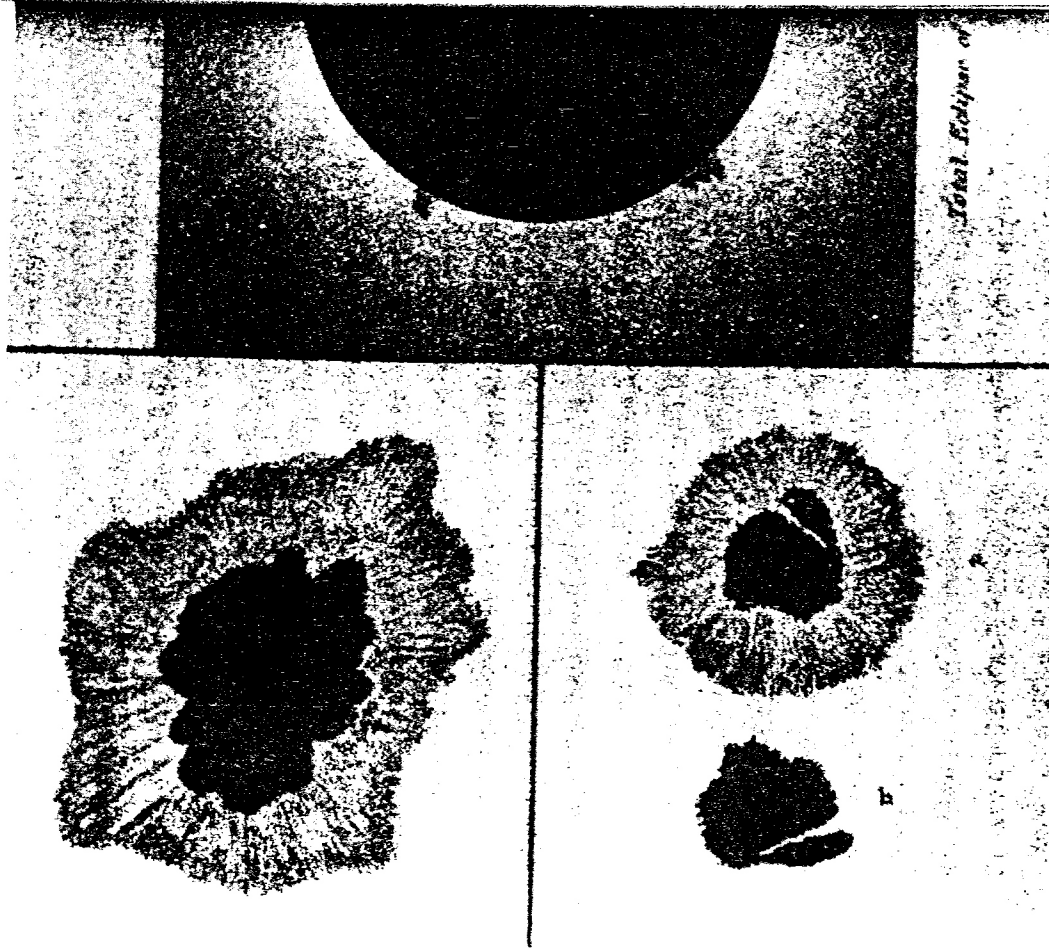
ชั้นโฟโตสเฟียร์ หรือส่วนผิวหน้าที่เปล่งแสงของดวงอาทิตย์ซึ่งเราสามารถมองเห็น พลุพล่านราวกับได้รับพลังงานมหาศาลที่ถูกปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่อง พวยก๊าซที่แตกออกพร้อมกับแสงทำให้โฟโตสเฟียร์ดูคล้ายกับเมฆกรวดทรายแทรกด้วยจุดมืดสีดำเป็นคู่ๆ จุดพวกนี้มีใจกลางสีดำ ส่วนบริเวณรอบๆ เป็นสีเทาหมองคล้ำเงามัว จุดมืดของดวงอาทิตย์บ่งบอกบริเวณที่มีพลังแม่เหล็กรุนแรง ส่วนที่มีมันมีจุดหมึกค่อนข้างดำที่ราว 4000 องศาเซลเซียส เทียบกับพื้นที่ข้างเคียงซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 6000 องศาเซลเซียส³ กิจกรรมแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์จะเพิ่มและลดลงเป็นวัฏจักรซึ่งกินเวลา 11 ปี จุดมืดจะขยายตัวเชื่อมต่อกัน เปลี่ยนรูปร่าง และทวีปริมาณขึ้นตามสถิติที่เคยบันทึกไว้ ปริมาณและการกระจายตัวของมันจะเปลี่ยนแปลงไปตลอด จากสภาพไร้อุณหภูมิ (Solar Minimum) หรือมีจุดมืดเพียงไม่กี่จุดในเขตละติจูดสูง สู่สภาพมีจุด

³ องศาเซลเซียส หรือองศา K มีค่าเท่ากับองศาเซลเซียส (หรือองศาเคลวิน) และมีค่าเกือบสองเท่าขององศาฟาเรนไฮต์ ทว่าองศาเคลวินมีจุดเริ่มต้นต่ำกว่าศูนย์องศาเคลวิน หรือ “ศูนย์องศาสัมบูรณ์” (เทียบเท่า -273 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นจุดที่การเคลื่อนที่ทั้งมวลหยุดชะงัก องศาเซลวินปราศจากเขตแดนสูงสุด จึงเหมาะสำหรับสื่ออุณหภูมิมีดาวฤกษ์

มีตจํานวนมาก (Solar Maximum) ในอีก 5-6 ปีให้หลัง ซึ่งจะปรากฏจุดมืดนับร้อยๆ กระจุ๊กกันอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร แม้จุดมืดดูเหมือนจะมีระยะมาชุมนุมกันและเปลี่ยนตำแหน่งไปราวกับเมฆที่เคลื่อนไปรอบชั้นโฟโตสเฟียร์ แต่ความจริงเราเห็นจุดมืดเคลื่อนที่เพราะดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเองต่างหาก

ดวงอาทิตย์ซึ่งหมุนมาตั้งแต่สมัยที่ยังมีแกนกำเนิดจะหมุนรอบแกนครบหนึ่งรอบภายในเวลาประมาณ 1 เดือน เนื่องจากมันเป็นลูกก๊าซขนาดมหึมา ดวงอาทิตย์จึงมีการหมุนรอบตัวเองที่ซับซ้อน เมื่อมวลแต่ละระดับจะหมุนด้วยความเร็วแตกต่างกัน โดยแกนและบริเวณรอบๆ ที่อยู่ใกล้แกนของแข็งจะหมุนในอัตราหนึ่ง ส่วนที่อยู่ถัดออกมาจะหมุนเร็วกว่า ส่วนชั้นโฟโตสเฟียร์ซึ่งเรามองเห็นยังมีอัตราหมุนรอบตัวแตกต่างกันไปอีก โดยแถบศูนย์สูตรจะหมุนเร็วกว่าบริเวณใกล้ขั้ว การหมุนอันซับซ้อนและการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่สอดคล้องกันภายในดวงตะวันส่งผลสะท้อนไปทั่วระบบสุริยะ

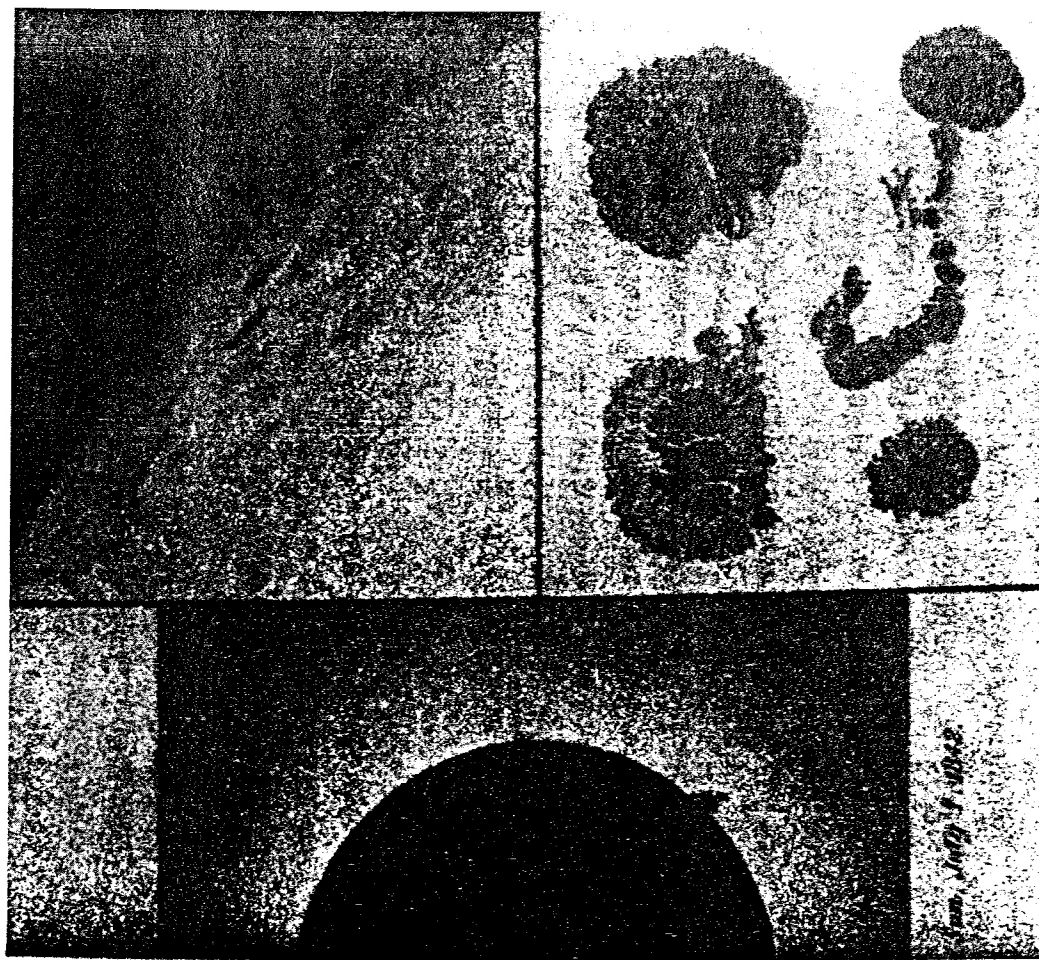
“ลมสุริยะ” (เทียบได้กับ “ลมของพระเป็นเจ้า”) หรืออนุภาคที่ถูกเร่งออกมาจากดวงอาทิตย์อันปั่นป่วนนั้นพัดกระหน่ำดาวเคราะห์อย่างสม่ำเสมอ หากปราศจากสนามแม่เหล็กโลกเป็นเกราะคุ้มภัย คอยหันเหลมสุริยะส่วนใหญ่ที่พัดเข้าปะทะโลกเสียแล้ว พวกเราคงไม่รอดจากลมมรณะนี้แน่ บ้างครั้งโดยเฉพาะช่วงที่ปรากฏจุดมืดจำนวนมาก อาจมีลมสุริยะพัดกระหน่ำต่อเนื่องเพราะถูกกระตุ้นด้วยการระเบิดขนาดมหึมาพลังสูงจากเปลวเพลิงสุริยะบนพื้นผิวดวงอาทิตย์ หรือพองก๊าซขนาดยักษ์ที่ดวงอาทิตย์ปล่อยออกมา พายุสุริยะกำลังแรงจะส่งผลต่อระบบดาวเทียมโทรคมนาคม และทำให้ระบบส่งพลังงานเสียหายจนเกิดไฟฟ้าดับได้ ส่วนอนุภาคจากลมสุริยะที่ไม่รุนแรงนักจะไหลลงสู่บรรยากาศชั้นบนใกล้ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ของโลก จนเกิดอนุภาคไฟฟ้าที่ถูกเร่งจนเห็นเป็นมันวามแสงสีฟ้าลอยอยู่บนท้องฟ้า อย่างที่เรียกว่าแสงเหนือและแสงใต้หรือออโรรา กระแสลมสุริยะยังทำให้เกิดออโรราหลายสิบบน



เซอร์จอห์น เฮอร์เชล (1792-1871) สรุปลงการศึกษาดวงอาทิตย์ของเขาออกมา
เป็นภาพวาดชุดนี้ ภาพตรงมุมขวบนแสดงจุดมืดของดวงอาทิตย์ใกล้กับขอบ
ของชั้นโฟโตสเฟียร์ ภาพเล็กอีก 3 กรอบแสดงรายละเอียดและโครงสร้างของ

[34]

คุณากร วาณิชวิทย์กุล แพด



จุดดับแต่ละกลุ่ม ภาพตรงกลางแสดงโคโรนาของดวงอาทิตย์ ซึ่งโดยปกติจะมอง
ไม่เห็น พร้อมทั้งโพรมินนซ์สามกลุ่มที่เขาสังเกตเห็นขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง
เมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 1842

[35]

เกาะ: นพพลเขต 18: วัณโรคของดวงตา

ดาวเคราะห์ดวงอื่นด้วย มันจะผ่านเลยดาวพฤหัสบดีออกไปสู่เฮลิโอสเฟสหรือบริเวณลึกลับสุดเขตอิทธิพลดวงอาทิตย์

หากสังเกตจากโลก เราจะเห็นดวงอาทิตย์เป็นดวงกลมสีแดงแรงกล้าอยู่บนฟ้า มันสุกสว่างกว่าที่เราไม่ได้ใหญ่โตไปกว่าดวงจันทร์เต็มดวงเลย คัมภีร์ปฐมกาลเรียกดวงอาทิตย์และดวงจันทร์รวมกันอย่างเหมาะสมว่าเป็นคู่ “แสงสุกสว่างทั้งสอง” เพราะถึงดวงอาทิตย์จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางนับล้านไมล์หรือยาวเป็นสิริร้อยเท่าของดวงจันทร์ แต่ดวงจันทร์ก็อยู่ใกล้กับโลกยิ่งกว่าดวงอาทิตย์สิริร้อยเท่า ขนาดและระยะห่างที่สัมพันธ์กันอย่างเหลือเชื่อนี้ทำให้ดวงจันทร์บดบังดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของโลกได้พอดี

โดยเฉลี่ยทุกสองปี จะมีปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวงหนึ่งครั้ง ที่สังเกตได้จากพื้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของโลก บางครั้งมันก็สังเกตได้ในพื้นที่เข้าถึงยาก ผู้คนในแถบนั้นจะได้เห็นดวงตะวันเผล่ออกมาแล้วหายลับไปถึงสองครั้งในวันเดียวกัน ดวงดาวจะมาปรากฏให้เห็นในยามที่ดวงอาทิตย์ยังอยู่เหนือหัวเรา อุณหภูมิอาจลดลงทันทีราว 10 หรือ 15 องศา แม้แต่คนที่ผ่านโลกมามากยังต้องงมกับภาวะแปลกประหลาด ที่ขนาดนกหรือสัตว์ต่างๆ ยังรับรู้และหลบหลีกนี้ความมืดมิดยามกลางวันนี้เข้าจริง

เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเองตลอดเวลา และดวงจันทร์ก็โคจรไปรอบโลกโดยไม่มีการหยุด สุริยุปราคาเต็มดวงแต่ละครั้งจึงกินเวลาไม่เกิน 7 นาที ทว่าสิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างปรากฏการณ์สั้นๆ นี้ก็น่าอัศจรรย์พอจะจุใจคณะสำรวจทางวิทยาศาสตร์และผู้สนใจตั้งอากเคยเห็นสุริยุปราคามาก่อนแล้ว ให้เดินทางครึ่งโลกไปรอชม

ขณะที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง ดวงจันทร์จะปรากฏเป็นดวงกลมสีดำสนิทเคลื่อนเข้าบังดวงตะวันที่สุดสว่างจนมืด ท้องฟ้าเปลี่ยนเป็นสีครามเหมือนยามดวงอาทิตย์เริ่มสาดแสงแรกของวัน กลายเป็นดวงอาทิตย์ทรงกลดซึ่งไม่ปรากฏให้เห็นบ่อยนัก ลัก้าก็สี่เงินและไข่มุกของ

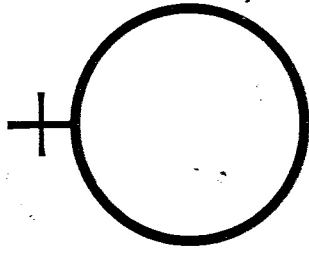
ลำแสงซึ่งดูราวกับรัศมีที่ขาดแหงจะมาปรากฏรอบดวงอาทิตย์ที่ถูกบดบังแถบอนุภาคไฮโดรเจนสีแดงที่ถูกแรงต่างพลังอยู่ในแสงที่พุ่งออกมาจากด้านหลังดวงจันทร์ดำมืด ฉากอันน่าทึ่งที่หาได้ยากเย็นนี้สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อันที่จริงสุริยุปราคาเต็มดวงคือโอกาสเดียวที่มนุษย์จะเฝ้ามองดวงสุริยาผู้ทรงพลังงานได้โดยไม่ต้องกลัวตาบอด

ตัวขณะต่อมา เงาของดวงจันทร์ก็เคลื่อนจากไป ธรรมชาติกลับคืนสู่สภาพได้บงการแสงจากดวงอาทิตย์อีกครั้ง ทว่าภาพสุริยุปราคายังคงฝังแน่นในความทรงจำของผู้ที่ได้เห็นเจกเช่นการเป็นประจักษ์พยานของภาพปฏิหารย์ การที่ดาวเคราะห์เพียงดวงเดียวในระบบสุริยะซึ่งผู้มนุษย์มีชีวิต เฝ้ามองมีดวงจันทร์บริวารขนาดพอเหมาะอยู่หนึ่งดวง พอจะสร้างสุริยุปราคาที่น่าตื่นตาตื่นใจได้นี่เป็นเพียงเรื่องบังเอิญ หรือภาพตะวันดับอันตระการตาจะเป็นผลพวงจากการสร้างสรรคของพระเป็นเจ้า

กันหนอ



ภูมิศาสตร์ : โลก



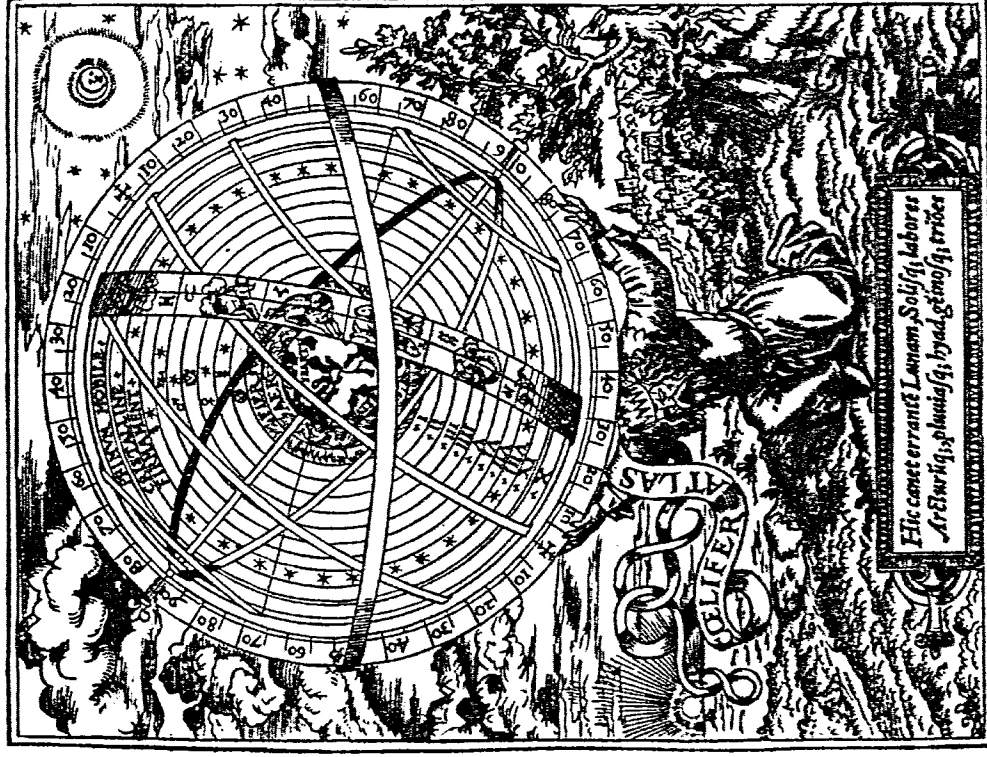
การวาดแผนที่โลกต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับจักรวาล นี่คือจุดที่นักดาราศาสตร์ฟิสิกส์ได้เริ่มต้นโครงการทางภูมิศาสตร์ของเขาเมื่อสมัยศตวรรษที่ 2 หลังจากเสร็จสิ้นการประพันธ์ผลงานด้านดาราศาสตร์อันเลื่องชื่อ อัลมาเกสต์ในปี ค.ศ. 150 พโตเลมีก็นำไปพิมพ์และเปิดตัวแห่งสถานที่ 8,000 แห่งที่เขาจัดกลุ่มบนพิภพที่ถูกต้องของโลก โดยชิ้นแรกเขาจำเป็นต้องเข้าใจทั้งฟ้าดีพอจะอาศัยตะวันและมวลดาราคอยที่ตำแหน่ง

สถานที่ต่างๆ บนโลกเสียก่อน พโตเลมีทราบว่าหากไร้ซึ่งดาราศาสตร์ ภูมิศาสตร์ก็เกิดขึ้นไม่ได้

อันที่จริง พโตเลมีหวังจะได้ไปยืนอยู่ ณ เมืองสำคัญในแดนไกล เพื่อสังเกตว่าในช่วงบ่ายของแต่ละวันเงาของเขาส่งทอดไปในทางใด ดาวกลุ่มไหนจะปรากฏบนฟ้าในแต่ละฤดู ตามไปดูว่าดาวเคราะห์เคลื่อนอยู่เหนือศีรษะ หรือเคลื่อนข้ามขอบฟ้าบางส่วนเท่านั้น แม้ดวงจันทร์ทรงกลมจะนำดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ และดาวฤกษ์นับพันๆ ให้เคลื่อนมาปรากฏต่อสายตา ทว่าพโตเลมียังไม่เคยเห็นสุทธขอบโลก

พโตเลมีนั่งประจำโต๊ะแผนที่ของเขาในนครอเล็กซานเดรีย ค้นคว้าสวาระเกี่ยวกับโลกผ่านผลงานของนักทำแผนที่ยุคก่อน (ซึ่งมักสะเพร่าเสมอ) และรายงานของนักเดินทางที่ไม่ค่อยน่าเชื่อถือ จึงเข้าใจเพียงแค่ว่าทหารโรมันบันทึกไว้ว่า จากลิเบียถึงประเทศที่ “มีแรดชุมนุมกัน” นั่นต้องใช้เวลาเดินทาง 3 ถึง 4 เดือน โดยไม่ได้รับระบุจำนวนวันที่แะพักระหว่างทาง หรือแม้แต่ทิศทางที่แน่ชัดด้วยซ้ำ

ในผลงานชื่อ *Geographia* ซึ่งเป็นหนังสือบอกวิธีการทำแผนที่ พโตเลมีบ่นเสียดยาวเอาไว้ว่า ถ้าผู้มีโอกาสเดินทางใส่ใจกับจุดสังเกตทางดาราศาสตร์ อาทิ จันทรุปราคาซึ่งเขากล่าวว่าอาจเกิดขึ้นทุก 6 เดือน ให้มากกว่านี้สักหน่อย เขาก็จะสามารถอาศัยจันทรุปราคาบอกตำแหน่งสถานที่ทางตะวันตกและตะวันออกของสถานที่ต่างๆ ทั้งหมดได้ในคราวเดียว นับเป็นเรื่องน่าเสียดยาวอย่างพิสดารว่า เพราะนับตั้งแต่เกิดจันทรุปราคาในวันที่ 20 กันยายน เมื่อ 331 ปีก่อนคริสตกาล ปีเดียวกับการที่อเล็กซานเดอร์มหาราชเผชิญหน้ากับกษัตริย์ดิริอุสแห่งจักรวรรดิเปอร์เซียในสนามรบ ข้อมูลอันจะเป็นคุณูปการใหญ่หลวงต่อการทำแผนที่กลับไม่เคยถูกนำมาใช้เลยตลอด 500 ปี นักดูความมองเห็นคราสที่ชัดเจนคราวนั้นปรากฏเหนือนครคาร์เทจตอนสองทุ่ม และปรากฏเหนือนครอาร์เบลลาของชาวอัสซีเรียที่อยู่ไกลออกไปทางตะวันออกตอนห้าทุ่ม พโตเลมีใช้ข้อมูลนี้คำนวณหา จันไดผลัฟร์ (ออกมากถูกต้อง) ว่าสถาน



จักรวาลตามทฤษฎีของพโตเลมีแห่งยุคศตวรรษที่ 2 มีโลกตั้งอยู่กลาง ทรงกลมดวงจันทร์ล้อมรอบด้วยดาวเคราะห์เนเจอร์และดาวฤกษ์ซึ่งอยู่ติดที่

ที่ทั้งสองห่างกัน 45 องศาองจุจุ¹⁰

ฟิโตเลมมีวัดค่าลของจิตของสถานที่ตั้งอยู่เหนือและใต้เส้นศูนย์สูตร ด้วยการนับจำนวนดาวฤกษ์ซึ่งมาปรากฏและตกกลับฟ้าเหนือบริเวณต่างๆ ในรอบปี นับจำนวนดาวที่ไม่ขึ้นหรือตกแต่ปรากฏอยู่บนฟ้าตลอดคืน รวมถึงดาวที่ไม่เคยมาปรากฏให้เห็นในแถบนั้น ตัวอย่างเช่น คนบนเกาะซูลู (หมู่เกาะเซตแลนด์) ซึ่งอยู่ที่ละติจูด 63 องศาเหนือและมีวันที่กลางวันยาวที่สุดถึง 20 ชั่วโมงเต็ม จะไม่เห็นดาวซีริอัส (กะพรวนสุนัข) ซึ่งเป็นสัญญาณบอกฤดูหนาวโลกในฮิโยปต์ มาปรากฏบนท้องฟ้ากลางฤดูร้อน

ฟิโตเลมมีสันนิษฐานว่าโลกมีเส้นรอบวง 18,000 ไมล์ อีราทอสเทนิสปราชญ์ยุคก่อนหน้าเขาเคยเปรียบเทียบความยาวของเงาที่มีองรัจมีแม่น้ำไนล์สองเมืองในวันครีษมายัน (วันที่กลางวันและกลางคืนยาวเท่ากันในช่วงฤดูร้อน) จนคำนวณหาเส้นรอบวงของโลกเอาไว้ได้ใกล้เคียงกว่าที่ 25,000 ไมล์ มาตั้งแต่ปี 240 ก่อนคริสตกาล แต่ฟิโตเลมมีกลับเชื่อถือนผลงานที่ไพโซเดเนียส เที่ยนขึ้นในราว 100 ปีก่อนคริสตกาลและคำนวณขนาดของโลกเล็กเกินจริง

Geographia ของฟิโตเลมมีให้ข้อเสนอแนะทั้งเรื่องการทำให้โลกทรงกลม (ลูกโลก) และแผนที่โลกแนวระนาบ กระนั้นสิ่งที่ฟิโตเลมมีเรียกว่า “โลกที่รู้จัก” หรือ “โลกที่มนุษย์อาศัยอยู่ได้” หรือ “โลกในยุคของเรา” กลับครอบคลุมน้อยที่เพียงหนึ่งในสี่ของโลก โลกที่รู้จักเริ่มจากหมู่เกาะเบเลสตันออกฝั่งด้านตะวันตกสุดของแอฟริกา แผลออกไปทางตะวันออกถึง “อินเดียส่วนที่อยู่เลยแม่น้ำคงคาออกไป” จนถึง “เซรา” อันเป็นปลายทางของเส้นทางสายไหม พร้อมแผนที่เสนอได้ของโลกที่รู้จักเริ่ม

¹⁰ เนื่องจากดูเหมือนดวงอาทิตย์จะเคลื่อนไปรอบโลกเป็นวงกลม 360 องศา ทุก 24 ชั่วโมง ฟิโตเลมมีจึงคำนวณหาระยะห่างของจุดต่างๆ ที่มีเวลาแตกต่างกันหนึ่งวันโดยให้ 360 เป็นตัวตั้ง หารด้วย 24 ได้ผลออกมาเท่ากับ 15 องศาองจุจุ

จาก “ดินแดนของพวกสกายเทียนผู้ลึกลับ” ใกล้ทะเลบอลติก เรื่อยลงมาถึงจุดที่แม่น้ำไวต์ไนล์กับบลูไนล์ไหลมาบรรจบกัน พอพ้นจากบริเวณที่คุ้นเคยนี้ไป แผนที่ฟิโตเลมมีก็แสดงภาพแอฟริกาส่วนที่อยู่ในเส้นศูนย์สูตรเป็นดินแดนกว้างไร้รายละเอียด ที่แผ่กว้างลงไปเรื่อยๆ ยังแถบเส้นทรอปิกออฟแคปริคอร์น จนถึงบริเวณอันคลุมเครือของประเทศที่ยังไม่มีใครค้นพบ จากนั้นจึงแผ่เลยขอบด้านใต้ของแผนที่ ไปตามแนวชายฝั่งแอฟริกาตะวันออก ก่อนจะวกขึ้นมาทางเหนือ เพื่อบรรจบกับจีนและชายฝั่งด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดีย โลกของฟิโตเลมมีแผ่นดินโอบล้อมด้วยและทะเลต่างๆ ล้วนตกอยู่ในวงล้อมจักรวรรดิและอาณาจักรน้อยใหญ่ เนื่องจากผู้บันทึกแหล่งข้อมูลที่เขาใช้ไม่เคยเดินทางไปไกลพอจะทราบขนาดที่แท้จริงของผืนน้ำ

ใน Geographia ฟิโตเลมมีกล่าวว่า “เราอาจยังไม่ปรับปรุงในหลายสาขาวิชา ไม่ว่าจะเป็นเพราะขอบเขตวิชาอันกว้างใหญ่ หรือเพราะมันเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่เวลลจะช่วยให้การศึกษาค้นคว้าแม่นยำขึ้นเรื่อยๆ แม้แต่การทำแผนที่โลกก็เช่นกัน”

เวลาที่ผ่านมาไป 1,000 ปี ได้เปลี่ยนรูปลักษณ์ของแผนที่โลก จากแบบของฟิโตเลมมีเป็นแผนที่วงกลมที่มีกรุงเยรูซาเลมเป็นศูนย์กลาง บัดนี้ สวรรค์ได้กำหนดจุดไฟทิศใหม่ให้วิชาภูมิศาสตร์ เพื่อนำทางผู้แสวงบุญ และนักบรรพศุเสตผู้เดินทางค้นศักดิ์สิทธิ์ ฟิโตเลมมีวาดแผนที่โลกให้ทิศเหนืออยู่ด้านบน แต่ศาสนจักรคาทอลิกได้กำหนดมุมมของของโลกเสียใหม่ โดยหมุนแผนที่ทวนเข็มนาฬิกา 90 องศา หันทิศตะวันออกขึ้นด้านบน

แผนที่โลกยุคกลาง หรือ “Mappa Mundi” ที่แพร่หลายนั้นแบ่งออกเป็นสามส่วนไม่เท่ากัน แต่ละส่วนแทนไอรอสแต่ละคนของโมฮาห์ เอเซียกินพื้นที่ด้านบนของวงกลม ส่วนยุโรปและแอฟริกาตั้งประชิดกันอยู่ด้านล่างของวงกลม ทวีปทั้งสามวางตัวต่อกันเป็นรูปตัว T ภายในกรอบแผนที่รูปตัว O เนื่องจากเส้นฐานของเอเชียซึ่งเป็นรูปครึ่งวงกลม คือเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม ส่วนเส้นที่แบ่งยุโรปและแอฟริกาก็แบ่งซีกโลกได้

ออกเป็นสองส่วน เส้นแบ่งทั้งสองเส้นจึงมาบรรจบกันตรงกลางแผนที่
ณ ที่ตั้งของกรุงเยรูซาเลม

แผนที่จะระบุตำแหน่งสถานที่ต่างๆ โดยอาศัยละติจูดและลอง
จิจูด Mappa Mundi กลับแสดงเกร็ดรายละเอียดว่าด้วยทั้งโลกนี้และโลก
หน้า ตัวอย่าง Mappa Mundi ที่ตกทอดมาถึงมหาวิทยาลัยพรินซ์ตันใน
อังกฤษเมื่อราวปี 1300 ระบุที่ตั้งของประตูสวรรค์ หอคอยบาเบล เรือ
โนอาห์ในอาร์เมเนีย และที่ซึ่งภรรยาของลอคกลายเป็นเสาเกลียว มีภาพ
สัตว์ทั้งในตำนานและสัตว์ที่มีอยู่จริง 40 ชนิดอยู่ใกล้กันอาศัยตามธรรมชาติ
เสริมด้วยตำนานที่เกี่ยวข้องกับพวกมัน นับตั้งแต่ เซนทอร์ นางเงือก ยูนิ-
คอร์น “มดยักษ์ผู้พิทักษ์ทรายทองคำ” และแมวลิงซ์ที่ “สามารถมอง
ทะลุกำแพงและบัสสาวะออกมาเป็นหินสีดำ” ที่น่าแปลกใจกว่านั้นคือ
มนุษย์ประมาณ 50 ฝ่า นับจากพวกอริมาสปีซึ่ง “ต่อสู้กับตัวกริฟฟิน
เพื่อชิงมรกต” พวกเบลมเมย์ที่มีปากและดวงตาอยู่ตรงหน้าอก มนุษย์
ประมาณสองส่วนมากที่ปรากฏบนแผนที่มีท่าทางผิดจากค่านิยมแบบมนุษย์
หรือแบบชาวคริสต์ มีเพียงพวกคอรินาแห่งเอเซียเท่านั้นที่สะท้อนถึง
ความคิดทางภูมิศาสตร์อันเก่าแก่ของพโตเลมี เพราะว่ามันว่า เงามอง
พวกเขา “จะทอดไปทางเหนือในฤดูหนาว และทอดไปทางใต้ในฤดูร้อน”
หมายความว่าพวกเขาใช้ชีวิตอยู่ในเขตศูนย์สูตร

ประชากรทั้งหมดบนโลกปรากฏอยู่บนแผนที่ Mappa Mundi ซึ่ง
แสดงโลกเพียงซีกเดียว มหาสมุทรห้อมล้อมด้วยตัวล้อมแผ่นดินของซีกโลก
ที่เห็น และดูเหมือนจะแผ่ครอบคลุมซีกโลกด้านหลังด้วย Mappa Mundi
อาจดูเหมือนแผ่นกระดาษหนึ่งสัตรูปวงกลม ทั้งที่จริงมันคือภาพแทน
ลูกโลกทรงกลม ด้วยเหตุนี้ ประเด็นที่ทำนายโคลัมบัสซึ่งไม่ใ้การโน้มน้าว
ให้ผู้ที่ไม่เห็นด้วยกับเขาเชื่อว่าโลกกลม แต่เป็นการยืนยันว่าโลกนั้นมี
ขนาดเล็กกว่าที่จินตนาการไว้ต่างหาก

โคลัมบัสเพื่อคำของพโตเลมีที่ว่าเส้นรอบวงของโลกนั้นยาวเพียง
18,000 ไมล์ ทั้งที่รู้อยู่แล้วว่านักเดินเรือชาวโปรตุเกสจะนมัมน้อง

ยาวไม่น้อยกว่า 24,000 ไมล์ เขาท้าทายคำอธิบายดังกล่าวโดยพนันว่า
ตนสามารถเดินทางข้ามแผ่นดินนี้ที่ไม่มีใครรู้จักนี้ได้ก่อนที่ลูกเรือจะล้มตาย
เพราะความหิวโหยหรือขาดน้ำ

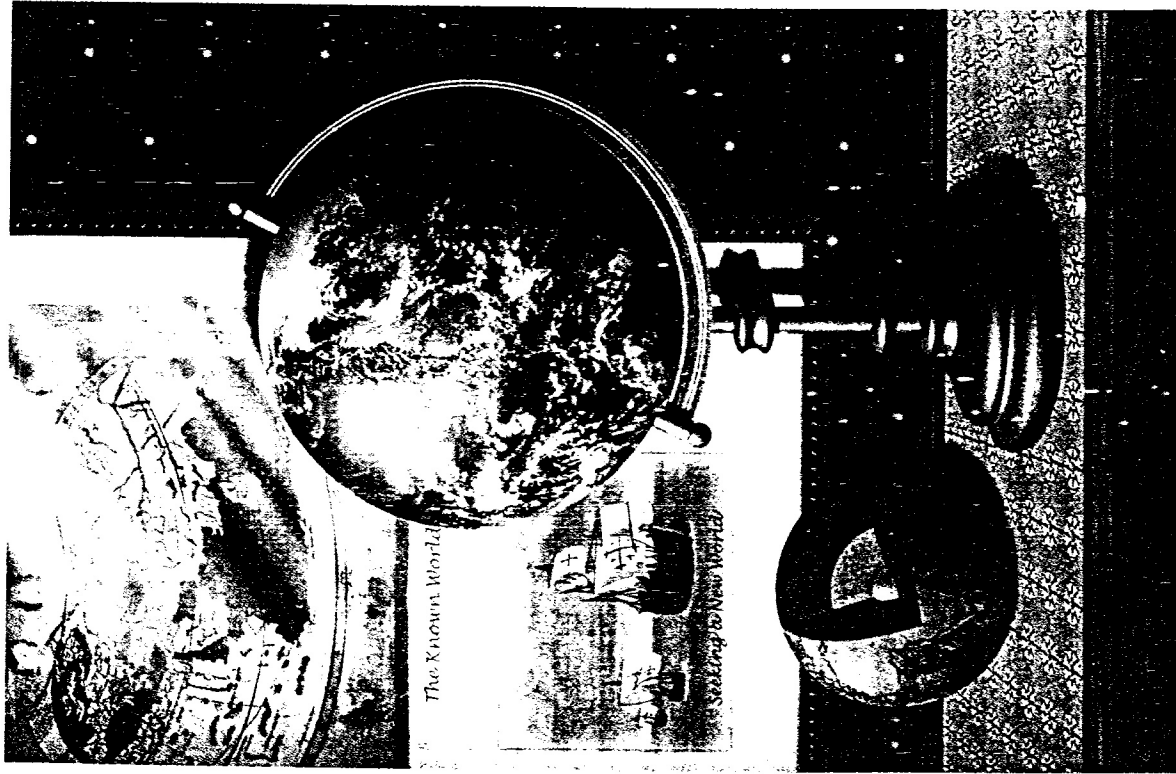
โคลัมบัสแถลงไว้อย่างเป็นทางการในปูมบันทึกการเดินทางเมื่อว่า
เขาคือผู้นำพันธกิจทางศาสนา “ในนามพระเยซูผู้เป็นเจ้า” กษัตริย์และ
ราชินีแห่งสเปน “ผู้ปกครองที่เคร่งครัดในคริสต์ศาสนา ซึ่งได้รับคำสรรเสริญ
อีกทั้งทรงปราดเปรื่อง และทรงอำนาจที่สุด” บัญชาให้เขาเดินทางสู่
“เขตแคว้นแดนอินเดีย เพื่อพบกับผู้ปกครองและบุคคลสำคัญที่นั่น เรียน
ู้ทุกสิ่ง และทำทุกวิถีทางเพื่อให้พวกเขานำมาจับยึดศาสนาอันศักดิ์
สิทธิ์ของเรา”

ประสบการณ์ในท้องทะเล และความสนใจในวิชาดาราศาสตร์หนุน
ให้โคลัมบัสประกาศจะทำสิ่งที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน “ข้าจะทำแผนที่การ
เดินเรือใหม่ ระบุทะเลทุกแห่ง แผ่นดินทุกผืน ลงในตำแหน่งอย่างแม่นยำ
ย่า บอกลสภาพที่ถูกต้อง นอกจากนั้นข้าจะบันทึกข้อเขียนและทำแผนที่
ทุกอย่างตามพิภพที่คลั่งและล่องจืด ข้าจะยอมอดหลับอดนอนจนทุ่มเท
ให้กับการเดินเรือเพื่อบรรลุมารกิจนี้”

ขณะเดียวกันนั้น โคลัมบัสยังคงสยบความกลัวของลูกเรือและ
เจ้าหน้าที่ราว 90 ชีวิตที่ร่วมเดินทางไปกับเรือทั้งสามลำ

“วันนี้ แผ่นดินหายลับจากสายตาเรา” เขายืนยันไว้ในวันอาทิตย์
ที่ 9 กันยายน 1492 “ลูกเรือหลายคนนอนหายใจ และปากน้ำตาด้วย
เกรงว่าจะไม่มีโอกาสเห็นแผ่นดินไปอีกนาน ข้าปลอบขวัญพวกเขาด้วย
คำมั่นว่าเราจะไปถึงแผ่นดินที่มุ่งหมายและจะพบความมั่งคั่ง เพื่อให้
พวกเขามีหวังและปิดปากความกลัวในการเดินทางไกล ข้าตัดสินใจปิด
เป็นร่องระยะที่เราเดินทางมาแล้ว เพื่อให้พวกเขาไม่รู้สึกลัวอยู่ไกลจาก
สเปนมากนัก และเก็บข้อมูลที่ต้องตามจริงไว้เป็นความลับ”

เมื่อโคลัมบัสเดินทางถึงแผ่นดินในแถบทะเลแคริบเบียนนั้น เขา
เชื่อมั่นว่าเดินทางถึงอินเดียแล้วจริงๆ ไม่ว่าจะค้นพบสิ่งใดในหมู่เกาะ



ปัญญานและนักเดินทางหลายต่อหลายคนได้เคยไปเยือนทวีปอเมริกา
เพราะผู้ที่ใคร่กรณโดยตรงอาศัย ชาติเคยไปถึงถึงเมืองซึ่งตั้งชื่อกรณและเดินกันไม่
ทวนขึ้นกรณด้วยโดยดัดเป็นดลไปโดยจะยังมีคนมีที่กระจะนับนับจดค เพื่อ
ค้นหาว่าพวกคนเริ่มต้นที่กระจะด้วยคนซึ่งหาไร หรือคนเคยเคยค่อน โฉนแผนที่มอง
ไม่เห็นแสงอาทิตย์ตลอดโลกที่ไม่เคยอยู่มีอย่างโดยด

เหล่านั้น

ในวันที่ 21 ตุลาคม 1492 โคลัมบัสบันทึกว่า “ป่าไม้และพืชพรรณ
นั้นเขียวสดเช่นที่พบในอินเดียช่วยเตือนเมฆชาย และเสียงร้องของ
นกตัวน้อยก็เพราะเสียงที่ไม่มีมนุษย์หน้าไหนคิดจะจากสถานที่นี้...ฝูง
นกแก้วที่พบบั้งแสงอาทิตย์ นกน้อยใหญ่สารพัดชนิดนั้นแตกต่างจากใน
ดินแดนของเราอย่างน่าอัศจรรย์ ทั้งยังมีพรรณไม้อีกหลายพันชนิด ซึ่ง
ต่างให้ผลหลายหลาก ส่งกลิ่นหอมจุจวนเหลือเชื่อ ช่างน่าเศร้าที่ตัวข้า
ไม่ทราบเลยว่าพวกมันคืออะไร ทั้งที่มันใจเหลือเกินว่าพวกมันล้วนทรง
คุณค่า ข้าพยายามรวบรวมตัวอย่างของพืชและสัตว์ทั้งหมดเท่าที่สามารถ
ขนกลับไปได้”

โคลัมบัสนิใช้กิจกรรมชาตวิทยา แต่กลับกลายำถึงนกแก้วตลอด
เวลา เนื่องจากแผนที่ Mappa Mundi บอกว่าอินเดียมีนกสีเขียวและสี
ม่วง นกแก้วจึงเป็นสิ่งยืนยันว่าเขาเดินทางมาถึงที่เขาสักแห่งใกล้กับจุด
หมายที่เขาหวังไว้จริงๆ โคลัมบัสนสรุปไว้ในวันที่ 27 ตุลาคม 1492 หรือ
หนึ่งวันก่อนที่เขาจะเดินทางถึงคิวบาว่า คิวบา คือ “ชื่อที่ชาวอินเดียใช้
เรียกญี่ปุ่น”

โคลัมบัสดังชื่อสถานที่ต่างๆ เพื่อยกย่องนักบุญผู้อุปถัมภ์และ
มหาราชของเขอา อาทิ ซานฆัลวาดอร์, ซานตามาเรียเดลากอนเซปชัน,
เฟอริดินานดินา, และอิสซาเบลลา เขานำเรือลัดเลาะไปตามหมู่เกาะ ทว่า
ไม่สามารถล่าวาจรวจดินแดนแถบนี้ได้อย่างทั่วถ้วนเนื่องจากเรือลำหนึ่งเกย
ตื้น และลูกเรือบนเรืออีกลำพยายามก่อกบฏ

ระหว่างเดินทางกลับบ้านอย่างมีชัย ลมพายุเดือนกุมภาพันธ์ก็
พัดโหมจนทะเลคลั่ง โคลัมบัสดเกรงว่าสิ้นน้ำจากสิ้นชีวิตเขาไปก่อนจะ
มีโอกาสรประกาศสิ่งที่เขาค้นพบต่อเบื้องพระพักตร์ เขาจึงลงมือวาดแผนที่
ที่การสำรวจของตน เขาผ้าเคลือบที่ผึ้งห่อ บรรจุฝ้านั้นลงในขวด แล้วโยน
ลงทะเล หากเขามีอันเป็นไป ผู้ที่พบสารของเขาจะสามารถแจ้งให้กษัตริย์
สเปนทราบว่า “พระเป็นเจ้าของเราได้ช่วยให้ท่านบรรลุเป้าหมายทุกประการ

เกี่ยวกับการสำรวจหมู่เกาะอินดิส”

สุดท้าย แผนที่ตั้งดินที่กลับสาบสูญไปกับพายุ ขณะที่ผู้วาดแผนที่ยังมีชีวิตยืนยาวจนได้นำคณะสำรวจผู้ผิวน้ำตะวันตกอีก 3 ครั้ง ในฐานะนายพลเรือ และอุปราชแห่งอินดิส ตลอดจนการเดินทางสำรวจทุกครั้งโคลัมบัสยังมั่นใจว่าเขาค้นพบทางลัดสู่โลกตะวันออก หลังจากสิ้นสุดชีวิตร่างวีรกรรมของโคลัมบัสยังถูกส่งข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกเพื่อประกอบพิธีฝังใหม่ครั้งแรกแล้วครั้งเล่า และกว่าความจริงที่ว่าเขาค้นพบโลกใหม่จะเป็นที่ยอมรับก็ต่อเมื่อโคลัมบัสสิ้นชีวิตไปแล้ว

เส้นค่าโครงข่ายฝั่งของดินแดนอันห่างไกลค่อยๆ ปรากฏเป็นรูปเป็นร่าง ผืนดินที่ได้ชื่อว่า “ฟลอริดา” ปรากฏเป็นเกาะ รวกับผืนดินอยู่เหนือเกาะฮิสแปนิโอลาของโคลัมบัส ที่ตั้งของประเทศไทยและสาธารณรัฐโดมินิกันในปัจจุบัน) จนกระทั่งมีข้อมูลว่าปลายด้านเหนือของฟลอริดาเชื่อมต่อกับผืนแผ่นดินใหญ่ คำว่า “อเมริกา” ปรากฏขึ้นครั้งแรกบนแผนที่โลกฉบับใหม่ในปี 1507 ดินแดนแห่งนี้ได้ชื่อตาม อเมริโก เวสปุชชี พ่อค้าและนักเดินทางชาวอิตาลีผู้เดินทางมาเยือนดินแดนนี้หลายครั้ง เวสปุชชีเดินทางเร็วไปทางตะวันตกโดยมีทั้งชาวโปรตุเกส และสเปนร่วมไปด้วย เขาเสนอด้วยตัวเองเกี่ยวกับการขับเคี่ยวระหว่างสองชาติ ซึ่งต่างอ้างสิทธิ์เหนือทวีปใหม่ ที่ไมไ่เอเชีย

ตอนแรก ชื่อของเวสปุชชีกินความถึงส่วนใต้ของโลกใหม่เท่านั้น ต่อเมื่อนักสำรวจจากชาติต่างๆ รุกคืบเข้าค้นหาลิงที่อยู่ลึกเข้าไป คำว่าอเมริกาจึงมีความหมายครอบคลุมทั้งส่วนเหนือและใต้

ในเดือนกันยายน 1513 ราชบัลลังก์สเปนก็กำกัชัยชนะยิ่งใหญ่ เมื่อวาสโก นูเนส เด บัลบัว ทหารตัวลวดคุกเขาเหนือยอดเขาอันโผล่เตียนในปามาด้วยความปิติที่ค้นพบมหาสมุทรแปซิฟิก เขาต้องเดินทางจากค่ายพักแรมฝ่าผืนป่าที่บอบหลายวันจึงไปถึงชายฝั่ง ก่อนจะเดินลุยน้ำเพื่อทำพิธีตั้งชื่อ บัลบัวชักดาบ สูโด แล้วตะโกนประกาศให้สเปนมีสิทธิ์เหนือผืนน้ำและแผ่นดินทั้งหมดที่โอบล้อมด้วยมหาสมุทรแห่งนี้ ราวกับ

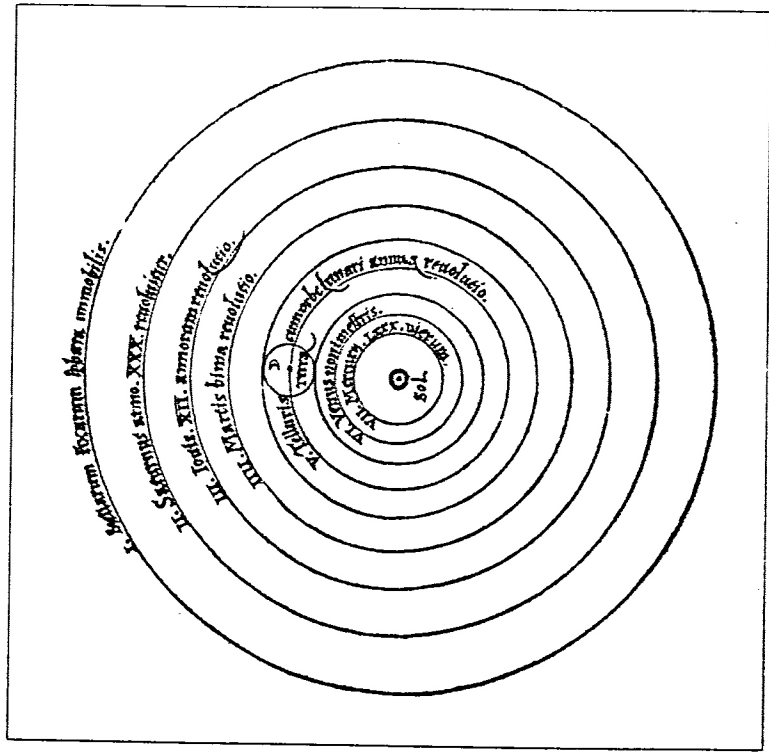
เขาจะรู้ว่าผืนน้ำผืนนี้กินเนื้อที่ครึ่งโลก

ในปี 1520 เฟอร์ดินานด์ แมกเจลแลน นำเรือสเปน 5 ลำเดินทางผจญภัยในมหาสมุทรแปซิฟิก และวัดความมโหฬารของมันอย่างยากลำบาก

อันโตนิโอ ปีกาเฟตตา คนนำทางชาวอิตาลีของแมกเจลแลนบันทึกเรื่องราวการเดินทางข้ามแปซิฟิกไว้ว่า “เป็นเวลากว่าสามเดือนกับ 20 วันแล้วที่เราเดินทางมาโดยไม่มีอาหารสดตกถึงท้อง...เรากินบิสกิต (ขนมปังกรอบ) ซึ่งกลายสภาพเป็นแค่งบิสกิต อุดมด้วยหนอนซึ่งกินบิสกิตแทบไม่เหลือ กลิ่นเหม็นหึ่งคลุ้ง เราดื่มน้ำสีเหลืองที่เหม็นเน่ามาหลายวัน กินหนึ่งแก้วที่เคยใช้ปูพื้นลานดาฟท์หลักของเรือเพื่อกันรอยถลอกจากเชือก หนึ่งพวกนี้แข็งกระด้างเพราะตากแดดตากฝน เราต้องจุ่มน้ำทะเลไว้สำหรับวัน จากนั้นจึงเอาไปฝั่งบนถ่านที่คุไฟก่อนนำมากิน บ่อยครั้งเราต้องกินที่เหลือจากไม้ หนูที่จับได้ถูกเอามาขายในราคาตัวละครึ่งดูกาโด แต่ก็ถือเป็นของหายาก”

ท่ามกลางการแข่งขันในยุคแห่งการสำรวจ ในปี 1543 นักการศาสนาชาวโปแลนด์พิมพ์หนังสือซึ่งเปลี่ยนสถานะของโลกทั้งใบ หนังสือ *De Revolutionibus* หรือ “การปฏิวัติ” ของนิโคเลาส์ โคเปอร์นิคัส ปลิดโลกที่เคยอยู่อยู่กับที่ ณ ใจกลางสวรรค์ไปเป็นดาวที่หมุนรอบดวงอาทิตย์ ในวงโคจรระหว่างดาวศุกร์และดาวอังคาร ความคิดอันประหลาดและไม่ได้รับความนิยมของโคเปอร์นิคัสเกือบทำให้หนังสือเล่มนี้ถูกมองข้ามไป ทว่าอีก 100 ปีให้หลังผู้คนกลับยอมรับว่าดวงอาทิตย์คือศูนย์กลางของจักรวาล ส่วนโลกกลายเป็นดาวพเนจร

ว่าแต่โลกในฐานะใหม่สมควรจะได้อิสร่ใหม่ด้วยหรือไม่ หากทะเลสาบที่พบใหม่ได้ชื่อว่าของแปลกและอ่าวที่พบใหม่ได้ชื่อว่ายึดมั่นแล้ว ไทร่ เหตุใดโลกจึงกลายเป็นดาวที่เคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาก็ต้องถูกเรียกขานด้วยชื่อเก่าซึ่งไม่สอดคล้องขณะที่ถูกต้องของมันต่อไปแล้ว “เอิร์ท” ซึ่งความถึงหลักการแยกสสารออกเป็นธาตุทั้ง 4 ได้แก่ ดิน น้ำ ลม ไฟ ที่



ในหนังสือเรื่อง “การปฏิวัติ” หรือ De Revolutionibus นิโคเลาส์ โคเปอร์นิคัส (1473-1543) เปลี่ยนสถานะของโลกให้เป็นดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์

เข้าใจกันมาแต่ช้านาน ดินคือธาตุหนักที่สุดและตัวยวี่ที่สุด ขณะที่น้ำนั้นลอยอยู่เหนือดิน อากาศอยู่เหนือทั้งดินและน้ำ ส่วนไฟก็ลามผ่านอากาศ ลอยสูงสู่ทวารของแดนสวรรค์ ที่ซึ่งดาวเคราะห์และดาวฤกษ์เป็นตัวแทนธาตุที่ 5 หรือ แก่นสาร เมื่อแผนที่ของแดนสวรรค์มีอันเปลี่ยนแปลงไป เราก็ควรหาข้อตามปรามปราศดีให้โลกมีไซหรือ กระนั้นก็ดูส่ายเกินไปที่จะเลิกใช้ชื่อเก่า สายเกินกระทั่งจะเปลี่ยนชื่อดาวดวงนี้ จากเอิร์ท หรือ “ดิน” ไปเป็น “น้ำ” เพื่อสื่อถึงธาตุที่ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางที่สุดบนโลกด้วยซ้ำ

นักทำแผนที่มักประดับพื้นที่ว่างในส่วนที่เป็นมหาสมุทร ด้วยรูปเรือ วาฬ และอสูรทะเล รวมทั้งใบหน้าคนแก่ปกป้องคอยพ่นลม เสริมด้วยชื่อแผนที่และคำอธิบายสัญลักษณ์ในกรอบลวดลายแบบบาร์ทูซซิงกินเหนือที่กว้างขวางเท่ากับบางประเทศ

แผนที่ทุกฉบับจะมีวงกลมแสดงทิศอยู่หนึ่งอัน ซึ่งเป็นตรารูปรางคล้ายดอกไม้ปิดทองคำเปลว คราม และสีแดงโคชิน คอยระบุทิศทางบนแผนที่แต่ละฉบับ แจกทั้ง 32 ของวงกลมแสดงทิศจะชี้ไปยังทุกทิศทางลมและเส้นทาง วงกลมแสดงทิศคือต้นรากของคำย่อในการเดินทางสำรวจ อาทิ ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงเหนือกับทิศตะวันออก (ENE) ทิศระหว่างทิศใต้กับทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SSW) ตะวันตกเฉียงเหนือค่อนข้างไปทางเหนือ (NW by N) และสื่อถึงหน้าปัดของเข็มทิศแม่เหล็กที่เป็นตัวระบุทิศทางเหล่านี้

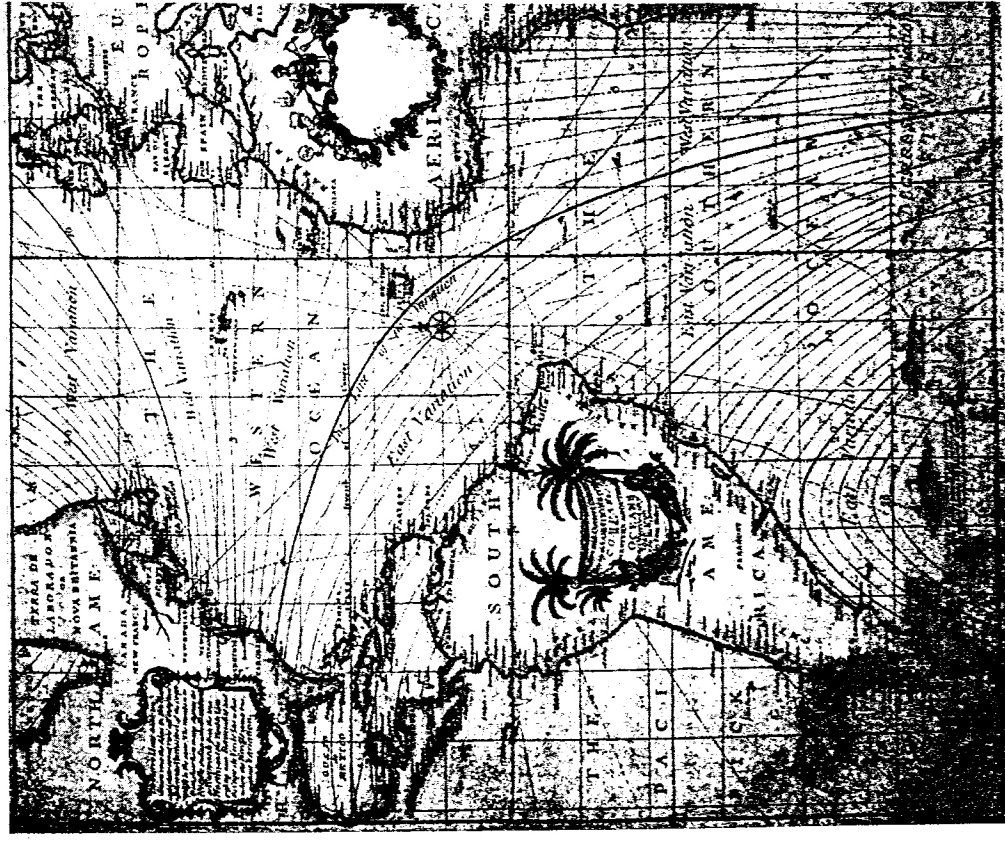
เข็มทิศแม่เหล็ก เป็นอุปกรณ์ดูภายนอกของทะเลมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 13 มันช่วยบอกตำแหน่งของดาวเหนือแม่นยำมที่ถูกเมฆบดบัง หรือยามที่เรือของพวกเขาเดินทางล่องลงได้ไปไกลจนดาวเหนือหายลับจากขอบฟ้า หลายคนคิดว่าเข็มของเข็มทิศถูกดึงดูดโดยดาวเหนือหรือบางอย่างที่มองไม่เห็นในอวกาศซึ่งตั้งอยู่ใกล้กัน

นั่นเป็นความเข้าใจผิด ความจริงแล้วโลกนี่เองคือแม่เหล็กที่ตั้งดูดเข็มบนหน้าปัดเข็มทิศให้ชี้ไปยังแกนเหล็ก วิลเลียม กิลเบิร์ต แพทย์ชาว

อังกฤษ ค้นพบความจริงนี้จากการทดลองเมื่อปี 1600 และจัดการสาธิต
เป็นพระพักตร์ราชินีเอลิซาเบธ โดยใช้แม่เหล็กทรงกลมขนาดเด็กแทน
โลก กิลเบิร์ตยังทำหยาประกาศสากลที่ห้ามชนกระเทียมขึ้นเรือ โดย
สาธิตให้เห็นว่ากลืนหรือเมื่อกระเทียมที่ว่างอยู่บนเข็มของเข็มทิศไม่ส่ง
ผลใดๆ ต่อพลังของแม่เหล็กแม้แต่น้อย

ธรรมชาติของแม่เหล็กโลกทำให้กิลเบิร์ตและคนอื่นๆ เริ่มกังขาว่า
พลังแม่เหล็กอาจเป็นตัวรักษาความเคราะห์แต่ละดวงให้อยู่ในวงโคจร ครั้น
ถึงปี 1687 คำอธิบายเรื่องแรงโน้มถ่วงสากลของนิวตันได้รับการยอมรับ
เหนือทฤษฎีแรงแม่เหล็กระหว่างดาวของกิลเบิร์ต กระนั้นแรงแม่เหล็ก
โลกยังคงสำคัญต่อการเดินเรือ ถึงแม่แม่เหล็กจะชี้ไปทางเหนือ แต่มัน
จะเบี่ยงเบนจากทิศเหนือแท้ไปทางตะวันออกหรือตะวันตกเล็กน้อยเสมอ
แล้วแต่ว่าคุณอยู่ ณ ส่วนใดของโลก โคลัมบัสสังเกตพบความเบี่ยงเบนนี้
ระหว่างเดินทางออกจากยุโรป และกังวลว่าเครื่องมือของเขาอาจเสื่อม
คุณภาพ แต่เมื่อถึงศตวรรษที่ 17 ก็เกิดความคิดจะเอาค่าความเบี่ยงเบน
นี้มาทำประโยชน์ ด้วยการวัดค่าองศา “ความเบี่ยงเบน” ที่ปรากฏบน
เข็มทิศขณะอยู่ในสถานที่ต่างๆ จนมหาสมุทรซึ่งไร้จุดอ้างอิงถูกแบ่งออก
เป็นเขตแม่เหล็กย่อยๆ เพื่อช่วยให้นักเดินเรือซึ่งลอส่ายอยู่กลางทะเล
นานนับเดือนสามารถระบุตำแหน่งของตัวเองได้ ความเป็นไปได้ที่
นำไปสู่การเดินทางเพื่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงครั้งแรก
ผู้นำคือ เอ็ดมุนด์ ฮัลเลย์ นักดาราศาสตร์หหลวงคนเดียวที่เคยได้รับ
ตำแหน่งกัปตันเรือของราชานาวีอังกฤษ

ระหว่างปี 1698-1700 ฮัลเลย์นำคณะสำรวจสองคณะข้ามมหา
สมุทรแอตแลนติก รวมถึงส่วนเหนือและใต้สุดของมหาสมุทรแอตแลนติก
จนถึงบริเวณที่มีธารน้ำแข็งและหนอกหนาเกินจินตนาการ เรือ *Paramore*
ที่ถูกออกแบบให้มีห้องเรือแบบพิเศษนี้ ถูกเรือพาณิชย์และเรือประมง
สัญชาติอังกฤษยังได้ขณะอยู่บนอกชายฝั่งแอฟริกา และอีกครั้งตอนที่
กำลังมุ่งหน้าสู่นิวฟันด์แลนด์ เพราะเข้าใจผิดคิดว่าเป็นเรือโจรสลัด



เอ็ดมุนด์ ฮัลเลย์ (1656-1742) เดินทางข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกเพื่อวัดความ
ผันแปรของแรงแม่เหล็กโลก และตีพิมพ์แผนที่แสดงสิ่งที่เขาพบออกมาในปี 1701

แผนที่ที่อีลเลียดียตีพิมพ์ออกมาเป็นฉบับสมัยปี 1701 มีการเพิ่มเส้นโค้งที่กว้างและยาวแตกต่างกันบนมหาสมุทร เพื่อบอกค่าองศาความเบี่ยงเบนของเข็มทิศแม่เหล็กว่าเพี้ยนไปทางตะวันออกหรือตะวันตกของทิศเหนือแท้ ทวีปสองฟากฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกกลายเป็นเพียงจุดยึดของเส้นสำคัญ กรอบลายคาร์ทูล ดันปาล์ม เทพธิดา และชนพื้นเมืองร่างเปลือยเปล่านั้นนำค้นรังด้วยเส้นสายไปอยู่บนแผ่นดินอันว่างเปล่า

อีลเลียดียอมรับอย่างไม่อ้อมค้อมว่านักเดินเรือไม่สามารถอาศัยค่าความเบี่ยงเบนทางแม่เหล็กเพื่อระบุเส้นลองจิจูด นอกจากนี้เขายังพยากรณ์ไว้อีกว่า เส้นที่เขาเฝ้าวัดค่ามาอย่างประณีตจะค่อยๆ เพี้ยนไปเพราะการเคลื่อนไหวเล็กน้อยไปภายในโลก อีลเลียดียภาพความเข้าใจ “แบบล้าสมัย” ว่าภายในโลกประกอบด้วยเปลือกแข็งซ้อนกันหลายชั้นและวัตถุหลอมละลายซึ่งคอยควบคุมพฤติกรรมทางแม่เหล็ก

แม้แผนที่ความเบี่ยงเบนทางแม่เหล็กของอีลเลียดียจะสร้างความผิดหวังแก่ตัวเขาและนักท่องทะเลทั้งหลาย แต่มันกลับกระตุ้นให้เกิดความก้าวหน้าครั้งใหญ่ในด้านการทำแผนที่ เส้นโค้งซึ่งเชื่อมต่อกจุดที่มีค่าเท่ากัน (ซึ่งจะถูกเรียกว่า Halleyan Line หรือเส้นของอีลเลียดียต่อมาอีกนับร้อยปี) ได้เสริมมิติที่สามให้กับแผนที่พิมพ์ แผนที่ฉบับอื่นๆ ของอีลเลียดีย ไม่ว่าจะเป็นแผนที่ดวงดาวบนท้องฟ้าซึ่งโลกได้ แผนที่ลมค้า หรือแผนที่พยากรณ์ระยะนาบที่จะเห็นสุริยุปราคาในปี 1715 ล้วนเป็นสิ่งแปลกใหม่ที่สร้างกระแสฮือฮา ขณะที่อีลเลียดียจะเริ่มทำแผนที่ของสุริยจักรวาลทั้งระบบต่อเมื่อเขาสามารถวัดระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ได้เสียก่อน¹¹

อีลเลียดียมองเห็นโอกาสที่จะวัดค่าสำคัญนี้ได้ขณะที่ดาวศุกร์ทราน-

¹¹ กฎการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ ตีพิมพ์ออกมาในปี 1609 กล่าวถึงระยะห่างโดยเปรียบเทียบของดาวเคราะห์แต่ละดวงโดยอิงจากการโคจรเท่านั้น ยังไม่ปรากฏการคำนวณระยะห่างที่แท้จริง

ชีวิตของอาทิตย์ นักวิทยาศาสตร์สามารถสังเกตและจับเวลาการเคลื่อนผ่านหน้าดวงอาทิตย์นี้จากตำแหน่งที่ห่างกันมากบนโลก แล้วหาค่าสามเหลี่ยม (ตรีโกณ) บนท้องฟ้ามาคำนวณระยะห่างระหว่างโลกและดาวศุกร์ เพื่อเป็นข้อมูลหาระยะห่างของดวงอาทิตย์ต่อไป อีลเลียดียพยากรณ์ว่าจะเกิดปรากฏการณ์ทรานซิทของดาวศุกร์ขึ้นสองครั้ง ในปี 1761 และ 1769 แต่หากอีลเลียดียต้องการเห็นปรากฏการณ์ครั้งแรก เขาจะต้องมีอายุยืนยาวถึง 105 ปีทีเดียว แม้ดาวศุกร์จะโคจรผ่านระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ถึง 5 ครั้งในทุกๆ 8 ปี แต่ดาวศุกร์มีวงโคจรที่เอียงมีจกวงระนาบวงโคจรโลก จนมันมักโคจรผ่านไปในเหนือหรือใต้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่มองเห็นจากโลกเสมอ มนุษย์โลกจึงมีโอกาสดูเห็นดาวศุกร์เคลื่อนผ่านหน้าดวงอาทิตย์ได้เฉพาะในยามที่มันเคลื่อนผ่านระนาบการโคจรของโลกพอดีซึ่งจะมีขึ้นเพียง 2 วันเท่านั้น ข้อจำกัดอันเคร่งครัดนี้ทำให้ปรากฏการณ์ทรานซิทแต่ละคู่เกิดห่างกัน 8 ปี และจะมีขึ้นเพียงคู่เดียวในรอบศตวรรษ

เมื่อปี 1716 อีลเลียดียบันทึกเรื่องปรากฏการณ์ทรานซิทของดาวศุกร์นี้ไว้ว่า “ข้าพเจ้าอยากให้นักศึกษาดวงสวรรค์ผู้ปรารถนาเบรื่อง (ซึ่งมีโอกาาสสังเกตปรากฏการณ์สำคัญนี้ ในยามที่ข้าส่งลับไปแล้ว) จดจำค่าเตือนของข้าไว้ให้ดี และทำทุกวิถีทางเพื่อสังเกตรายละเอียดที่ดีที่สุดในทุกประการ”

ครั้นถึงเวลาเกิดปรากฏการณ์ทรานซิทครั้งแรกในเดือนมิถุนายน 1761 ศิษย์ของอีลเลียดียต้องเผชิญอุปสรรคนานัปการ ทั้งกองทัพบ้าศึก มรสุม โรคระบาด น้ำท่วม และอากาศเย็นจัดขณะทำการเฝ้าสังเกตปรากฏการณ์ตามจุดต่างๆ ในแอฟริกา อินเดีย รัสเซีย และแคนาดา รวมถึงนครหลายแห่งของยุโรป เมฆปกคลุมท้องฟ้าส่วนมากและผลารวมที่ได้ก็คลุมเครือจนนักดาราศาสตร์ต่างตั้งตารอโอกาสครั้งต่อไปในปี 1769 ซึ่งมีการส่งเจ้าหน้าที่สังเกตการณ์ 151 คนออกไปยังสถานที่ 77 แห่งทั่วโลก

เจ้าหน้าที่แต่ละกลุ่มต้องคอยจับเวลาที่เกิดปรากฏการณ์สำคัญ

4 ช่วงในการพารานิติ หรือเมื่อดวงอาทิตย์และดาวศุกร์เคลื่อนมา “สัมผัส” กันพอดี การสัมผัสครั้งแรกเกิดขึ้นเมื่อดาวศุกร์เคลื่อนมาแต่กับดวงอาทิตย์ทางด้านนอก สัมผัสครั้งที่สองเมื่อดาวศุกร์เคลื่อนมาอยู่ภายในดวงอาทิตย์พอดี ผ่านไปอีกหลายชั่วโมง ดาวศุกร์จะมาอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายที่อีกด้านหนึ่งก่อนจะเคลื่อนออกจากดวงอาทิตย์ นั่นถือเป็นการสัมผัสครั้งที่สาม การสัมผัสครั้งที่สี่เกิดขึ้นยามดาวศุกร์เคลื่อนพ้นดวงอาทิตย์ ก่อนดาวทั้งสองจะเคลื่อนห่างจากกัน

ราชสมาคมอังกฤษมอบหมายให้เรือโทเจมส์ คุก รับผิดชอบการสังเกตการณ์ทุกอย่างบนเกาะกษัตริย์จอร์จที่ 3 (ตาสีตี) เขาออกเดินทางจากอังกฤษในเดือนสิงหาคม ปี 1768 หรือก่อนเกิดปรากฏการณ์ 1 ปี เพื่อจะมีเวลาเตรียมหอดูดาวฟอเรตวันส์ให้พร้อม

“วันเสาร์ที่ 3 มิถุนายน (1769) นั้นเหมาะกับการกิจที่ดีที่สุด ตลอดวันไม่ปรากฏเมฆสักก้อนบนท้องฟ้า สภาพอากาศปลอดโปร่ง ทุกอย่างเหมาะสำหรับการเฝ้าสังเกตดาวศุกร์ที่จะเคลื่อนผ่านหน้าดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตาม เราสังเกตเห็นชั้นบรรยากาศ หรือแถบสลับรอบดาวศุกร์ ซึ่งพราเลือนไปในขณะเกิดการสัมผัส โดยเฉพาะการสัมผัสครั้งที่ดาวศุกร์ยังอยู่หน้าดวงอาทิตย์ ดร.โซลันดาร์ คุณกรีน และผมสังเกตเห็นการสัมผัสในเวลาแตกต่างกันยิ่งกว่าที่คาดเอาไว้เสียอีก กัล้องโทรทรรศน์ของคุณกรีนและของผมมีกำลังขยายเท่ากัน ส่วนกัล้องของ ดร.โซลันดาร์นั้นมิกำลังขยายสูงกว่า”

นักดาราศาสตร์ซึ่งเฝ้าสังเกตปรากฏการณ์นี้ในตำแหน่งต่างๆ ต้องพบกับปัญหาการระบุงเวลาแน่นอนของการสัมผัสเช่นเดียวกันกับคณะของเจมส์ คุก แม้แต่กัล้องโทรทรรศน์ที่ดีที่สุดในสมัยนั้นก็ยังไม่มีประสิทธิภาพพอจะทำให้ได้ผลลัพธ์แม่นยำ วงการนักดาราศาสตร์นานาชาติต้องทำใจยอมรับตัวเลขระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์โดยประมาณ ที่ระหว่าง 92-96 ล้านไมล์

คุณหันความสนใจจากดาวศุกร์สู่ประเด็นการกลับ นั่นคือการรุก

เข้าไปยังทะเลน้ำแข็งเพื่อค้นหาแตรวอินคอกนิตา (Terra Incognita) หรือดินแดนผืนใหญ่ทางใต้ที่ยังไม่มีใครเคยพบ ครั้นคร่าวน้ำเหลว เขาก็เดินทางกลับบ้าน เพื่อเตรียมการสำรวจครั้งใหม่ในปี 1772 หลังจากพยายามค้นหาในพหามกลางสภาพอากาศหนาวเหน็บอยู่ 3 ปี เรือที่ซึ่งบังคับกลายเป็นกับตันคุก ก็เชี่ยวชาญการบังคับเรือเข้าไปรับลมเพื่อขจัดหิมะออกจากใบเรือ

“วันจันทร์ที่ 6 กุมภาพันธ์ (1775) เรายังมุ่งสู่ทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้จนถึงเที่ยง เรามาอยู่ที่ละติจูด 58 องศา 15 ลิปดาได้ ลองจิจูด 21 องศา 34 ลิปดาตะวันตก และยังไม่เห็นแผ่นดินหรือสัญญาณใดๆ ว่ามีแผ่นดินอยู่ใกล้ ข้าพเจ้าสรุปว่า สิ่งที่เราได้เห็นและเข้าใจตั้งชื่อให้ว่า แซนตวิชแลนด์ นั้นเป็นหมู่เกาะ หรือไม่ก็ต้องเป็นปลายแหลมของทวีปใหญ่ ด้วยความมั่นใจเหลือเกินว่า จะต้องมีส่วนติดอยู่ใกล้ทั่วโลก ซึ่งเป็นแหล่งให้กำเนิดน้ำแข็งส่วนมากที่กระจายไปทั่วมหาสมุทรทางใต้จนไพศาล...ผืนดินนี้ต้องใหญ่โตพอตัว...กระนั้นก็เป็นความจริงที่ว่า บริเวณส่วนใหญ่ของทวีปทางใต้ (ตามสมมุติฐานว่ามีเพียงทวีปเดียว) ต้องอยู่ภายในเส้นขั้วโลก (Polar Circle) ซึ่งมีน้ำแข็งลอยอยู่เต็มทะเลจนไม่สามารถเข้าถึงผืนดินนั้นได้”

กับตันคุกคำนวณละติจูดและลองจิจูดได้เที่ยงตรงกว่านักสำรวจยุคก่อนหน้า คุกจึงทราบตำแหน่งที่แม่นยำของตนโดยการเทียบตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์กับดวงดาวตามวิธีที่ยัลเลีย์พัฒนาขึ้น และอาศัยเครื่องจับเวลาแบบใหม่ซึ่งเทียบเวลากับนาฬิกากลางที่หอดูดาวกรีนิชในอังกฤษ แผนที่ของเขายกเลิกเส้นทางจากอาร์กติกเชสในเกาะดีแอร์ราเดลฟงกิก ซึ่งเป็นแหล่งหาไม้และน้ำจืด ไปยังอาร์กติกในนออสเตรเลีย ซึ่งเขาตั้งชื่อตามลักษณะที่มีพืชสายพันธุ์ใหม่มากมาย และคำว่าโพเวอร์ตีโนวีซีแลนด์ ซึ่งกับตันคุกกล่าวว่า “ไม่พบสิ่งที่น่าปรารถนาสักอย่าง”

พอถึงปี 1831 เอช.เอ็ม.เอส. บีเกิล เรือชนเครื่องมือสำรวจ ซึ่ง

สามารถเดินทางข้ามมหาสมุทรและแล่นเลาะเลียบชายฝั่งหรือเข้าสู่ปากแม่น้ำต่างๆ ได้ ก็เริ่มต้นการสำรวจโลกใหม่อย่างแม่นยำขึ้นโดยไม่เคยปรากฏ กับต้นเรือลำนี้ได้ใครในมิเตอร์ที่ดีที่สุดติดไปด้วย 22 เครื่อง มันคือเครื่องจับเวลาแบบเบ็ดเตล็ดที่ที่ปัดนคุยกยกย่องไว้ในระหว่างการเดินทางสำรวจครั้งที่สอง เมื่อกลับต้น โรเบิร์ต พิตซ์รอย ได้แผนการออกสำรวจทวีปอเมริกาได้อย่างละเอียดก่อนจะเดินทางกลับบ้านโดยข้ามผ่านหมู่เกาะอินดีสตะวันตก เขาก็เริ่มมองหาสุขภาพบุตรที่จะร่วมเดินทางไปกับเขา พิตซ์รอยต้องการผู้มีความสนใจด้านธรณีวิทยาและธรรมชาติวิทยา ทั้งยังยินดีออกค่าใช้จ่ายเอง ในที่สุดเขาก็ได้ชาร์ล ดาร์วิน วัย 22 ปีซึ่งเพิ่งจบมหาวิทยาลัยและยังไม่รู้ว่าจะทำอาชีพใดเป็นมิตรเดินทาง

เรือปีทำให้ดาร์วินต้องทรมานด้วยอาการเมาคลื่น แม้เขาจะปราศจากพิษณะ และสามารถระลอกเรือเมื่อจอดเทียบท่าที่เมืองไหนก็ได้ แต่ดาร์วินก็ร่วมเดินทางไปกับเรือปีเกิดตลอดระยะเวลา 5 ปี เขาจัดการกับอาการเมาคลื่นโดยพยายามใช้เวลาบนบกให้นานที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในขณะที่พิตซ์รอยนำเรือแล่นเลาะรอบชายฝั่งเพื่อทำแผนที่ของอาร์เจนตินา จิลี หมู่เกาะฟอล์กแลนด์และหมู่เกาะกาลาปากอส

ในช่วงฤดูร้อนของปี 1832 ดาร์วินบันทึกไว้ว่า “ข้าอยู่ที่มัลดีนาโดนาน 10 สัปดาห์ นานพอจะรวบรวมตัวอย่าง สัตว์ นก และสัตว์เลื้อยคลานได้ครบถ้วน ข้าจะเล่ารายละเอียดการเดินทางสำรวจ จนถึงแม่น้ำปาลันโกที่อยู่ห่างออกไปทางเหนือราว 70 ไมล์ ทุกสิ่งในแผ่นดินนี้มีราคาถูกแสนถูก ข้าสามารถใช้จ่ายเงินเพียงวันละสองดอลลาร์ หรือ 8 ซิลลิง ว่าจ้างชายสองคนกับม้าร่วมสิบตัว เพื่อนร่วมทางของข้ามีปืนและดาบโค้งพร้อมสรรพ ซึ่งข้ามองว่าออกจะเกินจำเป็น กระนั้นข้าวแรกที่ว่าเข้ามาข้าพเจ้าคือ เมื่อวันก่อน มีผู้พบศพนักเดินทางจากเมืองมอนเตวิดโอถูกปาดคอนอนตายคาถนน มันเกิดขึ้นใกล้กับไม้กางเขนซึ่งระบุตำแหน่งการฆาตรกรรมครั่งก่อน”

แม้ต้องเสียอันตรายจากสงครามในท้องถิ่น ดาร์วินยังเลือกจะ

เดินทางสำรวจทางบกมากกว่าทางทะเล

“วันที่ 11 สิงหาคม (1833) คุณแฮร์ริส ชาวอังกฤษผู้พำนักอยู่ในปาตาโกเนีย พร้อมคนนำทางกับโคบาลอีก 5 คน ซึ่งติดต่อการค้ากับพวกทหาร ได้ร่วมเดินทางไปกับข้า...หลังจากผ่านน้ำพุธรรมชาติไปไม่นาน เราก็พบกับต้นไม้เลื้อยชื่อ ซึ่งชาวอเมริกันพื้นเมืองยกย่องในฐานะสมุนไพรของวัลลิสซู...เราแวะพักค้างแรมห่างจากต้นไม้ประหลาดนี้ประมาณสองลีก (ราว 6 ไมล์) ทันใดนั้น โคบาลตาไวก็เหลือบไปเห็นวัวเคราะหีร้ายและออกไล่ล่า ไม่นานที่ต่อมามันก็ถูกลากมาฆ่าและ ตอนนั้นพวกเรามีสิ่งจำเป็นในชีวิตสำหรับการ สำหรับการตั้งแคมป์ ‘en el campo’ คือหญ้าสำหรับเลี้ยงม้า น้ำ (ในบ่อโคลนเล็กๆ เท่านั้น) เนื้อ และไม้ฟืน ถ้าเจอสิ่งเหล่านี้ บรรดาโคบาลก็พอใจจะอารมณ์ดีขึ้นทันที และไม่นานเราก็เริ่มเตรียมย่างเจ้าวัวเคราะหีร้าย นี่เป็นคืนแรกที่ข้าพเจ้าได้เดินทางผ่านท้องฟ้าไร้เมฆหมอก มี recado (อานม้า) ต่างเตียง ชีวิตเสรีของพวกโคบาลเต็มไปด้วยความสนุกสนาน สามารถหยุดม้าและบอกว่า “เราจะพักค้างแรมกันที่นี่” เมื่อไรก็ได้ ภาพท้องทุ่งอันเขียวสดไร้ชีวิต สุนัขเฝ้ายาม และโคบาลร่อนเร่รอบกองไฟ ยังแจ่มชัดในความทรงจำฉันแรก ซึ่งข้าจะไม่วันลืม”

หลังจากดาวินเดินทางกลับถึงอังกฤษ เขาจะแต่งงานและวางรากฐานให้ลูกๆ จากนั้นจึงใช้เวลาหลายปีไปกับการครุ่นคิด ขนุนกและของทีระลึกอื่นๆ ที่เขานำกลับไปจากเกาะกาลาปากอสช่วยให้เขาไขความลับเรื่องความหลากหลายของชีวิตได้

แต่นั้นคือเรื่องในอนาคต ตอนนั้นดาร์วินใช้เวลาค้นหาซากดึกดำบรรพ์ศึกษาภูมิหลังทางธรณีวิทยา พืชที่เอ็กเขาแอนดีส เพื่อหาคำอธิบายเรื่องพลังที่สร้างสรรค์ซึ่งเทือกเขามหึมาแห่งนี้ บดขยี้มันจนกลายเป็นก้อนกรวด และเขายามันจนสิ้นไหว

“วันที่ 20 กุมภาพันธ์ (1835) เป็นวันที่ควรจำจด...เพราะเกิดแผ่นดินไหวครั้งรุนแรงที่สุดในความทรงจำของข้าในเมืองวัลลิสซู ต่อมานี้ผม

นอนพักเหนื่อยอยู่ได้ร่มไม่ชายทะเล มันเกิดขึ้นกะทันหัน แผ่นดินสั่นอยู่สองนาที่แต่เรากลับรู้สึกว่ามันยาวนานกว่านั้น แผ่นดินไหวแรงจนรู้สึกได้ ข้าพเจ้าและเพื่อนรู้สึกว่าการสั่นไหวมาจากทางตะวันตกออก คนอื่นๆ รู้สึกว่ามันมาจากทางตะวันตกเฉียงใต้ เราจึงได้เห็นว่าการบอกลักษณะการสั่นไหวยากเพียงใด เราลุกขึ้นยืนได้ไม่ยาก ทว่าแรงสั่นสะเทือนทำให้ข้าพเจ้าเวียนหัว มันให้ความรู้สึกคล้ายกับเรือที่แล่นผ่านระลอกคลื่นเล็กๆ ...”

ในความเป็นจริง ตัวทวีปเองก็กำลังเดินทาง เป็นผู้โดยสารบนเปลือกโลกแผ่นมหึมาซึ่งเคลื่อนที่ตลอดเวลา ในปี 1912 นักธรณีวิทยาชาวเยอรมันชื่อ อัลเฟรด เวกเนอร์ อธิบายว่า รูปร่างของชายฝั่งตะวันออกของทวีปอเมริกาได้สอดคล้องกับชายฝั่งแอฟริกาตะวันตก เนื่องจากทวีปทั้งสองเป็นภาพต่อชุดเดียวกัน ในยุคก่อนประวัติศาสตร์พวกมันเคยเชื่อมต่อกัน และต่างเป็นส่วนหนึ่งของผืนแผ่นดินซึ่งเวกเนอร์ขนานนามว่า “พันเจีย” (“ผืนดินทั้งหมด”) ล้อมรอบด้วยผืนน้ำชื่อ “พันทาลาสซา” (“ผืนน้ำทั้งหมด”) จวบจนพลังทางธรณีแยกมันออกจากกัน

ทุกวันนี้โลกเก่าและโลกใหม่ยังคงเคลื่อนห่างจากกันตามแนวรอยแยกใต้ทะเลกลางมหาสมุทรแอตแลนติกที่กว้างขึ้นเรื่อยๆ วัตถุหลอมละลายผุดขึ้นจากภายในโลก ก่อตัวเป็นพื้นมหาสมุทรใหม่ ขณะที่มหาสมุทรแอตแลนติกขยายตัว มหาสมุทรแปซิฟิกกลับหดเล็กลงเรื่อยๆ ลึกลงไปได้หลายฟุตที่ไม่สงบของปลู ชิลี ญี่ปุ่น และฟิลิปปินส์ พื้นมหาสมุทรเก่าแก่และเยือกเย็นกำลังจมลงสู่ร่องลึกของโลก เพื่อไปเสริมให้เกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสึนามิมหาภัย

พื้นมหาสมุทรนั้นเกิดขึ้นใหม่อยู่เสมอ และไม่มีส่วนไหนมีอายุเกิน 200 ล้านปี ขณะที่ทวีปต่างๆ ลอยตัวอยู่ด้านบนมาตลอด มันอาจสีกร่อนไปบ้างแต่ยังคงสภาพเดิมแม้จะผ่านไประลอกถึง 4 พันล้านปี ยามเผชิญแรงกดดันทวีปจะไม่มุดตัวจมลงไปอยู่ใต้กันและกัน แต่จะเกิดรอยยับย่น เพื่อกันเขาอัปปาเลเซียนคือหลักฐานการปะทะกันระหว่างทวีป

แอฟริกาและอเมริกาเหนือ แรงกดดันยังทำให้เทือกเขาหิมาลัยสูงขึ้นเรื่อยๆ แม้ในขณะนี้

การสำรวจยุคใหม่ซึ่งอาศัยเรือดำนํ้าและยานอวกาศได้เปิดเผยความจริงที่ว่า โครงข่ายเส้นเขตแดนธรรมชาติของโลกนั้นซ่อนอยู่ใต้ผิวนํ้า ส่วนเขากลางมหาสมุทรและร่องลึกเกิดฝั่งแบ่งผิวโลกออกเป็นภาพต่อเนื่องบนเปลือกโลกราว 30 แผ่น บ้างรองรับส่วนเสี้ยวของผืนทวีป บ้างรองรับพื้นที่ทะเล ภาพต่อเนื่องเปลี่ยนแปลงไปเมื่อความร้อนที่ยังหลงเหลืออยู่นับแต่การกำเนิดชั้นฐานรุนแรงของโลกและการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีผลักดันให้เปลือกโลกแยกจากกัน ชนกัน หรือบดขยี้ขอบของเปลือกโลกแผ่นอื่นๆ

คลื่นแผ่นดินไหวซึ่งเคลื่อนตัวผ่านออกมาช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะภายในของโลก มอบเบาะแสว่าทวีปและพื้นมหาสมุทรต่างเป็นเพียงชั้นหรือเปลือกบางๆ ที่ห่อหุ้มโลก เปลือกโลกได้มหาสมุทรบางส่วนหนาแค่ไม่กี่ไมล์ ขณะที่เปลือกที่มีทวีปนั้นหนาเฉลี่ย 20 ไมล์ขึ้นไป กระนั้นมวลเปลือกโลกทั้งหมดก็คิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 0.5 ของโลกเท่านั้น ดาวเคราะห์ของเราจึงมีองค์ประกอบหลัก (ราวสองในสามของมวลทั้งหมด) เป็นหินหลอมละลายหรือแมกเนตลิตซึ่งเคลื่อนตัวอยู่ระหว่างเปลือกโลกกับแกนโลก ที่ใจกลางของโลกมีแกนเหล็ก-นิกเกิล ซึ่งส่วนหนึ่งเย็นตัวลงจนเป็นก้อนกลมแข็ง นักวิทยาศาสตร์ด้านแผ่นดินไหวสามารถฟังมันหมุนอย่างเป็นอิสระอยู่ภายในแกนชั้นนอกที่ยังเป็นของเหลว โดยแกนของแข็งจะหมุนเร็วกว่าโลกในอัตราวันละเกือบหนึ่งวินาที

นอกเหนือจากโลกเบื้องล่าง ชั้นบรรยากาศที่เราเองไม่เห็นก็ถูกศึกษาและแบ่งแยกจนหมดสิ้น นับจากชั้นโทรโปสเฟียร์ที่อยู่ต่ำสุด ขึ้นไปถึงชั้นสตราโทสเฟียร์ เมโซสเฟียร์ จนถึงชั้นเทอร์โมสเฟียร์ที่อยู่สูงสุด เราสามารถทำแผนที่สนามแม่เหล็กและแถบรังสีที่รายล้อมโลกได้จากอวกาศ เครื่องถ่ายภาพเทียมระยะปฏิบัติการบนพื้นโลก หรือจีพีเอส สามารถบอกตำแหน่งสถานที่ หรือแม้กระทั่งมนุษย์แต่ละคนบนโลกได้อย่างแม่นยำ

ในระดับเทมเปตร ขณะที่ตัวสะท้อนลำแสงเลเซอร์ซึ่งมนุษย์อวกาศในโครงการอพอลโลได้ติดตั้งไว้บนดวงจันทร์ ก็บอกระยะทางระหว่างโลกและดวงจันทร์อย่างแม่นยำ

บัดนี้เราทราบตำแหน่งของโลกในอวกาศอย่างถูกต้องแม่นยำ จนกระทั่งปรากฏการณ์ทรานซิทของดาวศุกร์ครั้งล่าสุด เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2004 ซึ่งถูกลดชั้นลงเป็นแค่คำโฆษณาเพื่อการท่องเที่ยว กลับเป็นปรากฏการณ์ที่มนุษย์ซึ่งมีชีวิตอยู่บนโลกยุคปัจจุบันไม่เคยเห็นมาก่อน เพราะการทรานซิทครั้งก่อนหน้านั้นเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 1882 ในคาบเวลานับจากปรากฏการณ์ทรานซิทเมื่อปี 1882 จนถึงครั้งล่าสุด ขอบเขตของ “โลกที่เรารู้จัก” ได้ขยายออกไปจนครอบคลุมดาวเคราะห์ดวงอื่นในระบบสุริยจักรวาล ดาวเคราะห์นอกกระบบดวงอาทิตย์ของเราในดาราจักร รวมถึงภาพคร่าวๆ ของทางช้างเผือกซึ่งเคลื่อนผ่านอวกาศพร้อมกับดาวฤกษ์นับล้านๆ การมองลึกเข้าไปยังพรมแดนอันไพศาลยังเปิดโอกาสให้เรา รู้จักกับดาราจักรอื่นๆ ในกลุ่มดาราจักรของเรา (Local Group) รวมทั้งกระจุก และมหากะจุกดาราจักรซึ่งทอดตัวออกไปยังอวกาศ ย้อนกลับไปสู่ช่วงเวลาที่ยังมืดทึบกำกวมก้ำกึ่งนั้น กระนั้นความเข้าใจอันสลับซับซ้อนเกี่ยวกับสิ่งรอบตัวเราก็เป็นเพียงความตระหนักรู้ ณ ช่วงขณะปัจจุบัน ไม่ต่างอะไรกับแผนที่ของพิโตเลมี

