

Sophia

On the Origin of Time กำเนิดแห่งกาลเวลา

Thomas Hertog

เขียน

ปิยบุตร บุรีคำ

แปล



การอ่านคือรากฐานที่สำคัญ



ແຕ່ ທາກລີ້



ທດລອງອ່ານ

คำนำสำนักพิมพ์

เพื่อให้คุณเข้าใจว่าหนังสือเล่มนี้ “พิเศษ” อย่างไร เรามาทวนความเข้าใจให้ตรงกันก่อน

คำว่า “ฟิสิกส์” มีรากศัพท์มาจากคำกรีกว่า *physis* แปลว่า “ธรรมชาติ” องค์ความรู้นี้จึงครอบคลุมแทบทุกเรื่อง และเท่าที่เราเข้าใจกัน นักฟิสิกส์ศึกษาธรรมชาติในลักษณะที่สามารถพิสูจน์ตรวจสอบสร้างเป็นกฎเกณฑ์ใช้ทำนายอนาคตและอดีตได้ นั่นแปลว่าธรรมชาติที่พวกเขาศึกษาล้วนเป็นเรื่องทาง “กายภาพ” ตั้งแต่ธรรมชาติของน้ำ ธรรมชาติของอิเล็กตรอน ธรรมชาติของแรงต่างๆ เช่น แรงนิวเคลียร์ ความโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า จนถึงธรรมชาติของสิ่งใหญ่ๆ อย่างดวงดาว ระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพทั้งหมด

หากแต่มีบางสิ่งที่เดิมไม่เคยนับว่าอยู่ในขอบเขตฟิสิกส์ นั่นคือ ธรรมชาติของชีวิต ธรรมชาติของความคิด ธรรมชาติของความรู้สึก ธรรมชาติของจิตใจ เรามักยกให้มันเป็นเรื่องทางชีววิทยา จิตวิทยา มานุษยวิทยา สัตววิทยา ฯลฯ และนี่เองคือความยิ่งใหญ่หาญกล้าที่สุดของหนังสือเล่มนี้ ในร่างกายสลิบลึกไร้เรียวแรงลงทุกวันของสตีเฟน ฮอว์กิง บรรจุมองที่ทรงพลังที่สุดแห่งศตวรรษ สมองดังกล่าวตั้งคำถามอย่างหาญกล้าอย่างไม่มึนนักฟิสิกส์คนไหนกล้ามาก่อน

ทำไมธรรมชาติแห่งโลกทางกายภาพทั้งหมดนี้จึง “เอื้อต่อชีวิต”

ในทุกโลกหล้าที่วิทยาการมนุษย์บุกเบิกสังเกตการณ์ไปถึง ไม่เคยมีที่แห่งใดถึงพร้อมด้วยปัจจัยแสนเปราะบางที่จะทำให้ชีวิตอย่างเราดำรงอยู่ได้เลย เปลี่ยนผันเพียงเลี้ยวองศา แปรรวนเพียงเศษแห่งอนุภาค จักไม่มีชีวิตใดดำรงอยู่ที่นี่ ความพอเหมาะอันสุดจะเชื่อได้

ผลักดันให้ฮอว์กิงออกผจญภัยทางสติปัญญาครั้งสุดท้ายของเขา
ร่วมกับโทมัส เฮอร์ต็อก นักเอกภพวิทยาชาวเบลเยียมที่ทำงานร่วมกับ
ฮอว์กิงจนนาทีสุดท้าย และเป็นผู้รับคำสั่งเสียจากฮอว์กิงว่าให้เขียนสิ่งนี้
ขึ้นมา โลกต้องรับรู้

ในการตอบคำถามอภิธานสำคัญข้อนั้น พวกเขาต้องเดินทาง
ย้อนกลับไปสู่คำถามถึงจุดกำเนิดของทุกสิ่งอีกครั้ง และนั่นก็คือ
“เวลา” ในเมื่อสิ่งต่าง ๆ ทั้งหมดที่เรารู้จักดำเนินไป “ในเวลา” ไม่มี
สิ่งใดยกเว้นได้เลย เช่นนั้นแล้วเวลามาจากไหน หากเวลาเกิดมาพร้อม
เอกภพ แล้วเอกภพเกิดมาจากบิกแบง เช่นนั้นแล้วก่อนบิกแบงคือ
อะไร นี่คือการถามที่ต่อมาจะพาให้เราโยนบินข้ามพรมแดนแห่ง
ฟิสิกส์ไปสู่ปัญญาญาณของอภิปรัชญา พัวพันคาบเกี่ยวกับศาสตร์
ทุกแขนงในโลก หากแต่ยังคงหนักแน่นด้วยโครงสร้างตรรกะทาง
คณิตศาสตร์และจิตวิญญาณเยี่ยงนักฟิสิกส์

เฮอร์ต็อกเฉลยคำตอบแห่งทฤษฎีสุดท้ายไว้แล้ว ไม่ใช่แค่อยู่
ในเล่มนี้ แต่อยู่ในหน้าถัดไปที่คุณกำลังจะได้เปิดอ่าน...และเนื้อหา
ทั้งเล่มที่เหลือ คือคำอธิบายคำตอบนั้น

ขอเชิญพลิกดูคำตอบได้เลยในหน้าถัดไป

Sophia

La question de l'origine cache l'origine de la question.

คำถามของจุดกำเนิดซ่อนอยู่ในจุดกำเนิดของคำถาม

– Francois Jacqmin



บทนำ

ประตูห้องทำงานสตีเฟน ฮอว์กิง เป็นสีเขียวโอลีฟ และแม่จะอยู่ตรงห้องส่วนกลางอันวุ่นวาย สตีเฟนก็ชอบแง้มเปิดมันไว้เล็กน้อย ผมเคาะแล้วเดินเข้าไป รู้สึกเหมือนถูกส่งตัวไปยังโลกแห่งการครุ่นคิดอันไร้กาลเวลา

สตีเฟนนั่งอยู่เงียบ ๆ หลังโต๊ะทำงาน ซึ่งหันหน้าสู่ประตูทางเข้าคิระของเขาหนักเกินกว่าจะตั้งตรงอยู่ได้ จึงเอนพิงกับที่พนักคิระบนเก้าอี้รถเข็น เขาค่อย ๆ เลิกตาขึ้นมองและทักทายผมด้วยรอยยิ้มต้อนรับ รวากับรอยยิ้มของผมตลอดมา พยาบาลจัดให้ผมนั่งข้าง ๆ เขา ผมชำเลืองมองที่คอมพิวเตอร์บนโต๊ะทำงาน สกรีนเซฟเวอร์เป็นถ้อยคำวนไปมาบนหน้าจอ *จงกล้าไปในที่ที่สสารแตกสลายอย่างเหี้ยม*

ตอนนั้นคือกลางเดือนมิถุนายน ปี 1998 และเราก็อยู่ในเขาวงกตอันวุ่นวายของแดมพ์ป (DAMTP, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics) ภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์และทฤษฎีฟิสิกส์อันเลื่องชื่อของเคมบริดจ์ DAMTP ตั้งอยู่ในอาคารเก่าสมัยวิกตอเรียที่ล้นเอี่ยมอัดบนฝั่งโอลด์เพรสของแม่น้ำแคม เป็นเวลาเกือบสามทศวรรษ ที่นี่คือฐานที่มั่นของสตีเฟน เป็นศูนย์กลางการค้นคว้าวิจัยทางวิชาการของเขา และเป็นที่นี่เองที่แม่เขาต้องนั่งบนวีลแชร์และไม่สามารถแม้แต่จะยกนิ้วมือ ก็ยังมุ่มมั่นบิดค้ำเอกราชตามประสงค์ตนเองอย่างหลงใหลเต็มตัว

นิล ทูริอก เพื่อนร่วมงานของสตีเฟนเคยบอกผมว่าท่านปรมาจารย์อยากพบผม ก็เพราะวิชาอันแสนสนุกของทูริอก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปรัชญาคณิตศาสตร์ชั้นสูงอันโด่งดังของ DAMTP ที่

จุดประกายให้ผมสนใจเอกภพวิทยา ดูเหมือนสติเฟ่นได้ข่าวว่าผล
การสอบของผมยอดเยี่ยม เขาเลยอยากรู้ว่าผมจะเป็นแคนดิเดตน
นักศึกษาปริญญาเอกในการดูแลของเขาได้แค่ไหน

ห้องทำงานเก่าแก่ขรุขระของสติเฟ่นที่เต็มไปด้วยตำรา
และบทความวิจัยทำให้ผมรู้สึกอับอู่ มีเพดานสูงและหน้าต่างบานใหญ่
ที่ภายหลังผมพบว่าเขาเปิดทิ้งไว้แม้ในวันเย็นเยือกกลางฤดูหนาว
บนผนังติดกับทางเข้ามีภาพมาริลิน มอนโร ข้างใต้มีภาพใส่กรอบ
พร้อมลายเซ็นของฮอว์กกำลังเล่นโป๊กเกอร์กับอินส์โตนและนิวตัน
บนแท่นโซโลแกรมของยานเอนเตอร์ไพรส์ กระดานดำสองแผ่นเต็ม
ไปด้วยสูตรคณิตศาสตร์อยู่บนผนังทางด้านขวา กระดานแผ่นหนึ่งเป็น
การคำนวณไม่นานมานี้เกี่ยวกับทฤษฎีล่าสุดของนีลกับสติเฟ่นว่าด้วย
จุดกำเนิดของเอกภพ แต่รูปร่างและสูตรต่าง ๆ บนกระดานแผ่นที่สอง
ดูเหมือนจะมีมาตั้งแต่ต้นทศวรรษ 1980 หรือนี้อาจเป็นลายมือสุดท้าย
ของฮอว์ก?



รูป 1 กระดานดำนี้แขวนอยู่ในห้องทำงานของสติเฟ่น ฮอว์ก ที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ เป็นเหมือน
ของที่ระลึกจากการประชุม supergravity (ความโน้มถ่วงยิ่งยวด) ที่เขาจัดในเดือนมิถุนายน ปี 1980
เต็มไปด้วยเส้นขยุกขยิก รูปร่าง และสมการ เป็นเหมือนผลงานศิลปะที่ฉายภาพเอกภพอันเป็น
นามธรรมของนักทฤษฎีฟิสิกส์ มีการวาดฮอว์กไว้ตรงกลางใกล้ขอบล่าง โดยหันหลังให้เรา

เสียงคลิกเบา ๆ ดังขึ้นในความเงียบ สตีเฟนเริ่มพูดนั่นเอง เขาสูญเสียเสียงธรรมชาติไปกับการผ่าตัดเจาะคอตอนรักษาโรคปอดบวม เมื่อกว่าทศวรรษก่อน ตอนนี้เขาสื่อสารผ่านเสียงคอมพิวเตอร์อันไร้วิญญาณ เป็นกระบวนการอันเชื่องช้าและยากลำบาก

เขาเค้นแรงน้อยนิดในกล้ามเนื้อลิบแกรินของตน ส่งแรงดันเบา ๆ ไปที่บนอุปกรณ์คลิกหน้าตาเหมือนเมาส์คอมพิวเตอร์ ซึ่งวางอย่างระมัดระวังในอุ้งมือขวาของเขา สกรีนติดตั้งอยู่บนแขนด้านหนึ่งของวิลแชร์สว่างขึ้น แสดงเส้นเชื่อมต่อเสมือนจริงระหว่างความคิดเขากับโลกภายนอก

สตีเฟนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่าอีควอไลเซอร์ ซึ่งมีฐานข้อมูลของถ้อยคำและเครื่องสังเคราะห์เสียงอยู่ในตัว ดูเหมือนเขาจะท่องไปในพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ของอีควอไลเซอร์โดยสัญชาตญาณ กดคลิกเกอร์อย่างเป็นจังหวะราวกับมันกำลังเต้นระบำกับคลื่นสมองของเขา เมนูบนหน้าจอแสดงถ้อยคำที่ใช้ประจำกับตัวอักษรต่าง ๆ ฐานข้อมูลของโปรแกรมครอบคลุมศัพท์เทคนิคในฟิสิกส์ทฤษฎี และโปรแกรมก็ทำนายคำถัดไปที่เขาจะใช้ โดยแสดงเป็นห้าตัวเลือกในแถวด้านล่างของเมนู โชคร้ายที่การเลือกคำอิงอยู่กับอัลกอริทึมการค้นหาพื้นฐาน ซึ่งไม่สามารถแยกแยะระหว่างบทสนทนาทั่วไปกับภาษาทางฟิสิกส์ทฤษฎี บางครั้งเลยให้ผลลัพธ์ตลก ๆ ตั้งแต่รีซอตโตโมโคเรเวพระดับเอกภพไปจนถึงมิติเชิร์ชเพิ่มเติม

อันเดรอ้างว่า ปรากฏบนจอได้เมนู ผมรออยู่นอยู่เงียบ ๆ หวังอย่างยิ่งว่าจะเข้าใจข้อความที่จะตามมา หนึ่งถึงสองนาที่ต่อมาสตีเฟนเอาเคอร์เซอร์ไปที่ไอคอน “พูด” ด้านมุมบนซ้ายของจอแล้วพูดด้วยเสียงอิเล็กทรอนิกส์ว่า อันเดรอ้างว่ามีเอกภพอยู่มากมายเป็นอนันต์บ้างพอสมควร

นั่นไงล่ะ สตีเฟนเปิดเกมแล้ว

อันเดร ลินเด เป็นนักเอกภพวิทยาชาวอเมริกัน - รัสเซียผู้โด่งดังหนึ่งในบิดาผู้คิดค้นทฤษฎีอินเฟลชันของเอกภพในต้นทศวรรษ 1980 ซึ่งเป็นฉบับปรับปรุงของทฤษฎีบิกแบง มีสมมติฐานว่าเอกภพเริ่มต้นขึ้นด้วยการระเบิดสั้น ๆ ของการขยายตัวอันเร็วยิ่งยวดหรืออินเฟลชันต่อมาลินเดปรับปรุงต่อยอดทฤษฎีตนเองอย่างสุดฤทธิ์ โดยอินเฟลชันไม่ได้สร้างแค่เอกภพเดียวแต่หลายหลากมากมาย

ผมเคยคิดว่าเอกภพมากมายทั้งหลายแหล่มีอยู่จริง แต่มันมากมายเท่าไรละ ในแนวคิดของลินเด สิ่งที่เราเรียกว่า “เอกภพ” เป็นเพียงเศษเสี้ยวของ “พหุภพ” (multiverse) อันไพศาลยิ่งกว่าเขาจินตนาการถึงคอสมอส (cosmos) ว่าเป็นอาณาบริเวณที่พองตัวจนใหญ่มหึมาของเอกภพที่แตกต่างกันจำนวนนับไม่ถ้วน ซึ่งอยู่พ้นจากขอบฟ้าเหตุการณ์ของเอกภพอื่น ๆ เหมือนเกาะแก่งที่อยู่ภายในมหาสมุทรที่พองตัวไม่สิ้นสุด นักเอกภพวิทยาเข้าร่วมการผจญภัยหรือหาวอันนี้ ส่วนสติเฟ่นผู้รักการผจญภัยที่สุดกลับตั้งคำถาม

“ทำไมถึงสนใจเอกภพอื่น ๆ ละครับ” ผมถามเขา

คำตอบของสติเฟ่นเป็นเหมือนปริศนา เพราะเอกภพที่เราสังเกตเห็นเหมือนจะถูกออกแบบมานะสิ แล้วเขาก็คลิกต่อ ทำไมเอกภพจึงเป็นอย่างที่เป็น ทำไมถึงมีเราอยู่ตรงนี้

ไม่เคยมีอาจารย์ฟิสิกส์ของผมคนไหนเคยพูดถึงฟิสิกส์กับเอกภพวิทยาแบบอภิปรายเช่นนี้เลย

“นั่นไม่ใช่เรื่องทางปรัชญาหรอกหรือ” ผมลองถาม

“ปรัชญาตายแล้ว” สติเฟ่นกล่าวด้วยดวงตาเปล่งประกาย พร้อมแลกเปลี่ยนเต็มที่ ผมยังไม่ค่อยพร้อม แต่ผมอดคิดไม่ได้ว่าสำหรับคนที่ปฏิเสธปรัชญาอย่างสติเฟ่น เขากลับเชื่อมั่นอย่างเสรีและสร้างสรรค์ในงานของตัวเอง

มีกลิ่นอายความอัศจรรย์อยู่ในตัวสติเฟ่น ด้วยการเคลื่อนไหวเพียงน้อยนิดเขาก็ทำให้บทสนทนามีชีวิตชีวาได้อย่างมาก เขามีเสน่ห์ดึงดูดในแบบที่ผมแทบไม่เคยพบเจอ รอยยิ้มกว้างขวางและสีหน้าแสดงความรู้สึกทั้งอบอุ่นและขี้เล่นในเวลาเดียวกัน ทำให้กระทั่งเสียงหุ่นยนต์ก็ฟังดูนุ่มนวลบุคลิกและดึงดูดผมให้ถลากลึกสู่ความเร็นลับแห่งเอกภพที่เขาได้ครุ่นคิด

เช่นเดียวกับเทพพยากรณ์แห่งเดลฟี เขาเข้าใจของศิลปะแห่งการสื่อความหมายมากมายด้วยคำเพียงไม่กี่คำ ผลที่ได้คือวิธีคิดและพูดถึงฟิลิกส์อย่างเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนใคร รวมถึงฟิลิกส์แผ่นใหม่ที่ผมจะอธิบายต่อไปด้วย แต่ความกะทัดรัดนั้นก็อาจทำให้แม้แต่ความผิดพลาดเล็กๆ น้อยๆ อย่างคำที่หายไปเช่นคำว่า “ไม่” มักนำไปสู่ความหงุดหงิดและสับสน อย่างไรก็ตาม บ่ายวันนั้นผมยินดีตกอยู่ในความสับสน และรู้สึกขอบคุณที่สติเฟ่นต้องความหาคำในอีควอไลเซอร์ เพราะมันทำให้ผมมีเวลาพิจารณาคำตอบนานขึ้น

ผมรู้ว่าเมื่อสติเฟ่นกล่าวว่าเอกภพดูเหมือนถูกออกแบบมา เขาหมายถึงข้อสังเกตที่น่าอัศจรรย์ที่ว่าเอกภพปรากฏขึ้นจากจุดกำเนิดที่รุนแรงอย่างเหมาะสมเจาะต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตเป็นพิเศษ แม้เป็นเวลาอีกหลายพันล้านปีต่อมาก็ตาม ข้อเท็จจริงอันเหมาะสมเจาะพอดีนี้นี้ ไม่ว่าในแง่ไหนก็สร้างปัญหาหนักใจให้นักคตินักปราชญ์มายาวนานหลายศตวรรษ เพราะมันช่างเหมือนถูกใครกำหนดไว้ ราวกับว่าต้นกำเนิดแห่งชีวิตและคอสมอสนั้นเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน และคอสมอสรู้มาตลอดว่าสักวันหนึ่งมันจะกลายเป็นบ้านของเรา แล้วเราจะทำความเข้าใจการปรากฏอันชวนพิศวงของเจตจำนงนี้ได้อย่างไร นี่เป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญที่มนุษย์ตั้งคำถามเกี่ยวกับเอกภพ และสติเฟ่นรู้สึกอย่างลึกซึ้งว่าทฤษฎีเอกภพวิธานน่าจะสามารถตอบคำถามนี้ได้ ความเป็นไปได้หรือความหวังว่าจะสามารถไขปริศนาแห่ง

การออกแบบเอกภพเป็นแรงผลักดันผลงานส่วนใหญ่ของเขา

เรื่องนี้พิเศษยิ่งในตัวมันเอง นักฟิสิกส์ส่วนใหญ่เลือกหนทางจากประเด็นยาก ๆ ที่ดูเหมือนปรัชญาเช่นนี้ หรือไม่ก็เชื่อว่าสักวันจะพบว่าสภาวะบัพตยกรรมแสนประณีตของเอกภพนั้นเป็นไปตามหลักการทางคณิตศาสตร์อันงดงาม ณ หัวใจของทฤษฎีแห่งสรรพสิ่ง หากเป็นเช่นนั้นจริง การออกแบบของเอกภพที่เราประจักษ์นี้ย่อมดูเป็นความบังเอิญโชคดี เป็นผลลัพธ์โดยบังเอิญของกฎธรรมชาติอันเป็นวัฏวิสัย และไม่ใช่เรื่องส่วนตัว

แต่ทั้งสตีเฟนและแอนดรูว์ไม่ใช่นักฟิสิกส์ธรรมดาครับ พวกเขาถึงเลที่จะวางเดิมพันกับความงามแห่งนามธรรมของคณิตศาสตร์ พวกเขาารู้สึกว่าการปรับจูนเอกภพที่ก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตกลับนี้เชื่อมโยงกับปัญหาหลักซึ่ง ณ รากเหง้าแห่งวิชาฟิสิกส์ ด้วยไม่พอใจกับการใช้แค่กฎธรรมชาติ พวกเขาค้นหาภาพทัศน์ที่กว้างกว่าของฟิสิกส์ ซึ่งรวมถึงการตั้งคำถามต่อจุดกำเนิดของตัวเอง ทำให้พวกเขาใคร่ครวญเรื่องบิกแบง เพราะคาดการณ์กันว่า ณ จุดกำเนิดของเอกภพเป็นจุดที่มีการออกแบบงานดีไซน์คล้ายกฎ และ ณ จุดกำเนิดนี้เองที่สตีเฟนกับแอนดรูว์เห็นแย้งกันอย่างรุนแรง

แอนดรูว์จินตนาการเอกภพว่าเป็นอวกาศใหญ่ยักษ์ที่กำลังพองตัวหลายบิกแบงสร้างเอกภพใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง แต่ละเอกภพมีสมบัติทางกายภาพของมันเองที่ราวกับคล้ายบรรยากาศของเอกภพของเรา เขาอธิบายว่าเราไม่ควรแปลกใจหากพบว่าเราอยู่ในเอกภพหายากที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิต เพราะแน่นอนว่าเราไม่อาจดำรงอยู่ได้ในเอกภพจำนวนมากมายที่ไม่อาจหล่อเลี้ยงชีวิต ความรู้สึกเหมือนมีการออกแบบอันยิ่งใหญ่สุดยอดอยู่เบื้องหลังนั้น ล้วนเป็นมายาในพหุภพของลินเด่ ซึ่งเกิดจากมุมมองอันจำกัดของเราต่อคอสมอส

สตีเฟนอธิบายว่าการขยายเอกภพอย่างยิ่งใหญ่ของลินเด่ จาก

เอกภพเดียวสู่พหุภพนั้นเป็นแพนตาซีทางอภิปรัชญาที่ไม่ได้อธิบายอะไรเลย แม้ผมพอรู้ว่าเขาไม่อาจพิสูจน์มันได้ กระนั้นผมก็พบว่ามันน่าสนใจและน่าตื่นเต้นที่นักเอกภพวิทยาที่โด่งดังที่สุดของโลกสองคน แม้เห็นแย้งกันอย่างรุนแรง ต่างก็อภิปรายปัญหาในระดับรากฐานนี้ด้วยความแน่วแน่นแรงกล้า

ลินเดไม่ได้ยกหลักการแห่งมานุษยวิทยาหรือเงื่อนไขที่เราดำรงอยู่หรอกครับ ในการเลือกเอกภพที่เหมาะสมจะมีชีวิต ในบรรดาพหุภพทั้งหลาย ผมลองถาม

สติเฟนเบนสายตามามองผมและขยับปากเล็กน้อย ผมจึงบรรยายต่อมาผมได้รู้ว่าภิกษุนี้หมายถึงเขาไม่เห็นด้วย เมื่อเขาเห็นว่าผมยังไม่รู้จักอวัจนภาษาที่เขาสื่อสารกับคนใกล้ชิด เขาก็เบนสายตากลับไปมองจอและสร้างประโยคใหม่ขึ้นมาหนึ่งประโยค ที่จริงก็สองประโยค

หลักการแห่งมานุษยวิทยาคือคำปรึกษาอันสันคิต เขาเขียนผมใจลอยไปกับการคลิกของเขา มันเป็นการปฏิเสธความหวังในการทำความเข้าใจระบบระเบียบเบื้องหลังเอกภพบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์

นี่น่าแปลกใจนะครับ ผมเคยอ่าน *A Brief History of Time* จึงตระหนักดีว่าฮอว์กิงในยุคแรกๆ เคยสนใจหลักการแห่งมานุษยวิทยาว่าเป็นส่วนหนึ่งของคำอธิบายเอกภพ เนื่องจากเป็นนักเอกภพวิทยาโดยจิตวิญญาณ สติเฟนตระหนักตั้งแต่แรกถึงการฟ้องประสานอันน่าประหลาดใจระหว่างสมบัติทางกายภาพในสเกลใหญ่ๆ ของเอกภพ กับการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตเช่นที่เป็น ย้อนกลับไปถึงต้นทศวรรษ 1970 เขาเสนอข้ออภิปรายเชิงมานุษยวิทยาที่พบในเวลาต่อมาว่าไม่ถูกต้อง ข้ออภิปรายนั้นเป็นคำอธิบายว่าทำไมการขยายตัวของเอกภพจึงดำเนินไปในอัตราเดียวกันในอวกาศทั้งสามทิศทาง² นี่เขาเปลี่ยนใจเรื่องความถูกต้องของการใช้เหตุผลเชิงมานุษยวิทยาในเอกภพวิทยาแล้วอย่างนั้นหรือ

ในขณะที่สตีเฟนหยุดพักเพื่อเคลียร์หลอดลม ผมมองไปรอบ ๆ ห้องทำงานเขา หนังสือ *A Brief History of Time* ที่แปลเป็นภาษาแปลก ๆ กองสูงบนชั้นที่ทอดยาวตามผนังห้องทางด้านซ้าย ผมสงสัยว่าอะไรอีกในนั้นที่เขาไม่เชื่ออีกต่อไปแล้ว ถัดไปจากกองหนังสือประวัติย่อนี้ ผมสังเกตเห็นแถววิทยานิพนธ์นักศึกษابริฏานาเอกรุ่นก่อน ๆ ของเขา เริ่มตั้งแต่ต้นทศวรรษ 1970 สตีเฟนก่อตั้งสำนักคิดอันโด่งดังขึ้นที่เคมบริดจ์ รวมเอาเหล่านักศึกษาวิจัยและนักวิจัยหลังปริญญาเอกกลุ่มเล็ก ๆ ทุมนเวียนผลัดเปลี่ยนกัน

หัวข้อวิทยานิพนธ์ของพวกเขาเหล่านี้พิจารณาปัญหาสำคัญที่สุดที่ฟิสิกส์ค้นคว้าหนักหน่วงมาตอนปลายศตวรรษที่ยี่สิบ จากทศวรรษ 1980 ผมเห็น *Gravity: A Quantum Theory?* ของไบรอัน วิตต์ และ *Time and Quantum Cosmology* ของเรย์มอนด์ ลาฟลามม์ ส่วนหนังสือ *Spacetime Wormholes and the Constants of Nature* ของเฟย์ โดวเกอร์ พาผมย้อนไปต้นทศวรรษ 1990 ตอนที่สตีเฟนกับผู้ร่วมงานครุ่นคิดเกี่ยวกับรูหนอน ซึ่งเป็นสะพานทางเรขาคณิตข้ามผ่านอวกาศ ส่งอิทธิพลต่อสมบัติต่าง ๆ ของอนุภาคมูลฐาน (ต่อมา คิป ธอร์น เพื่อนของสตีเฟนใช้แนวคิดรูหนอนในภาพยนตร์ *Interstellar* เพื่อนำคูเปอร์กลับมาสู่ระบบสุริยะ) ทางขวาของวิทยานิพนธ์เฟย์คือ *Problems in M Theory* โดยมาริกา เทย์เลอร์ ศิษย์คนล่าสุดของสตีเฟน มาริกาทำงานภายใต้คำชี้แนะของฮอว์กิงในช่วงกลางการปฏิวัติสตริงครั้งที่สอง เมื่อทฤษฎีกลายร่างไปเป็นเครือข่ายกว้างใหญ่ที่เรียกว่าทฤษฎีเอ็ม และสตีเฟนก็เริ่มอุ้มเครื่องในการศึกษาแนวคิดนี้

ด้านซ้ายสุดของหิ้งมีหนังสือปกหนาสี่เขียวที่เก่ากว่าอยู่สองเล่ม ชื่อ *Properties of Expanding Universes* นี่คือนิพนธ์ระดับปริญญาเอกของสตีเฟนเองเมื่อกลางทศวรรษ 1960 ตอนเสาะอากาศ

รูปแตรเขาสัตว์โฮล์มเดลที่ห้องปฏิบัติการโทรศัพท์เบลล์ ตรวจจับสัญญาณสะท้อนแรก ๆ จากบิกแบงร้อนได้ในรูปของรังสีไมโครเวฟจาง ๆ สตีเฟนพิสุจน์ไว้ในวิทยานิพนธ์ของเขาว่า หากทฤษฎีความโน้มถ่วงของไอน์สไตน์ถูกต้อง การดำรงอยู่ของสัญญาณสะท้อนนี้ย่อมแปลว่ากาลเวลาลงจอดต้องมีจุดเริ่มต้น แล้วมันจะเข้ากับแนวคิดพหุภพของอันเดอร์ที่เราเพิ่งกล่าวถึงได้อย่างไรกันล่ะ

ทางขวามือของสตีเฟน ผมเห็นหนังสือ *Gravitational Radiation and Gravitational Collapse* ของแกรี กิบบอนส์ นักศึกษาปริญญาเอกคนแรกของสตีเฟนตอนต้นทศวรรษ 1970 ในช่วงเวลานักฟิสิกส์ชาวอเมริกัน โจ วิเบอร์ อ้างว่าได้ยืนยันการระเบิดของคลื่นความโน้มถ่วงหลายครั้งจากใจกลางทางช้างเผือก ความเข้มของคลื่นความโน้มถ่วงที่เขารายงานนั้นสูงมากจนดูเหมือนกาแล็กซีกำลังสูญเสียมวลสารด้วยอัตราที่ทำให้มันไม่อาจคงดำรงอยู่ได้นานชั่วมิลลิปี หากนี่เป็นความจริง อีกไม่นานก็จะมีกาแล็กซีหลงเหลืออยู่ ด้วยอัศจรรย์ใจในความย้อนแย้งนี้ สตีเฟนกับแกรีเกิดไอเดียว่าจะสร้างเครื่องตรวจจับคลื่นความโน้มถ่วงในชั้นใต้ดินของ DAMTP นี่เป็นเรื่องเฉียดฉิวเพราะข่าวลือเรื่องคลื่นความโน้มถ่วงกลับกลายเป็นไม่จริง และต้องใช้เวลากว่าสิบปีกว่าไลโก (LIGO) สถานีสังเกตการณ์คลื่นความโน้มถ่วงแบบการแทรกสอดเลเซอร์ประสบความสำเร็จในการตรวจจับการสั่นกระเพื่อมบางเบานี้ได้

ปกติสตีเฟนจะรับนักศึกษาวิจัยใหม่หนึ่งคนในแต่ละปี เพื่อทำงานร่วมกับเขาในโปรเจกต์อันเสียงสูงแต่ก็มีโอกาสดังสูง ไม่ว่าจะเป็นหลุมดำ ดาวฤกษ์ยุบตัวที่ซ่อนอยู่หลังขอบฟ้า หรือบิกแบง เขาพยายามสลับสับเปลี่ยนให้นักศึกษาคนหนึ่งทำวิจัยหลุมดำและคนถัดไปทำเกี่ยวกับบิกแบง เพื่อให้นักศึกษาในกลุ่มของเขาครอบคลุมงานวิจัยทั้งสองสาขาอยู่ตลอดเวลา เขาทำเช่นนั้นเพราะหลุมดำกับบิกแบง

เป็นเหมือนหยินกับหยางในความคิดของเขา ความรู้ความเข้าใจสำคัญ
ของสติเฟื่องเกี่ยวกับบิกแบงสามารถสืบย้อนไปได้ถึงแนวคิดที่เขาพัฒนา
ขึ้นครั้งแรกในการศึกษาหลุมดำ

ทั้งภายในหลุมดำและ ณ บิกแบง โลกมหภาคของความโน้มถ่วง
หลอมรวมเข้ากับโลกจุลภาคของอะตอมกับอนุภาคอย่างแท้จริง ภายใต้
เงื่อนไขอันสุดโต่งนี้ ทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์ที่บรรยายความ
โน้มถ่วงกับทฤษฎีควอนตัมควรต้องทำงานร่วมกัน แต่มันกลับไม่เป็น
เช่นนั้น และเป็นที่รู้กันทั่วไปว่านี่เป็นหนึ่งในปัญหาฟิสิกส์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุด
ซึ่งยังไม่อาจแก้ได้ ตัวอย่างเช่น ทั้งสองทฤษฎีมีมุมมองที่แตกต่างกัน
อย่างสิ้นเชิงต่อความเป็นเหตุผลและความกำหนดแน่ (determinism)
ในขณะที่ทฤษฎีของไอน์สไตน์ยึดโยงอยู่กับความกำหนดแน่ของนิวตัน
กับลาปลาซ ทฤษฎีควอนตัมมีองค์ประกอบพื้นฐานเป็นความไม่แน่นอน
กับความสุ่ม และคงเหลือเพียงแนวคิดกำหนดแน่แบบลดทอนประมาณ
ครึ่งหนึ่งของที่ลาปลาซเคยคิดไว้ เวลาหลายปีต่อมา กลุ่มความโน้มถ่วง
ของสติเฟื่องกับเหล่านักศึกษาลูกหาพ่อแม่ทำงานวิจัยมากมาย ซึ่งเผย
ให้เห็นถึงปัญหาย้อนแย้งเชิงแนวคิดลึกซึ้งเมื่อพยายามจับคู่หลักการ
ที่ดูขัดแย้งกันเองของสองทฤษฎีฟิสิกส์เข้าด้วยกัน ให้กลายเป็นกรอบ
ทฤษฎีที่สอดคล้องเป็นหนึ่งเดียว

ตอนนี้สติเฟื่องได้รับการ “ดูแลเรียบร้อยแล้ว” ตามคำของพยาบาล
เขาเริ่มคลิก ๆ อีกครั้ง (การหยุดสนทนาครั้งที่สองช่วงบ่ายวันนั้นคือ
เพื่อดูพรีวิวดอนหนึ่งของ *The Simpsons* ที่สติเฟื่องไปปรากฏตัว แล้ว
ต้องช่วยเช็กดูความเรียบร้อย)

ผมอยากให้คุณทำวิจัยกับผมเรื่องทฤษฎีควอนตัมของบิกแบง...

ชัดเจนว่าผมมาเจอบิกแบงสุดปัง

...เพื่อจัดการเรื่องพหุภพ เขามองขึ้นมาที่ผมด้วยรอยยิ้มกว้าง
ดวงตาเป็นประกายระยิบระยับอีกครั้ง มันต้องอย่างนี้สิ ไม่ใช่ปรัชญา

หรือหลักแห่งมานุษยวิทยา แต่ใช้การถกทอทฤษฎีควอนตัมให้ลึกล้ำ
เข้าสู่เอกภพวิทยา เพื่อให้เราสามารถเข้าถึงพหุภพ วิธีพูดของเขาฟังดู
เหมือนเป็นปัญหาในการบ้านธรรมดาๆ และแม้ผมจะสามารถบอกได้
จากสีหน้าของเขาว่าเราได้เริ่มทำงานกันแล้ว ผมก็ยังไม่รู้เลยว่ายาน
อวกาศของสตีเฟนจะนำเราไปในทิศทางใด

ผมอยากจะตาย... ถ้อยความปรากฏบนจอ

ผมตัวแข็งทื่อ มองไปที่พยาบาลซึ่งกำลังอ่านหนังสือเงียบๆ ตรง
มุมห้อง มองกลับมาที่สตีเฟนซึ่งก็ยังดูปกติดีจากที่ผมเห็น แล้วเขา
ก็คลิกต่อว่า

...ผมอยากได้... ซา... ลัก... ถ้วย... จะตาย...

นี่คืออังกฤษเวลาบ่ายสี่โมง

เอกภพหรือพหุภพ? (ผู้) ออกแบบไว้หรือไม่ นี่เป็นคำถามซึ่งชะตา
ที่จะทำให้เรายุ่งไปอีกยี่สิบปี ปัญหาการบ้านหนึ่งข้อนำเราสู่ปัญหาใหม่
อีกข้อ และไม่นานสตีเฟนกับผมก็พบว่าตัวเองอยู่ท่ามกลางหนึ่งใน
การอภิปรายถกเถียงอันร้อนแรงที่สุดในฟิสิกส์ทฤษฎีต้นศตวรรษที่
ยี่สิบเอ็ด เกือบทุกคนมีความเห็นเรื่องพหุภพ แม้ไม่มีใครรู้ว่าจะทำ
ความเข้าใจมันอย่างไร สิ่ง que เริ่มต้นในฐานะโปรเจกต์ปริศนาเอก
ภพได้คำแนะนำปรึกษาของเขา วิวัฒน์เปลี่ยนแปลงไปสู่การร่วมงาน
อันเข้มข้นและเย้ายมยอด ซึ่งสิ้นสุดลงเมื่อสตีเฟนจากโลกไปในวันที่
14 มีนาคม 2018

เดิมพันของงานเราไม่ใช่เพียงธรรมชาติของบิกแบง เจ้าปริศนา
ณ ใจกลางแห่งการดำรงอยู่เท่านั้น แต่ยังเป็นความหมายอันลึกล้ำ
ของกฎเกณฑ์แห่งธรรมชาติและอื่นๆ อีกด้วย ที่สุดแล้วเอกภพวิทยา
ค้นพบอะไรเกี่ยวกับธรรมชาติ เราอยู่ตรงไหนในนั้น การค้นคว้างดังกล่าว
นำฟิสิกส์ออกไปแสนไกลห่างจากพรมแดนเดิมที่คุ้นเคย กระนั้นมัน

ก็เป็นอาณาบริเวณที่สติเฟินชอบเที่ยวท่องไป และเป็นที่ซึ่งปัญญาญาณ
ไร้ใครเสมอเหมือนของเขากลายเป็นคำทำนายอันแม่นยำ ปัญญาญาณ
ซึ่งเขาบ่มเพาะนานนับทศวรรษจากการครุ่นคิดเรื่องเอกภพวิทยาอย่าง
ลึกซึ้ง

เช่นเดียวกับนักคิดนักวิชาการก่อนหน้า ช่วงแรกฮอว์กิงก็ถือว่า
กฎพื้นฐานทางฟิสิกส์เป็นสัจธรรมไม่ผันแปรชั่วนิรันดร์ “หากเราค้นพบ
ทฤษฎีอันสมบูรณ์แบบ...เรารู้ถึงจิตใจของพระผู้เป็นเจ้าอย่างแท้จริง”
เขาเขียนไว้ใน *A Brief History of Time* อย่างไรก็ดี กว่าสิบปี
ให้หลังในการพบกันครั้งแรกของเรา ซึ่งมีแนวคิดพหุภาพของลินเด
หายใจรดต้นคออยู่ ผมสัมผัสได้ว่าเขารู้สึกถึงรอยแตกร้าวในจุดยืน
ของตัวเอง ฟิสิกส์ให้รากฐานประหนึ่งพระเจ้าที่กำลังปฏิบัติกิจ ณ บิ๊กแบง
ซึ่งเป็นจุดกำเนิดแห่งเวลาจริงหรือ เราต้องการรากฐานแบบนั้นจริงหรือ

เราพบในไม่ช้าว่าลูกตุ้มแบบเพลโตในฟิสิกส์ทฤษฎีได้แกว่งไกล
เกินไปแล้วจริง ๆ ตอนที่เราย้อนรอยเอกภพกลับไปยังช่วงเวลาแรก
ที่สุด เราพบพบกับระดับแห่งการวิวัฒนาการอันลึกล้ำยิ่งกว่า ที่ซึ่ง
กฎทางฟิสิกส์เองเปลี่ยนแปลงและวิวัฒน์ในเชิงอภีวิวัฒนาการ กฎ
ฟิสิกส์ผันแปรสภาพในเอกภพยุคแรกเริ่ม ในกระบวนการผันแปรแบบ
สุ่มและการคัดสรรที่เหมือนกับวิวัฒนาการของดาร์วิน โดยมีสายพันธุ์
จำเพาะของอนุภาค สรรพแรง และเราจะอธิบายต่อไปว่าแม้แต่วิทย
ก็เลือนหายไปในปีกแบง ยิ่งไปกว่านั้น สติเฟินกับผมยังเห็นในเวลา
ต่อมาว่าบิ๊กแบงไม่ได้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของเวลา แต่ยังเป็นจุดกำเนิด
ของกฎฟิสิกส์อีกด้วย ณ หัวใจของวิชากำเนิดเอกภพ (cosmogony)
มีทฤษฎีทางกายภาพใหม่ของจุดกำเนิดทฤษฎี ซึ่งเราพบว่ามันรวมเอา
จุดกำเนิดของตัวทฤษฎีเองด้วย

การทำงานกับสติเฟินเป็นการเดินทางไม่เพียงไปยังอวกาศและ
เวลา แต่ยังลึกลงไปในความคิดจิตใจของเขา ลงไปสู่สิ่งที่ทำให้สติเฟิน

เป็นสติเฟน ภารกิจร่วมกันทำให้เราใกล้ชิดกัน เขาเป็นนักแสดงหาอย่างแท้จริง การได้อยู่ใกล้เขา ไม่ว่าใครก็ต้องได้รับอิทธิพลบางอย่างมาจากความตั้งใจแน่วแน่และความกระตือรือร้นในองค์ความรู้ของเขา เชื่อกันว่าเราจะจัดการกับปัญหาเอกภพอันลึกลับได้ สติเฟนทำให้เรารู้สึกว่าเรากำลังเขียนเรื่องราวแห่งการกำเนิดของเราเอง ซึ่งในความหมายหนึ่งก็เป็นเช่นนั้นจริงๆ

และฟิสิกส์นั้นก็แสนสนุก! กับสติเฟนคุณไม่รู้ชัด ๆ ว่าเสร็จงานเมื่อไรและเริ่มปาร์ตี้เมื่อไร ความปรารถนาไม่รู้ลืมที่จะเรียนรู้ของเขามากมายพอ ๆ กับความสนุกสุดเหวี่ยงในชีวิตและจิตวิญญาณแห่งการผจญภัย ในเดือนเมษายน ปี 2007 สองสามเดือนหลังวันเกิดครบรอบปีที่หกสิบห้า เขาเข้าร่วมในเที่ยวบินไร้แรงโน้มถ่วงบนเครื่องบินอู่ 727 ดัดแปลงพิเศษ ซึ่งเขาคิดว่าเป็นการชิมลองการเดินทางสู่อวกาศ ส่วนบรรดาหมอ ๆ ของเขาก็ตื่นตระหนกแล้วกับแค่เขาเดินทางข้ามช่องแคบบนรถไฟยูโรสตาร์มาเยี่ยมผมในเบลเยียม

ขณะเดียวกัน แม้เสี่ยงตามธรรมชาติของเขาเหือดหาย และร่างกายอ่อนแรงเกินจะขยับแม้แต่เพียงสักนิ้วมือนึง กระนั้นเขาก็ยังกลายมาเป็นผู้สื่อสารวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ที่สุดในยุคสมัยของเรามีแรงบันดาลใจมาจากความรู้สึกลึกลับที่ว่าเราเป็นส่วนหนึ่งของแบบแผนยิ่งใหญ่ที่จารึกไว้เบื้องบน ร่ำรอให้เราค้นพบ เขาแบ่งปันความปิติยินดีในการค้นพบของเขากับผู้คนทั่วโลก ช่วงกลาง ๆ ในการทำงานร่วมกันของเรา สติเฟนเขียนหนังสือ *The Grand Design* สะท้อนความสับสนของเราในห้วงเวลาดังกล่าว ในเล่มนั้นสติเฟนยึดเหนี่ยวหลักการแห่งมานุษยวิทยา พหุภาพ และทฤษฎีสตริงสุดยอแด่แห่งสรรพสิ่ง รวมถึงความเป็นปรีภักษ์ของทฤษฎีพระเจ้าสร้างเอกภพ แต่ *The Grand Design* ก็ยังมีร่องรอยแรกเริ่มของกระบวนทัศน์ใหม่ทางเอกภพวิทยาที่จะตกผลึกในงานของเราไม่กี่ปีให้หลัง ไม่นานก่อนเขาเสียชีวิต สติเฟน

บอกผมว่าถึงเวลาเขียนหนังสือเล่มใหม่แล้ว และมันคือเล่มนี้แหละครับ ในสองสามบทต่อไปผมจะบรรยายการเดินทางของเรากลับสู่และเข้าสู่ บิ๊กแบง และอภิปรายว่าเส้นทางนี้ที่สุดแล้วทำให้ฮอว์กิงละทิ้งพหุภพ และแทนที่มันด้วยมุมมองสดใหม่อันน่าอัศจรรย์แห่งจุดกำเนิดของ เวลา รุ่มรวยด้วยสปีริตและธรรมชาติแบบดาร์วิน และนำเสนอความรู้ ความเข้าใจใหม่ๆ ต่อแบบแปลนอันยิ่งใหญ่ของเอกภพ

ผู้ร่วมเดินทางกับเรายังมีนักฟิสิกส์ชาวอเมริกัน จิม ฮาร์เทิล ผู้ร่วมงานเก่าแก่ของสตีเฟนที่ร่วมบุกเบิกงานวิจัยเอกภพวิทยาควอนตัม ในตอนต้นทศวรรษ 1980 ได้ นานหลายปีที่ทั้งคู่เข้าถึงเคล็ดวิชาของ เอกภพผ่านเลนส์ควอนตัม กระทั่งภาษาระหว่างเขาทั้งสองยังแสดงถึง แนวคิดทางควอนตัมราวกับว่าวงจรในสมองเชื่อมโยงอย่างแตกต่าง ตัวอย่างเช่น เมื่อกล่าวถึง “เอกภพ” นักเอกภพวิทยามักหมายถึง ดวงดาว กาแล็กซี และอวกาศไพศาลรอบตัว แต่เมื่อจิมหรือสตีเฟน พูดว่า “เอกภพ” พวกเขาหมายถึงเอกภพควอนตัมอันเป็นนามธรรม เต็มไปด้วยความไม่แน่นอน และประวัติศาสตร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ของมันดำรงอยู่ในสถานะซ้อนทับบางประเภท แต่ก็ด้วยมุมมองทาง ควอนตัมอันถืกตัวของพวกเขาเอง ทำให้ในที่สุดการปฏิวัติแบบดาร์วิน ในทางเอกภพวิทยาเป็นไปได้ขึ้นมา ฮอว์กิงในยุคหลังจึงจริงจังกับทฤษฎี ควอนตัมมากจริงๆ และตัดสินใจว่าจะใช้มันนำทาง ใช้มันศึกษาเอกภพ ในสเกลใหญ่ใหม่ทั้งหมด เอกภพวิทยาควอนตัมเป็นสาขาวิจัยที่มีสตีเฟน อยู่แนวหน้าจวบจนสิ้นอายุขัยของเขา

เมื่อร่วมงานกันไปสักพัก เขาก็สูญเสียแรงเพียงน้อยนิดในอุ้งมือ สำหรับกดปุ่มคลิกที่เขาเคยใช้สื่อสาร สตีเฟนเปลี่ยนไปใช้เซนเซอร์ อินฟราเรดที่ติดตั้งบนแว่น ซึ่งเขาส่งสัญญาณให้ทำงานด้วยการขยับ แก้มเพียงเล็กน้อย แต่เอาเข้าจริงก็กลายเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก การสื่อสาร เชื่องช้าลงจากถ้อยคำสองสามคำต่อนาทีเป็นหลายนาทีต่อหนึ่งคำ ก่อน

ที่จะค่อย ๆ หมดไปในที่สุด ขณะที่ความต้องการจะได้ยินสุรเสียง
ของเขากลับพุ่งทะยานสูงสุด³ นี่คือนักเผยแพร่วิทยาศาสตร์ผู้โด่งดัง
ที่สุดแห่งยุค ทว่าไม่อาจเปล่งเสียง แต่สติเฟื่องไม่ยอมแพ้ ด้วยความ
เชื่อมโยงทางปัญญาของเราที่แน่นแฟ้นขึ้นตามเวลาที่ใกล้ชิดกัน เรา
เปลี่ยนผ่านไปสู่การสื่อสารที่พ้นจากถ้อยคำ ข้ามพ้นอีควอไลเซอร์
เซนเซอร์ และคลิกเกอร์ ผมจะมานั่งอยู่ข้างหน้าเขา อยู่ในมุมสายตา
ให้เขาเห็นถนัด ๆ และสืบค้นจิตใจของเขาด้วยคำถามนานา ดวงตา
ของสติเฟื่องจ้องดูประกายสุกใสเมื่อข้ออธิบายของผมสั่นพ้องกับ
ความเข้าใจของเขา จากนั้นเราพัฒนาต่อยอดจากความเชื่อมโยงนั้น
ค้นหาและแสวงหาภาษาสามัญ และความเข้าใจร่วมกันที่เราได้
สั่งสมมาตลอดหลายปี และจาก “การสนทนา” ซ้ำ ๆ และสม่ำเสมอเช่นนี้
เอง สูดยอดทฤษฎีแห่งเอกภพของสติเฟื่องก็ถือกำเนิด

นี่เป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อสำคัญทางวิทยาศาสตร์ เมื่อการพิจารณา
ทางอภิปรายเข้ามามีบทบาท ไม่ว่าจะชอบหรือไม่ก็ตาม ที่ทางแยกนั้น
เราเรียนรู้บางสิ่งอันลึกล้ำ ไม่เพียงเกี่ยวกับการทำงานของธรรมชาติ
แต่ยังรวมถึงเงื่อนไขที่ทำให้การศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นไปได้และควร
ค่า และยังเกี่ยวกับโลกทัศน์ที่อาจพุ่มพักขึ้นจากค้นพบของเรา ภารกิจ
ของฟิสิกส์เพื่อทำความเข้าใจว่าอะไรทำให้เอกภพเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต
นำพาเราเข้าสู่ทางแยกสำคัญนี้ เพราะโดยเนื้อแท้แล้ว มันเป็นคำถาม
ของนักมนุษยนิยมที่ใหญ่ยิ่งกว่าวิทยาศาสตร์มากนัก มันเป็นเรื่อง
จุดกำเนิดของเรา สูดยอดทฤษฎีแห่งเอกภพของสติเฟื่องยังมีแก่นแห่ง
ภาพสะท้อนที่ทรงพลังไม่เหมือนใคร แสดงถึงความหมายของการเป็น
มนุษย์ในเอกภพที่เป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตแห่งนี้ และมนุษย์ในฐานะ
เสมือนบริกรแห่งดาวเคราะห์โลก ด้วยเหตุผลนี้เพียงประการเดียวก็อาจ
พิสูจน์แล้วว่า มันคือมรดกตกทอดทางวิทยาการที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของเขา

สารบัญ

1. ความย้อนแย้ง	1
2. วันปราศจากวาน	47
3. การสร้างเอกภพ	100
4. แก้วถ่านและหมอกควัน	144
5. หลงไปในพหุภพ	184
6. ไม่มีคำถามเหลือ วันก็ไม่มีประวัติศาสตร์!	231
7. กาลปราศจากเวลา	293
8. ที่บ้านในเอกภพ	348
กิตติกรรมประกาศ	373
เครดิตภาพ	378
เอกสารอ้างอิง	381
บันทึกเพิ่มเติม	384

บันทึกจากผู้ใช้บน

การสนทนาหลายครั้งระหว่างผมกับสติเฟ่นตลอดระยะเวลาสี่ปีถูกถอดถอดอย่างลัทธิชื่อและชื่อตรงมาเป็นบทบรรยาย คำกล่าวของสติเฟ่นที่ปรากฏในรูปแบบตีพิมพ์ได้รับการอ้างอิงในบันทึกท้ายเล่มเช่นกัน

บทที่ 1

ความย้อนแย้ง

*Es könnte sich eine seltsame Analogie ergeben,
daß das Okular auch des
riesigsten Fernrohrs nicht größer sein darf, als unser Auge.*

สทลัมพ์นั้นน่าสนใจอาจปรากฏขึ้นเพราะเลนส์ตาของกล้องโทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุด
ไม่อาจใหญ่กว่าดวงตาของมนุษย์

—Ludwig Wittgenstein, *Vermischte Bemerkungen*

ปลายทศวรรษ 1990 เป็นจุดสูงสุดของทศวรรษทองแห่งการค้นพบ
ในเอกภพวิทยา จากเคยถูกมองเป็นเขตแดนแห่งการคาดเดาอย่าง
ไร้หลักการ ในที่สุดเอกภพวิทยาที่หาญกล้าศึกษาจุดกำเนิด วิวัฒนาการ
และชะตากรรมของเอกภพทั้งมวล ก็ได้เข้าสู่วัยอันสูงงอมแล้ว
นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกตื่นตะลึงยิ่งอลังกับผลสังเกตการณ์นำตื่นตา
จากดาวเทียมและอุปกรณ์ตรวจจับอันสลับซับซ้อนบนโลก ซึ่งเปลี่ยน
ภาพความเข้าใจเอกภพของเราจนไม่เหลือเค้าเดิม รวากับเอกภพ
กำลังสนทนากับเรา ทำให้เหล่านักทฤษฎีต้องหันมาเผชิญความจริง
หยุดการคาดเดา และค้นคำทำนายออกมาจากแบบจำลองของตนให้ได้

ในเอกภพวิทยาเราค้นพบอดีตครับ นักเอกภพวิทยาเป็น
นักเดินทางท่องอดีต และกล้องโทรทรรศน์ก็คือไทม์แมชีนของพวกเขา

เมื่อเรามองลึกเข้าไปในห้วงอวกาศ เราก็กำลังมองย้อนกลับไปในอดีต เพราะแสงจากดาวและกาแล็กซีอันห่างไกลเดินทางมาเป็นเวลานานนับล้าน หรือแม้แต่หลายพันล้านปีกว่าจะมาถึงเรา ตั้งแต่ปี 1927 แล้วที่นักบวช และนักดาราศาสตร์ชาวเบลเยียม จอร์จ เลอแมตร์ (Georges Lemaitre) ทำนายว่าอวกาศนั้นขยายตัวเมื่อพิจารณาในช่วงระยะเวลา ยาวนาน แต่ต้องรอจนทศวรรษ 1990 กว่าเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์ อันล้ำสมัยทำให้การแกะรอยประวัติศาสตร์การขยายตัวของเอกภพ เริ่มเป็นไปได้

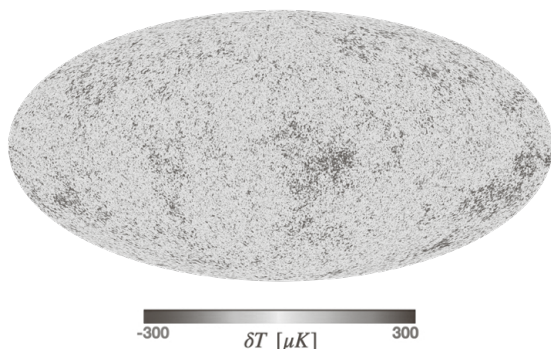
ประวัติศาสตร์มีเรื่องชวนเซอร์ไพรส์หลายอย่าง ตัวอย่างเช่น ในปี 1998 นักดาราศาสตร์ค้นพบว่าอวกาศเริ่มยืดขยายตัวเร็วขึ้น เมื่อประมาณ 5,000 ล้านปีก่อน แม้สูตรทุกรูปแบบที่เรารู้จักจะ ดึงดูดกันและทำให้การขยายตัวช้าลง นับแต่นั้นนักฟิสิกส์ก็ฉงนฉงาย ว่าการเร่งอันแสนประหลาดนี้อาจเกิดจากค่าคงที่เอกภพของไอน์สไตน์ หรือเปล่า ซึ่งเป็นพลังงานมืดที่มองไม่เห็นเหมือนกับอีเธอร์ ทำให้ ความโน้มถ่วงผลักไสแทนที่จะดึงดูด นักดาราศาสตร์คนหนึ่งเปรียบเทียบ อย่างคมคายว่าเอกภพดูเหมือนลอสแอนเจลิส คือหนึ่งในสามเป็น สารสสาร อีกสองในสามเป็นพลังงาน

ชัดเจนว่าหากเอกภพกำลังขยายตัวอยู่ตอนนี้ มันต้องถูกบีบอัด จนขนาดเล็กกว่าในอดีต หากคุณย้อนประวัติศาสตร์เอกภพ สมมติว่า เป็นแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์ข้อหนึ่งก็ได้ คุณจะพบว่าสสาร ทั้งหมดเคยถูกกดอัดหนาแน่นและร้อนอย่างยิ่งยวด เนื่องจากสสาร จะร้อนขึ้นและแผ่รังสีเมื่อถูกบีบอัดเข้าด้วยกัน สถานะยุคแรกเริ่มนี้ รู้จักกันในชื่อ *บิกแบงร้อน* ผลสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ตั้งแต่ ยุคทองทศวรรษ 1990 ได้กำหนดอายุของเอกภพจากช่วงระยะเวลา ตั้งแต่บิกแบงจวบจนปัจจุบัน ว่าเท่ากับ 13,800 ล้านปี บวกลบราว 20 ล้านปี

เพื่อศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกำเนิดเอกภพ องค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency, ESA) ปล่อดาวเทียมในเดือนพฤษภาคม ปี 2009 เพื่อสแกนท้องฟ้าตอนกลางคืนให้ละเอียดสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่เคยทำมา เป้าหมายคือหารูปแบบน่าสนใจของการกระเพื่อมรังสีความร้อนที่หลงเหลือจากบิกแบง เนื่องจากมันเดินทางผ่านเอกภพที่กำลังขยายตัวมาเป็นเวลา 13,800 ล้านปี ความร้อนจากกำเนิดของเอกภพที่มาถึงเราในปัจจุบันจะเย็นเยือกที่ 2.725 เคลวิน หรือประมาณ -270 เซลเซียส รังสีที่อุณหภูมินี้หลัก ๆ จะอยู่ในช่วงไมโครเวฟของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความร้อนที่หลงเหลือจึงมีชื่อว่า รังสีไมโครเวฟพื้นหลังเอกภพ (cosmic microwave background) หรือรังสี CMB

ความพยายามของ ESA เพื่อตรวจจับความร้อนยุคดึกดำบรรพ์ ประสบผลสำเร็จสูงสุดในปี 2013 เมื่อภาพรอยจุดกระดำกระด่างที่ดูเหมือนภาพพอยทิสต์ปรากฏบนหน้าหนึ่งของหนังสือพิมพ์ทั่วโลก รับชมได้ในรูป 2 ซึ่งเป็นภาพแผนที่ทั่วท้องฟ้าพร้อมรายละเอียดเส้นประณั้บับล้านพิกเซล แสดงถึงอุณหภูมิของรังสี CMB ที่หลงเหลือในทิศทางแตกต่างกันในอวกาศ ผลสังเกตการณ์ CMB อันละเอียดลออนั้นให้ภาพสแนปช็อตของเอกภพ ณ ช่วงเวลาเพียง 380,000 ปีหลังบิกแบง ตอนที่มันเย็นตัวลงจนมีอุณหภูมิเพียงสองสามพันองศา ซึ่งเย็นพอจะปลดปล่อยรังสียุคแรกเริ่มออกมาและมันก็เดินทางอย่างไร้อุปสรรคขัดขวาง ข้ามผ่านเอกภพมาจวบจนปัจจุบัน

แผนที่ท้องฟ้าของ CMB ยืนยันว่าความร้อนบิกแบงที่หลงเหลือนั้นกระจายตัวเกือบสม่ำเสมอทั่วอวกาศ แม้ไม่ถึงกับสมบูรณ์แบบ รอยต่างในภาพแสดงการผันแปรของอุณหภูมิระดับเล็กมาก ๆ การกระเพื่อมเล็ก ๆ ขนาดไม่เกินหนึ่งในแสนองศา การผันแปรเล็ก ๆ เหล่านี้แม้เล็กน้อย แต่สำคัญอย่างยิ่งยวด เพราะสามารถสืบย้อนเมล็ดพันธุ์ช่วงที่กาแล็กซีก่อตัวขึ้น หากบิกแบงร้อนกระจายตัวสม่ำเสมอ



รูป 2 แผนที่ท้องฟ้าการเรืองแสงของบิกแบงร้อนที่ผลิตภาพโดยดาวเทียมพลังค์ขององค์การอวกาศยุโรป ซึ่งตั้งชื่อตามผู้บุกเบิกควอนตัม มักซ์ พลังค์ รอยจุดรูปร่างต่าง ๆ สีเทาแสดงการผันแปรอุณหภูมิเล็ก ๆ ของรังสีไมโครเวฟยุคดึกดำบรรพ์เมื่อมันมาถึงเราจากทิศทางต่าง ๆ บนท้องฟ้า ในที่แรกการกระเพื่อมเหล่านี้ดูเหมือนเป็นแบบสุ่ม แต่การศึกษาอย่างละเอียดพบว่ามันแบบแผนเชื่อมโยงกันเองระหว่างบริเวณต่าง ๆ บนแผนที่ ด้วยการศึกษาแบบแผนเหล่านี้ นักเอกภพวิทยาจึงสามารถสร้างประวัติศาสตร์การขยายตัวของเอกภพเพื่อจำลองการก่อตัวของกาแล็กซีหรือแม้แต่ทำนายอนาคตของมันได้

โดยสมบูรณ์แบบทุกแห่งหนก็ยังไม่มีการแก้ไขโดยอยู่เลยในปัจจุบัน

ภาพสแนปช็อตของรังสี CMB ยุคดึกดำบรรพ์กำหนดเขตแดนขอบฟ้าเอกภพของเรา นั่นก็คือจุดที่เราไม่อาจมองย้อนกลับไปไกลกว่านั้นได้ แต่เราอาจเก็บรวบรวมข้อมูลบางอย่างเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นยุคก่อนหน้าได้จากทฤษฎีเอกภพวิทยา ทำนองเดียวกับที่นักบรรพชีวินเรียนรู้จากฟอสซิลเห็นว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกมีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร นักเอกภพวิทยาอาจปะติดปะต่อเรื่องราวได้ว่าเกิดอะไรขึ้นก่อนแผนที่ความร้อนที่หลงเหลือจะถูกจารึกไว้บนท้องฟ้า โดยถอดรหัสรูปแบบที่เข้ารหัสอยู่ในการกระเพื่อมฟอสซิลเหล่านี้ สิ่งนี้ทำให้งาน CMB กลายเป็นเหมือนหินโรเซตตา* ในทางเอกภพวิทยา ทำให้เราแกะรอยประวัติศาสตร์เอกภพได้ไกลยิ่งขึ้น บางทีอาจไปไกลถึงช่วงเลี้ยววินาทีหลังมันถือกำเนิดก็เป็นได้

และสิ่งที่เราค้นพบก็ชวนฉงนสนเท่ห์ ดังที่เราจะได้เห็นในบทที่ 4 การผันแปรอุณหภูมิของรังสี CMB ซึ่งให้เห็นว่าเอกภพตอนแรกขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากนั้นก็ช้าลง และเมื่อไม่นานมานี้ (ประมาณ 5,000 ล้านปีก่อน) ก็เริ่มเร่งเร็วขึ้นอีกครั้ง การช้าลงดูเหมือนจะเป็นข้อยกเว้นมากกว่าเป็นกฎของสเกลต่างๆ ในอวกาศและเวลาห้วงลึก นี่เป็นหนึ่งในสมบัติของเอกภพที่เหมือนจะบังเอิญเป็นมิตรกับสิ่งมีชีวิตพอดี เพราะในเอกภพที่ขยายตัวช้าเท่านั้นที่สสารจะรวมกันและกระจุกตัวเป็นกาแล็กซีต่างๆ หากปราศจากช่วงเวลาที่การขยายตัวเกือบจะหยุดนิ่งยาวนานพอในอดีตแล้วไซ้ ก็จักไม่มีกาแล็กซีหรือดวงดาว และไม่มีสิ่งมีชีวิตเช่นกัน

ผลลัพธ์คือ ประวัติศาสตร์การขยายตัวของเอกภพกลายเป็นศูนย์กลางความสนใจในช่วงระยะแรกๆ ที่ประเด็นเงื่อนไขการดำรงอยู่ของเราหลุดเข้ามาในเอกภพวิทยาสมัยใหม่ ช่วงระยะเวลานี้เกิดขึ้นในต้นทศวรรษ 1930 เมื่อเลอแมตร์สังเกตซ์ภาพสิ่งที่เขาเรียกว่าเอกภพ “แบบลังเล” (hesitating universe) ในสมุดโน้ตสีม่วงของเขา เป็นเอกภพที่มีประวัติศาสตร์การขยายตัวแบบขลุกขลัก ซึ่งต่อมานั้นจะปรากฏขึ้นในผลสังเกตการณ์เจ็ดสิบปีให้หลัง[†] (ดูบทแทรก แผ่นภาพ 3) เลอแมตร์เชื่อว่าการขยายตัวนี้มีการหยุดชั่วคราวเป็นเวลานาน โดยพิจารณาภาวะเอื้อต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เขารู้ว่าผลสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ของกาแล็กซีใกล้เคียง ซึ่งให้เห็นอัตราการขยายตัวสูง

* Rosetta stone ศิลาจารึกสมัยอียิปต์โบราณ มี 3 ภาษา คือ ฮีโรกลิฟิก (hieroglyphic) เดโมติก (demotic) และกรีกโบราณ จารึกเนื้อความเดียวกัน จึงสามารถใช้ถอดความระหว่างสามภาษานี้ได้ – ผู้แปล

† เลอแมตร์มักจะเขียนภาพทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเขาที่ด้านหนึ่งของสมุดโน้ต และเขียนภาพสะท้อนเชิงจิตวิญญาณไว้ในอีกด้านหนึ่ง บ่อยครั้งตรงกลางว่างราวกับว่า จะหลีกเลี่ยงการผสมผสานอันไม่จำเป็นของวิทยาศาสตร์กับศาสนา

ในช่วงระยะเวลาไม่นานมานี้ แต่เมื่อเขาย้อนวิวัฒนาการเอกภพกลับไปในอดีตในอัตราเดียวกัน เขาพบว่ากาแล็กซีต่าง ๆ ต้องซ่อนอยู่ในตำแหน่งเดียวกันเมื่อประมาณไม่เกิน 1,000 ล้านปีก่อน แน่หนอนว่ามันเป็นไปได้ เพราะโลกกับดวงอาทิตย์มีอายุยาวนานกว่านั้นมาก เพื่อหลีกเลี่ยงความขัดแย้งชัดเจนระหว่างประวัติศาสตร์เอกภพกับประวัติศาสตร์ระบบสุริยะ เขาจึงจินตนาการถึงช่วงกลางที่มีการขยายตัวช้ามาก ๆ เพื่อให้ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ และสิ่งมีชีวิตมีเวลาพัฒนาขึ้น

ในช่วงหลายทศวรรษหลังผลงานชิ้นบุกเบิกของเลอแมตร์ นักฟิสิกส์ยังคงพบ “ความบังเอิญแสนสุข” นี้อีกหลายต่อหลายครั้ง หากเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพพื้นฐานไม่ว่าเรื่องใดแม้เพียงเล็กน้อย ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมของอะตอมและโมเลกุล จนถึงโครงสร้างเอกภพในสเกลใหญ่ที่สุด ความเอื้อต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตก็就会被แซวร่อแร่ทันที

ดูอย่างความโน้มถ่วง แรงที่เสกสรรปั้นแต่งและควบคุมเอกภพในสเกลขนาดใหญ่ ความโน้มถ่วงนั้นอ่อนแออย่างที่สุด ต้องใช้มวลของทั้งโลกเพื่อยึดเท้าเราให้อยู่บนพื้น แต่หากแรงโน้มถ่วงนั้นแรงกว่านี้ ดาวฤกษ์ก็จะส่องสว่างมากขึ้นและตายเร็วขึ้นมาก ทำให้ไม่มีเวลาสำหรับสิ่งมีชีวิตสลับซับซ้อนจะวิวัฒนาการขึ้นได้ในดาวเคราะห์ดวงใดก็ตามที่โคจรอยู่และได้รับความอบอุ่นจากความร้อนของดาวฤกษ์นั้น

หรือลองคิดถึงกาแล็กซีขนาดเล็ก ๆ ขนาดหนึ่งในแสนในอุณหภูมิรังสีบิกแบงที่หลงเหลืออยู่ หากตัวเลขความแตกต่างมากกว่านั้นเพียงเล็กน้อย สมมติว่าหนึ่งในหมื่น เมล็ดพันธุ์ของโครงสร้างระดับเอกภพส่วนใหญ่จะกลายเป็นหลุมดำยักษ์ แทนที่จะเป็นกาแล็กซีที่เต็มไปด้วยดวงดาว ในทางกลับกัน แม้การผันแปรเล็กกว่านั้น เช่น

หนึ่งในล้านหรือน้อยกว่านั้นอีก กาแล็กซีจะไม่เกิดขึ้นเลย บิ๊กแบงร้อนทำให้ทุกอย่างเหมาะสมเจาะพอดีพอดี ด้วยวิธีอะไรสักอย่าง มันทำให้เอกภพอยู่ในภาวะเปี่ยมมิตรไมตรีอย่างยิ่งยวดต่อสิ่งมีชีวิต ดอกผลที่จะยังไม่ปรากฏจบจนหลายพันล้านปีให้หลัง คำถามคือเพราะอะไร

ตัวอย่างความบังเอิญอันแสนสุขของเอกภพมีอยู่ดาษดื่น เราอาศัยอยู่ในเอกภพที่มีอวกาศสามมิติ มันมีอะไรพิเศษกับเลขสามหรือ? มีครับ หากเพิ่มมิติอวกาศอีกเพียงมิติเดียวจะทำให้อะตอมและวงโคจรดาวเคราะห์ไม่เสถียร โลกจะวนเป็นก้นหอยตกลงสู่ดวงอาทิตย์ แทนที่จะโคจรเป็นวงเสถียรอยู่รอบมัน เอกภพที่มีมิติอวกาศขนาดใหญ่ตั้งแต่ห้ามิติขึ้นไปจะมีปัญหาใหญ่กว่านั้น ในทางตรงข้าม โลกที่มีอวกาศเพียงสองมิติก็อาจไม่มีที่พอให้ระบบซับซ้อนทำงานได้ ดังแสดงอยู่ในรูป 3 อวกาศสามมิตินั้นเหมือนจะพอเหมาะพอดีกับสิ่งมีชีวิต

ยิ่งไปกว่านั้น ความพอเหมาะต่อชีวิตอันแสนประหลาดนี้ยังขยายไปสู่สมบัติทางเคมีของเอกภพอีกด้วย สิ่งนี้ถูกกำหนดโดยสมบัติต่างๆ ของอนุภาคและแรงมูลฐานที่มันกระทำระหว่างกัน ตัวอย่างเช่น นิวตรอนมีมวลมากกว่าโปรตอนเพียงเล็กน้อย อัตราส่วนมวลของนิวตรอนต่อโปรตอนคือ 1.0014 หากเป็นตรงข้าม โปรตอนทั้งหมดในเอกภพจะสลายตัวไปเป็นนิวตรอนไม่นานหลังบิ๊กแบง แต่หากปราศจากโปรตอนก็จะมีนิวเคลียสของอะตอมและย่อมไม่มีอะตอมและไม่มีเคมี

อีกตัวอย่างหนึ่งคือการผลิตสร้างคาร์บอนภายในดาวฤกษ์ เท่าที่เรารู้ คาร์บอนคือสิ่งจำเป็นต่อชีวิต แต่เอกภพไม่ได้ถือกำเนิดมาพร้อมคาร์บอน มันถูกผลิตสร้างในนิวเคลียร์ฟิวชันหรือการรวมตัวทางนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นภายในดาวฤกษ์ ในทศวรรษ 1950 นักเอกภพวิทยา



รูป 3 มนุษย์เหมือนสิ่งมีชีวิตจะเกิดขึ้นได้ยาก ไม่ต้องพูดถึงว่ามันจะดำรงอยู่ได้อย่างไรในเอกภพที่มีอวกาศเพียงสองมิติ กลไกในการล่าและการกินที่รู้จักกันดีนั้นเป็นไปได้

ชาวอังกฤษ เฟร็ด ฮอยล์ ชี้ให้เห็นการสังเคราะห์คาร์บอนจากฮีเลียมภายในดาวฤกษ์อันมีประสิทธิภาพนั้น ตั้งอยู่บนสมมติฐานละเอียดอ่อนระหว่างแรงนิวเคลียร์อย่างเข้มที่ยึดเหนี่ยวนิวเคลียสของอะตอมกับแรงแม่เหล็กไฟฟ้า หากแรงอย่างเข้มแรงมากขึ้นหรือน้อยลงเพียงเล็กน้อย แคสสองสามเปอร์เซ็นต์ พลังงานยึดเหนี่ยวนิวเคลียสก็จะเคลื่อนขยับ ทำลายการหลอมรวมและสร้างคาร์บอน รวมถึงสิ่งมีชีวิตที่ประกอบมาจากคาร์บอนก็ไม่อาจก่อเกิดเช่นกัน ฮอยล์รู้สึกว่ามันช่างแปลกประหลาดมากจนถึงกับกล่าวว่า เอกภพดูเหมือนเป็น “งานที่เต็มกัน” ราวกับ “สิ่งมีชีวิตทรงปัญญาอย่างยิ่งวดได้เล่นสิงหลอกเจ้ากับฟิลิกส์ เช่นเดียวกับเคมีและชีววิทยาด้วย”¹

แต่การปรับแต่งขบวนการที่สุดที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตคือพลังงานมืด ค่าความหนาแน่นพลังงานมืดที่เราวัดได้มีขนาดเล็กสุดแสน คือเป็น 10^{-123} ของที่นักฟิสิกส์หลายคนเชื่อว่าควรจะเป็นค่าตามธรรมชาติ กระนั้นความเล็กนี้ก็เป็นสิ่งที่ทำให้เอกภพ “โอ้อ้อ” อยู่เป็นเวลาประมาณ 8,000 ล้านปี ก่อนที่พลังงานมืดจะส่งแรงมากพอและเร่งการขยายตัวพอถึงปี 1987 สตีเวน ไวน์เบิร์ก ก็ชี้ให้เห็นว่าหากความหนาแน่นพลังงานมืดมีค่ามากขึ้นเพียงเล็กน้อย สมมติว่า 10^{-121} ของค่าตามธรรมชาติของมัน ผลแรงผลักของมันจะแรงมากขึ้นและเกิดขึ้นเร็วขึ้น

ซึ่งจะปิดประตูความเป็นไปได้ของการก่อเกิดกาแล็กซีเช่นเดียวกัน²

กล่าวโดยสรุป ดังที่สติเฟื่องเน้นในการสนทนาครั้งแรกของเรา เอกภพนั้นราวกับถูกออกแบบมาให้ชีวิตถือกำเนิดได้ นักเขียนและนักฟิสิกส์ทฤษฎีผู้โด่งดัง พอล เดวิส เคยพูดถึงบริบทปัจจัยโกลดิล็อกส์* ของเอกภพว่า “เหมือนกับอาหารเช้าข้าวต้มในเรื่องโกลดิล็อกส์กับเจ้าหมีทั้งสาม เอกภพดูเหมือนจะ ‘เหมาะสมเจาะ’ สำหรับชีวิต ในหลายหลากแง่มุมอย่างน่าอัศจรรย์”³ และแม้ไม่ได้หมายความว่าเอกภพควรอุดมไปด้วยสิ่งมีชีวิต ทว่าการปรับแต่งอันเหมาะสมเจาะที่ทำให้มันเอื้อต่อชีวิตก็ไม่ได้เป็นลักษณะผิวเผินของธรรมชาติเลยสักนิด สิ่งเหล่านี้ถูกจารึกอย่างลึกลึกลงไปในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของกฎฟิสิกส์ มวลสารและสมบัติต่าง ๆ ของทิวแถวอนุภาค แรงต่าง ๆ ที่กำหนดอันตรกิริยาของมัน และแม้แต่องค์ประกอบโดยรวมของเอกภพ ทั้งหมดทั้งปวงล้วนเหมือนออกแบบมาเฉพาะเพื่อเอื้อต่อสิ่งมีชีวิตรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง สะท้อนถึงลักษณะจำเพาะของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่นิยามสิ่งที่นักฟิสิกส์เรียกว่ากฎของธรรมชาติ ดังนั้นปริศนาของการออกแบบในเอกภพวิทยาจึงเป็นเรื่องที่กฎพื้นฐานทางฟิสิกส์ปรากฏราวกับถูกออกแบบมาเพื่อเอื้ออำนวยการกำเนิดของชีวิตโดยเฉพาะ ราวกับมีการพล็อตเรื่องไว้แล้ว และมันทอถักการดำรงอยู่ของเราเข้ากับกฎพื้นฐานแห่งการทำงานของเอกภพ ฟังดูเหลือเชื่อ และมันก็เหลือเชื่อจริง ๆ ครับ! พล็อตนั่นคืออะไรละ

ตอนนี้ผมควรเน้นว่าเป็นปริศนาไม่ธรรมดาอย่างมากสำหรับนักทฤษฎีฟิสิกส์ครับ โดยทั่วไปนักฟิสิกส์ใช้กฎธรรมชาติบรรยายปรากฏการณ์ใด ๆ หรือเพื่อทำนายผลของการทดลอง พวกเขายัง

* Goldilocks นิทานหมีทั้งสามกับอาหารเช้าข้าวต้มที่ร้อนไป เย็นไป และกำลังพอดี โดยหมีทั้งสามทำให้เด็กผู้หญิงชื่อโกลดิล็อกส์ - ผู้แปล

พยายามทำกฎที่มีอยู่ให้ใช้ได้ในกรณีทั่วไปเพื่อให้ครอบคลุมปรากฏการณ์ธรรมชาติได้กว้างขึ้น แต่ปริศนาแห่งการออกแบบนี้้นำเราสู่เส้นทางที่ค่อนข้างแตกต่างออกไป มันทำให้เราต้องย้อนมองลึกลงสู่ธรรมชาติของกฎต่าง ๆ และวิเคราะห์ว่าตัวเราอยู่ตรงไหนอย่างไรในโครงข่ายนั้น ความน่าตื่นตึ่งใจของเอกภพวิทยายุคใหม่คือมันมอบกรอบคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เราหวังได้ว่าอาจช่วยไขปริศนาที่ยิ่งใหญ่ที่สุดแห่งห้วงมลปริศนาทั้งปวงนี้ เนื่องจากเอกภพวิทยาเป็นสาขาหนึ่งของฟิสิกส์ประเภทที่ตัวเราเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาที่เราพยายามแก้

ในทางประวัติศาสตร์ แบบแปลนชัดเจนของธรรมชาติถูกใช้เป็นหลักฐานแสดงถึงวาระซ่อนเร้นภายในกฎการทำงานของธรรมชาติ มุมมองนี้ย้อนกลับไปถึงสมัยอาริสโตเติล ซึ่งน่าจะเป็นนักปรัชญาผู้ทรงอิทธิพลที่สุดที่เคยมีชีวิตบนโลก อาริสโตเติลยังเป็นนักชีววิทยาผู้หุ่มเห เขาสังเกตว่าหลายกระบวนการที่ดำเนินไปในโลกของสิ่งมีชีวิตนั้นดูเหมือนจะเต็มไปด้วยเป้าหมายประสงค์ หากสิ่งมีชีวิตที่ขาดเหตุผลมีวาระซ่อนเร้นอยู่แล้ว เขาคิดว่ามันก็ต้องมีสาเหตุสุดท้ายที่กำหนดเอกภพทั้งหมดทั้งมวล ข้ออภิปรายเชิงอันตนนิยม* ของอาริสโตเติลนั้นน่าเชื่อถือ เป็นเหตุเป็นผล น่าฟัง และในระดับหนึ่งก็เป็นเชิงประจักษ์ โลกรอบตัวเรามีตัวอย่างนับไม่ถ้วนที่สำแดงถึงสาเหตุสุดท้าย ตั้งแต่นกเก็บกิ่งไม้เพื่อสร้างรัง จนถึงสุนัขขุดหลุมในสวนเพื่อคุ้ยกระดูก จึงไม่น่าแปลกใจที่มุมมองอันตนนิยมของอาริสโตเติลดำรงคงอยู่มาเป็นเวลาเกือบสองสหัสวรรษอย่างปราศจากการท้าทาย

แต่จากนั้นในศตวรรษที่สิบหก ที่ไหนสักแห่งด้านนอกแผ่นทวีป

* teleology ปรัชญาที่อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยจุดประสงค์ของมัน

ยูเรเชีย งานของนักคิดนักวิชาการกลุ่มเล็ก ๆ ก็จุดประกายให้เกิดการปฏิวัติวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ โคเปอร์นิคัส, เดการ์ต, เบคอน, กาลิเลโอ และนักวิชาการร่วมสมัยเน้นย้ำว่าประสาทสัมผัสของเราอาจหลอกลวงเรา พวกเขาเปิดรับหลักการภาษาละติน *Ignoramus* อย่างตรงไปตรงมาซึ่งแปลว่า “เราไม่รู้” การเปลี่ยนแปลงในวิธีทัศน์เช่นนี้ส่งผลสะเทือนไปไกลและไพศาล บางคนถึงกับเชื่อว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทรงอิทธิพลที่สุดหนึ่งเดียวในเกือบสองแสนปีที่ผ่านมาบนโลก ยิ่งไปกว่านั้น ความสำคัญเต็มรูปแบบของมันยังเผยตัวออกมาไม่หมดผลทันทีของการปฏิวัติวิทยาศาสตร์อย่างน้อยในหมู่แวดวงวิชาการคือการละทิ้งโลกทัศน์อันตนิมแบบอาริสโตเติลที่ยังรากลึก และแทนที่ด้วยแนวคิดที่ว่าธรรมชาติถูกกำกับโดยกฎเกณฑ์อันมีเหตุผลซึ่งดำเนินการอยู่ ณ ขณะนี้ และเราอาจค้นพบและเข้าใจมันได้ที่จริงแล้ว แก่นสาระของวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ก็คือ เมื่อยอมรับความไม่รู้ เราจึงสามารถหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ ด้วยการทดลองและสังเกต ตลอดจนพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จัดระเบียบผลสังเกตการณ์เหล่านี้ในทฤษฎีทั่วไป หรือที่เรียกว่า “กฎ” นั้นเอง

อย่างไรก็ดี ก็เหมือนย้อนแย้งกันเอง การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ทำให้ปริศนาว่าด้วยเอกภพที่เฝ้าต่อชีวิตนั้นซับซ้อนยิ่งขึ้น ก่อนการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ มีเอกภพที่ค้ำยันความเข้าใจธรรมชาติของเราอยู่ กล่าวคือทั้งโลกที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตได้รับการชี้แนะโดยเจตจำนงหนึ่งเดียวเป็นสากล ไม่ว่าจะเป็นพระเจ้าหรืออะไรก็ตาม แบบแปลนของธรรมชาติถูกมองเป็นการสำแดงของแผนการยิ่งใหญ่ระดับเอกภพซึ่งเป็นธรรมชาติที่จะมอบบทบาทพิเศษแก่มนุษย์ ตัวอย่างเช่นแบบจำลองโลกยุคโบราณที่เสนอโดยทอเลมี นักดาราศาสตร์ชาวอเล็กซานเดรียในหนังสือ *Almagest* ของเขา มีลักษณะแบบโลกเป็นศูนย์กลางมากพอ ๆ กับที่มนุษย์เป็นศูนย์กลาง

แต่ด้วยการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ พื้นฐานความสัมพันธ์ของชีวิตกับเอกภพทางกายภาพกลับกลายสับสน เกือบห้าศตวรรษต่อมา ความฉงนฉงายของเราชัดเจนเมื่อพบข้อเท็จจริงที่ว่ากฎฟิสิกส์ที่ควรจะเป็นเชิงวัตถุ ไร้ปัจเจก ไม่ขึ้นต่อเวลานั้น กลับกลายเป็นว่ามันเกือบจะสมบูรณ์แบบสำหรับสิ่งมีชีวิต เช่นนั่นเองแม้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่จะประสบความสำเร็จในการล้มล้างสองชั่วแ่ก่กระหว่างสวรรค์กับโลก มันก็สร้างรอยร้าวน่าพร่นพริ้งครั้งใหม่ระหว่างโลกที่มีชีวิตกับไม่มีชีวิต และทำให้การรับรู้ตำแหน่งแห่งที่ของมนุษย์ในพิมพ์เขียวยิ่งใหญ่แห่งเอกภพนั้นไม่แน่นอนอย่างน่ากระวนกระวายยิ่งนัก

ที่จริงเราอาจเข้าใจมุมมองเชิงภววิทยาที่มนุษย์มีต่อกฎธรรมชาติได้ด้วยการกลับสู่รากเหง้าความคิดที่เชื่อว่ามิถุนอยู่แต่แรก สัญญาณแรกสุดที่บ่งบอกถึงกฎเกณฑ์ธรรมชาติเกิดขึ้นเมื่อหกศตวรรษก่อนคริสตกาล ในเมืองไมลิตัส ณ สำนักไอโอเนียนของธาลีส ในบริเวณที่ปัจจุบันเป็นส่วนทางตะวันตกของตุรกี ไมลิตัสเป็นเมืองที่ร่ำรวยที่สุดในหมู่เมืองไอโอเนียนของกรีก ตั้งอยู่ที่ท่าเรือธรรมชาติใกล้กับจุดที่แม่น้ำมีอันเดอร์ไหลลงสู่ทะเลอีเจียน ณ ที่แห่งนั้น ธาลีสซึ่งเป็นเหมือนนักวิทยาศาสตร์หัวทันสมัย มองลงไปภายใต้พื้นผิวของธรรมชาติเพื่อสืบค้นองค์ความรู้ที่อยู่ลึกลงไป

ธาลีสมีลูกศิษย์คนหนึ่งชื่อนักซิมานเดอร์ (Anaximander) ผู้สร้างสิ่งที่ชาวกรีกเรียกว่า *περι φύσεως ἱστορία* แปลว่า “การสืบค้นไปในธรรมชาติ” ซึ่งก็คือฟิสิกส์นั่นเอง

อนักซิมานเดอร์ยังถูกยกให้เป็นบิดาแห่งเอกภพวิทยาด้วย เพราะเขาเป็นคนแรกที่เข้าใจว่าโลกเป็นดาวเคราะห์ เป็นหินก้อนใหญ่ยักษ์ที่ลอยอย่างอิสระในอวกาศว่างเปล่า เขาให้เหตุผลว่า ภายใต้โลกนี้ไม่ได้มีโลกอื่นมากมายไม่สิ้นสุดหรือเสาใหญ่ยักษ์หลายต้นแต่อย่างใด หากแต่เป็นท้องฟ้าเดียวกันกับที่เรามองเห็นอยู่เบื้องบน เช่นนี้เองเขาจึง



รูป 4 ภาพปูนแสดงนักปรัชญาชาวกรีกโบราณ นักชิมานเดอร์จากเมืองไมลีสัส สองพันหกร้อยปีก่อน นักชิมานเดอร์วางหินก้อนแรก ๆ ที่เป็นรากฐานไปสู่เส้นทางทางวิทยาศาสตร์อันยาวนานและดัดเคี้ยว ในการครุ่นคิดพิจารณาถึงธรรมชาติในแบบใหม่ๆ

มอบความลึกแก่เอกภพ เปลี่ยนแปลงมันจากกล่องปิดที่มีสรวงสวรรค์ อยู่ข้างบนและโลกอยู่ข้างล่าง ไปเป็นอวกาศอันเปิดโล่ง การเปลี่ยนเชิง แนวคิดนี้ทำให้เราจินตนาการได้ถึงเทหวัตถุต่างๆ เคลื่อนผ่านไปใต้โลก เปิดทางให้กับวิชาดาราศาสตร์ของกรีก ยิ่งไปกว่านั้น นักชิมานเดอร์ เขียนหนังสือชื่อ *On Nature* ซึ่งสาบสูญไป แต่คาดกันว่ามีเนื้อหา บางส่วนดังต่อไปนี้⁴

ทุกสรรพสิ่งก่อเกิดจากกันและกัน

และสิ้นสูญไปสู่กันและกัน

เป็นไปตามความจำเป็น

เพราะมันมอบความยุติธรรมแก่กัน และชดเชยแก่กันในความ
อยุติธรรม

อย่างสอดคล้องกับฎีกาแห่งกาลเวลา

ในไม่กี่บรรทัดนี้นักซิแมนเดอร์กล่าวชัดเจนถึงแนวคิดสุดล้ำที่ว่าธรรมชาติไม่ใช่ทั้งไรกฎเกณฑ์หรือไร้สาระ หากแต่ถูกกำหนดโดยกฎบางรูปแบบ นี่คือสมมติฐานที่เป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์ ภายใต้พื้นผิวของปรากฏการณ์ธรรมชาติมีระเบียบอันเป็นนามธรรมหากแต่สอดคล้องประสานกัน

นักซิแมนเดอร์ไม่ได้สาธยายว่ากฎธรรมชาติอาจเป็นรูปแบบไหน เขาเพียงเปรียบเทียบกับกฎหมายที่ควบคุมสังคมมนุษย์ ทว่าลูกศิษย์ที่มีชื่อเสียงที่สุดของเขานามว่าพีทาโกรัส ได้เสนอพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ให้กับระเบียบของธรรมชาติ สำนักพีทาโกรัสมองว่าจำนวนตัวเลขนั้นมีความสำคัญอย่างลึกซึ้ง โดยพยายามสร้างเอกภพทั้งหมดมวลขึ้นจากตัวเลข แนวคิดของพวกเขาที่ว่าเราอาจบรรยายธรรมชาติได้ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ได้รับการสืบสานและบรรลุความเข้าใจโดยเพลโต ผู้ทำให้มันกลายเป็นหนึ่งในเสาหลักแห่งทฤษฎีสี่จะความจริง เพลโตเชื่อมโยงโลกแห่งประสบการณ์ของเราเข้ากับเงาของความจริงที่ยิ่งใหญ่กว่าในรูปของคณิตศาสตร์ ซึ่งดำรงอยู่อย่างแยกขาดจากสิ่งที่ประสาทมัลผัสเรารับรู้ ชาวกรีกโบราณจึงเชื่อกันต่อมาว่าแม้เราจะไม่สามารถสัมผัสหรือมองเห็นระบบระเบียบที่ซ่อนอยู่ของธรรมชาติ หากแต่เราอาจสรุปการมีอยู่ของมันได้ผ่านตรรกะและเหตุผล

แม้ทฤษฎีของพวกเขาอาจจะน่าชื่นชม แต่การคาดเดาของคนโบราณเกี่ยวกับธรรมชาติก็แตกต่างจากฟิสิกส์สมัยใหม่อยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหา กระบวนวิธี หรือสไตล์ ประการหนึ่งชาวกรีกยุคแรกให้เหตุผลบนพื้นฐานทางสุนทรียะและสมมติฐานที่มีมาก่อนเกือบทั้งหมด โดยไม่พยายามทดสอบสมมติฐานเหล่านั้นแต่อย่างใด พวกเขาแค่ไม่เคยมีความคิดว่าควรทำ ดังนั้นแนวคิดของ “ฟิสิกส์” และกฎเกณฑ์ของสรรพสิ่งจึงไม่คล้ายกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ แม้แต่น้อย ในหนังสือเล่มสุดท้าย *To Explain the World* ของเขา

สตีเวน ไวน์เบิร์ก อภิปรายเหตุผลจากมุมมองสมัยใหม่ว่า ควรยกให้ชาวกรีกยุคแรกเป็นกวีมากกว่านักฟิสิกส์หรือนักวิทยาศาสตร์ หรือแม้แต่นักปรัชญา เนื่องจากวิธีการที่พวกเขาใช้แตกต่างอย่างถึงรากจากสิ่งที่จะถือได้ว่าเป็นงานเชิงวิชาการในปัจจุบันแน่นอน นักฟิสิกส์สมัยใหม่ก็มองเห็นความงามในทฤษฎีของตน และส่วนใหญ่ก็อ่อนไหวต่อประเด็นสุนทรียะในงานวิจัยของตัวเอง แต่ประเด็นดังกล่าวไม่ได้ทดแทนการพิสูจน์ทฤษฎีผ่านการทดลองและสังเกตการณ์ ซึ่งเป็นวัตรกรรมสำคัญของการปฏิบัติวิทยาศาสตร์

กระนั้นนิสัยทัศน์ของเพลโตในการทำให้ธรรมชาติเป็นคณิตศาสตร์ก็พิสูจน์ได้ว่าทรงอิทธิพลอย่างยิ่งยวด เมื่อสองพันปีต่อมาการปฏิบัติวิทยาศาสตร์สมัยใหม่บังเกิด ผู้มีบทบาทสำคัญล้วนมีแรงศรัทธาจากโปรแกรมของเพลโตในการค้นหาระเบียบอันเป็นรากฐานของโลกกายภาพที่ซ่อนอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ “หนังสืออันยิ่งใหญ่แห่งธรรมชาติ...” กาลิเลโอเขียน “...อาจเข้าใจได้เพียงผู้ที่รู้ภาษาที่ใช้เขียนมันแต่แรก และภาษานั้นก็คือคณิตศาสตร์”⁵

ไอแซก นิวตัน นักเล่นแร่แปรธาตุผู้ลึกลับยากหยั่งถึง หากแต่เป็นหนึ่งในนักคณิตศาสตร์ที่ทรงอิทธิพลที่สุดที่เคยมีชีวิตอยู่ บัญญัติกระบวนการวิธีทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาปรัชญาธรรมชาติไว้ใน *Principia* (พริ้นซิเปีย) หนังสือที่ถือว่าสำคัญที่สุดในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ นิวตันเริ่มเขียนระหว่างช่วงกักกันการแพร่ระบาดของกาฬโรคในปี 1665 ตอนที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ปิด นิวตันซึ่งเป็นบัณฑิตปริญญาตรีหมาด ๆ กลับไปบ้านมารดาที่มีสวนแอปเปิลในลินคอล์นเชียร์ เขาครุ่นคิดเกี่ยวกับแคลคูลัส ความโน้มถ่วง การเคลื่อนที่ และแยกแยะด้วยปริซึม แสดงให้เห็นว่าแสงขาวประกอบมาจากแสงสีรุ้ง นานหลังจากนั้นในเดือนเมษายน ปี 1687 นิวตันนำเสนอ *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*

ต่อราชสมาคมเพื่อตีพิมพ์ สมบูรณ์ด้วยกฎการเคลื่อนที่สามข้อและกฎแห่งความโน้มถ่วงสากล กฎหลังน่าจะเป็นกฎธรรมชาติที่โด่งดังที่สุด ซึ่งกล่าวว่าแรงโน้มถ่วงระหว่างวัตถุสองชิ้นแปรผกผันตรงต่อมวลสารของวัตถุและลดลงตามระยะทางระหว่างมันยกกำลังสอง

นิวตันสาธิตไว้ใน *Principia* ว่าหลักการซึ่งเป็นรากฐานการทำงานของสรวงสวรรค์กับโลกมนุษย์อันไม่สมบูรณ์ของเรานั้นเป็นหลักสากลเดียวกัน สิ่งที่เขาสานิตนี้สร้างรอยแยกจากแนวคิดและจิตวิญญาณแบบในอดีต มีการกล่าวกันว่านิวตันรวมสวรรค์กับโลกเป็นหนึ่งเดียว เขาสังเคราะห์การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ไว้ในชุดสมการทางคณิตศาสตร์ไม่กี่สมการ ซึ่งพลิกโฉมภาพทัศน์ของระบบสุริยะก่อนหน้านี้ทั้งหมดและส่งสัญญาณการเปลี่ยนผ่านจากยุคแห่งเวทมนตร์ลึกลับมาสู่สิ่งที่กลายมาเป็นฟิสิกส์ยุคใหม่ในที่สุด กระบวนวิธีของนิวตันกลายเป็นกระบวนทัศน์ทั่วไปของฟิสิกส์ทั้งหลายทั้งปวงที่ตามมา ซึ่งแตกต่างจาก “ฟิสิกส์” ของกรีกโบราณจนจำแทบไม่ได้ นักฟิสิกส์สมัยใหม่รู้สึกอับอายสลายใจกับฟิสิกส์ของนิวตัน

หนึ่งในกฎของนิวตันที่ประสบความสำเร็จเป็นที่ยกย่องกันมากคือการค้นพบดาวเคราะห์เนปจูนในปี 1846 ก่อนหน้านั้นนักดาราศาสตร์มองเห็นเส้นทางของยูเรนัสเบี่ยงเบนเล็กน้อยจากวงโคจรที่ทำนายโดยกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน อูร์แบ็ง เลอ แวร์ริเย ชาวฝรั่งเศสพยายามหาทางอธิบายความเบี่ยงเบนอันดื้อดึงนี้ เขาเสนออย่างหาญกล้าว่านี่เป็นเพราะดาวเคราะห์ที่เราไม่รู้จักร์ที่อยู่ไกลออกไปอีกส่งแรงดึงดูดรบกวนเส้นทางของดาวยูเรนัสเล็กน้อย โดยใช้กฎของนิวตันนั่นเอง เลอ แวร์ริเย ทำนายได้ว่าดาวเคราะห์ที่เราไม่รู้จักร์นี้ควรอยู่ที่ใดบนท้องฟ้าเพื่อให้สอดคล้องการส่ายของวงโคจรดาวยูเรนัสไม่นานนักดาราศาสตร์ก็ค้นพบดาวเนปจูนจริงๆ ภายในมุมหนึ่งองศาจากบริเวณที่เลอ แวร์ริเย ทำนายเอาไว้ นี่เป็นช่วงเวลาน่าตื่นตะลึงที่สุด

ในวิทยาศาสตร์ศตวรรษที่สิบเก้า กล่าวกันว่า เลอ แวร์รีเย ค้นพบดาวเคราะห์ดวงใหม่ “ด้วยปลายปากกา”⁶

ความสำเร็จอันน่าตื่นตาตื่นใจมากมาตลอดหลายศตวรรษเหล่านี้ดูเหมือนจะยืนยันว่ากฎของนิวตันเป็นสัจจะความจริงอันเป็นสากลอย่างแน่นอน ตั้งแต่ศตวรรษที่สิบแปดแล้วที่นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส โจเซฟ หลุยส์ ลากรางจ์ ตั้งข้อสังเกตว่านิวตันโชคดีที่มีชีวิตอยู่ในช่วงเวลาเดียวเท่านั้นในประวัติศาสตร์มนุษยชาติที่การค้นพบตัวกฎธรรมชาตินั้นเป็นไปได้ ที่จริงแล้วนิวตันเองแทบไม่ได้ทำอะไรมากเลยในการไขปริศนา เขาจ่อมจมในธรรมเนียมปฏิบัติแห่งความเร้นลับ และมองเห็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์อันงดงามของกฎที่เขาค้นพบ ว่าเป็นเหมือนการสำแดงความคิดของพระเจ้า

มันคือการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของกฎธรรมชาติในรูปแบบนี้เอง ที่มีความหมายของ “ทฤษฎี” ในความเข้าใจของนักฟิสิกส์ปัจจุบัน ทฤษฎีทางกายภาพให้ประโยชน์และพลังการทำนาย เพราะพวกมันบรรยายโลกแห่งความเป็นจริงในรูปสมการคณิตศาสตร์อันเป็นนามธรรมที่สามารถควบคุมจัดการได้ เพื่อทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นโดยไม่ต้องสังเกตการณ์หรือทำการทดลองจริง ๆ แล้วมันก็ใช้ได้! ตั้งแต่ค้นพบดาวเนปจูน จนถึงการตรวจจับคลื่นความโน้มถ่วง จนถึงการทำนายอนุภาคและปฏิอนุภาคมูลฐานใหม่ๆ ครั่งแล้วครั่งเล่าที่รากฐานทางคณิตศาสตร์ของกฎฟิสิกส์ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติใหม่ที่น่าแปลกใจซึ่งถูกสังเกตพบในเวลาต่อมา ด้วยความประทับใจอย่างมากในพลังแห่งการทำนายนี้ พอล ดิแรก เจ้าของรางวัลโนเบล จึงส่งเสริมให้คณิตศาสตร์อันสวยงามเป็นวิธีปฏิบัติอันเหมาะสมในทางฟิสิกส์คณิตศาสตร์ “จงมือคุณไป” เขากล่าว “เพื่อค้นพบทฤษฎีฟิสิกส์ใหม่ๆ”⁷ ปัจจุบันนักทฤษฎีสตริงนำเอาคำกล่าวของดิแรกมาเป็นสรณะในการวิจัยค้นหาสุดยอดทฤษฎีเอกภาพ และบางครั้งก็พ่ายแพ้ต่อ

สิ่งล่อใจเก่าแก่ที่จะยึดถือเอาความสวยงามทางคณิตศาสตร์ของ
กรอบคิดของตนเป็นเครื่องการันตีความถูกต้องของมัน ผู้บุกเบิก
ทฤษฎีสูตรมากกว่าหนึ่งคนเคยรำพึงรำพันว่า ทฤษฎีนี้มีโครงสร้าง
ทางคณิตศาสตร์ที่ช่างสวยงามเกินกว่าที่มันจะไม่เชื่อมโยงกับความจริง
ในธรรมชาติ

อย่างไรก็ดี ที่ระดับลึกซึ่งกว่า เรายังไม่เข้าใจดีนักว่าทำไม
ทฤษฎีฟิสิกส์จึงทำงานได้ดีอย่างไม่มีเหตุผลขนาดนี้ ทำไมธรรมชาติ
จึงคล้อยตามระบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์แสนละเอียดอ่อน
ซึ่งดำเนินการอยู่ลึกลงไปใต้พื้นผิว กฎต่าง ๆ เหล่านี้มีความหมายว่า
อย่างไรกันแน่ และทำไมมันจึงมีรูปแบบอย่างที่มีนัยเป็น

นักฟิสิกส์ส่วนใหญ่ยังคงเดินรอยตามเพลโตในประเด็นนี้
พวกเขามีแนวโน้มจะยอมรับกฎทางฟิสิกส์ว่าเป็นสัจธรรมทาง
คณิตศาสตร์นิรนัยรันดร์ ดำรงอยู่ไม่เพียงในจิตใจ แต่ยังดำเนินไป
ในความจริงอันเป็นนามธรรมที่พ้นจากโลกทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น
กฎแห่งความโน้มถ่วงหรือกลศาสตร์ควอนตัม มักถือกันว่าเป็น
ประมาณการของทฤษฎีสูงสุดที่ดำรงอยู่ตรงไหนสักแห่งในอาณาบริเวณ
ที่ยังไม่ถูกค้นพบ เช่นนั่นเอง หลังจากที่กฎทางฟิสิกส์เกิดขึ้นครั้งแรก
สุดในยุควิทยาศาสตร์สมัยใหม่ในฐานะเครื่องมือบรรยายแบบแผน
ที่พบเจอในธรรมชาติ พวกมันก็มีชีวิตของมันเองเรื่อยมา นับตั้งแต่
ที่นิวตันระบุนิยามแห่งทางคณิตศาสตร์ของมัน ถือครองสัจจะความ
จริงบางอย่างที่พ้นไปจากโลกทางกายภาพ สำหรับพหุสูตรชาวฝรั่งเศส
อ็องรี ปวงกาเร ผู้รอบรู้ยุคต้นศตวรรษที่ยี่สิบ เขามองว่าแนวคิด
กฎแบบเพลโตอันไร้เงื่อนไข ถือเป็นข้อสันนิษฐานอันขาดเสียไม่ได้
ในการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์ด้วยซ้ำ

นอกจากวิสัยทัศน์ของปวงกาเรน่าสนใจและสำคัญแล้ว มันยัง
น่าฉงนสนเท่ห์อีกด้วย กฎอันไกลห่างจากสังคมและสูงส่งอยู่ในโลก

ของเพลโตนั้น เขามาร่วมกำกับควบคุมเอกภพทางกายภาพได้อย่างไร ยังไม่พูดถึงเรื่องที่เอกภพอื้อต่อสิ่งมีชีวิตอย่างน่าอัศจรรย์ด้วย ที่สำคัญอย่างยิ่งคือการค้นพบบิกแบงมีความหมายว่ามันไม่ใช่ “แค่” ปัญหาทางปรัชญา ที่จริงหากบิกแบงเป็นจุดกำเนิดของเวลาจริง ๆ ก็ดูเหมือนแนวคิดของปวงกาเรควรจะถูกต้อง เพราะหากกฎฟิสิกส์เป็นตัวกำหนดว่าเอกภพเริ่มต้นอย่างไร เราย่อมต้องคิดว่ากฎเหล่านี้มีอยู่ก่อนกาลเวลา ดังนั้นจึงน่าสนใจที่ทฤษฎีบิกแบงลากเอาสิ่งที่ดูเป็นปัญหาทางอภิปรัชญาเข้ามาสู่ขอบข่ายของฟิสิกส์และเอกภพวิทยา ตัวทฤษฎีทำให้เราเผชิญหน้ากับข้อสันนิษฐานบางประการเกี่ยวกับนิยามแท้จริงของกฎฟิสิกส์

ที่สุดแล้ว แนวคิดที่ว่ากฎฟิสิกส์อาจอยู่พ้นจากโลกทางธรรมชาตินั้น สุ่มเสี่ยงที่จะทำให้เราไม่มีวันไขปริศนาเอกภพอื้อต่อสิ่งมีชีวิตได้ นักฟิสิกส์ที่ยึดกับกรอบคิดดังกล่าวได้แต่หวังว่าหลักการทางคณิตศาสตร์อันทรงพลัง ณ แก่นกลางของสุดยอดทฤษฎีจักรวาลอธิบายลักษณะที่เอกภพอื้อต่อสิ่งมีชีวิตได้ในสักวัน ปัจจุบันคำตอบของสาวกเพลโตต่อปริศนาการออกแบบคือ วันหนึ่งเราจะพบว่ามันเป็นความจำเป็นทางคณิตศาสตร์โง่งง เอกภพเป็นอย่างที่มันเป็นเพราะธรรมชาติไม่มีทางเลือก สมมติว่านี่เป็นคำตอบจริง ๆ มันก็ให้ความรู้สึกเหมือนอันตเหตุ (Final Cause) ของอาริสโตเติลที่จำแลงมาในรูปทฤษฎีฟิสิกส์สมัยใหม่ ยิ่งไปกว่านั้น หากสมมติว่าสุดยอดทฤษฎีไม่ได้มีอยู่แค่ในความฝันอันไกลห่าง และเราค้นพบหลักการทางคณิตศาสตร์อันทรงพลังแล้ว ก็ยากจะไขข้อข้องใจอยู่ดีว่าทำไมเอกภพจึงบังเอิญอื้อต่อสิ่งมีชีวิตอย่างโจ่งแจ้งขนาดนี้ ไม่มีสัจธรรมแบบเพลโตใด ๆ เชื่อมโยงช่องว่างระหว่างโลกของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตที่เกิดขึ้น ณ อรุณรุ่งแห่งวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ได้เลย เรากลับจำต้องสรุปว่าชีวิตและภูมิปัญญาเป็นเพียงความบังเอิญอันแสนสุข

ภายในความเป็นจริงทางคณิตศาสตร์อันไร้อคติโดยพื้นฐาน และจะมีอะไรอีกแค่เล็กน้อยให้ทำความเข้าใจ

การเอนเอียงทางเพโลโตในประเด็นการออกแบบทางฟิสิกส์และเอกภพวิทยาเหล่านี้ แม้ไม่ผิดอย่างชัดเจนก็แตกต่างกันอย่างถึงรากจากที่นักชีววิทยานับตั้งแต่ดาร์วินได้ประจักษ์ในแบบแผนการออกแบบสิ่งมีชีวิต

กระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายและดีไซน์ที่เหมือนมีจุดประสงค์นั้น เป็นสิ่งที่พบได้ดาษดื่นในโลกทางชีวภาพ ที่จริงแล้ว มันเป็นพื้นฐานของมุมมองธรรมชาติเชิงอันติวิทยาของอาร์ิสโตเติล สิ่งมีชีวิตนั้นซับซ้อนอย่างมหัศจรรย์ เซลล์สิ่งมีชีวิตแม้เพียงหนึ่งเซลล์มีส่วนประกอบทางโมเลกุลมากมายหลากหลาย ทำานสอดประสานกันอย่างงดงามเพื่อทำภารกิจของมัน ในสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ขึ้น เซลล์จำนวนมหาศาลทำงานร่วมกันอย่างประสานสอดคล้องเพื่อสร้างโครงสร้างอันละเอียดอ่อนซึ่งมีจุดประสงค์เฉพาะ เช่น ดวงตาและสมอง ก่อนจะมีชาร์ลส์ดาร์วิน คนไม่อาจเข้าใจว่ากระบวนการทางฟิสิกส์และเคมีสร้างความสลับซับซ้อนที่มีประโยชน์อย่างน่าทึ่งเช่นนั้นได้อย่างไร และคนจึงอุปโลกน์ว่ามีผู้ออกแบบอันศักดิ์สิทธิ์ พระสอนศาสนาชาวอังกฤษในศตวรรษที่สิบแปด วิลเลียม เพลย์ เชื่อมโยงความมหัศจรรย์ของโลกแห่งชีวิตกับการทำงานของนาฬิกา เพลย์อธิบายว่า เช่นเดียวกัน นาฬิการ่องรอยของการออกแบบในโลกแห่งชีวิตนั้นชัดเจนเกินจะมองข้าม และ “การออกแบบย่อมต้องมีผู้ออกแบบ”^๖ แต่ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วินบล้างแนวคิดเชิงอันติวิทยาออกจากชีววิทยาโดยสิ้นเชิง ความเข้าใจลึกซึ้งของดาร์วินคือวิวัฒนาการทางชีววิทยาเป็นกระบวนการทางธรรมชาติ และกลไกเรียบง่ายของมันอย่างการผันแปรอย่างสุ่มและการคัดเลือกทางธรรมชาติ สามารถอธิบายแบบแผนในสิ่งมีชีวิต

ที่ดูเหมือนถูกออกแบบมาได้ โดยไม่จำเป็นต้องอุปโลกน์ว่ามีผู้ออกแบบ
 บนหมู่เกาะกาลาปาโกส ดาร์วินพบนกฟินช์มากมายที่แตกต่างกันทั้งขนาดและรูปร่างของจะงอยปาก นกฟินช์ภาคพื้นมีจะงอยปาก
 แข็งแรงสำหรับบดถั่วและเมล็ดพืช ในขณะที่นกฟินช์ต้นไม่มีปากแหลม
 เหมาะสำหรับจับแมลง ข้อมูลเหล่านี้และอื่น ๆ ระหว่างการเดินทาง
 ทำให้ดาร์วินคิดว่านกฟินช์ชนิดต่าง ๆ นั้นเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน และ
 วิวัฒนาการภายใต้อิทธิพลของบทบาทหน้าที่ทางนิเวศวิทยาอันจำเพาะ
 เจาะจงของมัน ในปี 1837 ขณะความทรงจำจากการเดินทางไป
 กาลาปาโกสบนเรือเอชเอ็มเอส บีเกิลยังสดใหม่ ดาร์วินสังเกตซ์ภาพ
 ง่าย ๆ ลงในสมุดบันทึกสีแดง เป็นภาพต้นไม้บรรพบุรุษที่แตกกิ่งก้าน
 สาขา แสดงถึงขอบเขตทฤษฎีลึกซึ้งของเขาที่กำลังอกงาม ซึ่งระบุว่า
 สิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลกเชื่อมโยงสัมพันธ์กันและเกิดมาจากรบรรพบุรุษ
 ร่วมกันเพียงหนึ่งเดียว หรือก็คือลำต้นของต้นไม้ ผ่านกระบวนการ
 คัดเลือกจากสิ่งแวดล้อมอย่างค่อยเป็นค่อยไป และเกิดขึ้นในการก๊อปปี้
 ตัวเองที่เกิดกลายพันธุ์อย่างสุ่ม (ดูไบแทรก ผ่านภาพ 4)

หัวใจของแนวคิดแบบดาร์วินคือธรรมชาติไม่ได้มองไปข้างหน้า
 มันไม่ได้คาดที่จะต้องใช้อะไรในการมีชีวิตรอด ในทางกลับกัน แนวโน้ม
 อย่างการเปลี่ยนรูปร่างของจะงอยปากนก หรือคอยีราฟที่ค่อย ๆ ยืดยาว
 ล้วนมาจากรกระบวนการคัดเลือกจากสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินมาระยะเวลา
 นาน เพื่อส่งเสริมลักษณะอันเป็นประโยชน์

“มีความอลังการอยู่ในมุมมองชีวิตนี้” ดาร์วินเขียนไว้กว่ายี่สิบปี
 ให้หลังว่า “ด้วยพลังหลายประการของมัน ซึ่งผ่องถ่ายไปเป็นสิ่งมีชีวิต
 บางรูปลักษณะหรือกลายเป็นเพียงหนึ่งลักษณะ ขณะดาวเคราะห์ดวงนี้
 โคจรตามกฎความโน้มถ่วงอันตายตัวตลอดมา รูปลักษณะสรรพชีวิต
 แรกเริ่มอันเรียบง่าย ทั้งที่สวยงามที่สุดและมหัศจรรย์ที่สุด มีวิวัฒนาการ
 ตลอดมาและยังคงวิวัฒนาการต่อไป”⁹

แนวคิดแบบดาร์วินจับข้ออภิปรายเหตุผลของเพลย์มาพลิกกลับหัวกลับหาง โดยสาธิตว่านาฬิกาไม่จำเป็นต้องมีคนทำนาฬิกา ชาวสวิสหรือทฤษฎีของเขารายยวิวัฒนาการโลกแห่งชีวิตอย่างละเอียดครบถ้วน โลกที่การดิ้นรนรวมถึงกฎเกณฑ์ต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ว่าเป็นสมบัติที่เกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่ใช่ผลจากการสรรค์สร้างเหนือธรรมชาติแต่อย่างใด

แม้จะสวยงามและอลังการ อย่างไรก็ดี กฎทางชีววิทยาก็มักถือว่าเป็นพื้นฐานน้อยกว่ากฎฟิสิกส์อยู่ระดับหนึ่ง เพราะแม้แบบแผนที่ดูคล้ายกฎอาจอยู่คงทน แต่ไม่มีใครคิดว่ามันเป็นสัจธรรมชั่วนิรันดร์ ยิ่งไปกว่านั้น การกำหนดแนและการทำนายได้ก็มีบทบาทน้อยมากในฐานะหลักการทางชีววิทยา กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันนั้นมีลักษณะเป็นนิยัตินิยม (กำหนดแน่) ทำให้นักฟิสิกส์สามารถทำนายว่าวัตถุจะไปอยู่ที่ไหน ณ เวลาใดในอนาคต โดยอิงกับตำแหน่งและความเร็วของมันในปัจจุบัน (หรือ ณ ขณะเวลาใด ๆ ในอดีต) ในกรอบของดาร์วิน ความสับสนในการกลายพันธุ์ภายในระบบสิ่งมีชีวิตหมายความว่าเกือบจะไม่มีอะไรกำหนดล่วงหน้าได้แน่นอนเลย แม้แต่กฎที่วันหนึ่งอาจบังเกิด การขาดการกำหนดแนนี้ทำให้ชีววิทยามีลักษณะเป็นการมองย้อนกลับ กล่าวคือเราสามารถเข้าใจวิวัฒนาการทางชีววิทยาได้ด้วยการมองย้อนอดีตเท่านั้น ทฤษฎีของดาร์วินไม่ได้ให้รายละเอียดเส้นทางวิวัฒนาการจริง ๆ จากชีวิตแรกสุดจนถึงชีวมณฑลปัจจุบันอันซับซ้อนหลากหลาย มันไม่ได้ทำนายต้นไม้มแห่งชีวิต เพราะนั่นไม่ใช่และไม่เคยเป็นวัตถุประสงค์ของทฤษฎี ในทางกลับกัน อัจฉริยภาพของดาร์วินปรากฏอยู่ภายในการพรรณนาหลักการจัดระบบระเบียบโดยทั่วไป แล้วปล่อยให้บันทึกทางประวัติศาสตร์เป็นหน้าที่ของวิชาวิวัฒนาการชาติพันธุ์และบรรพชีวินวิทยา กล่าวคือทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วินตระหนักว่าชีวิต

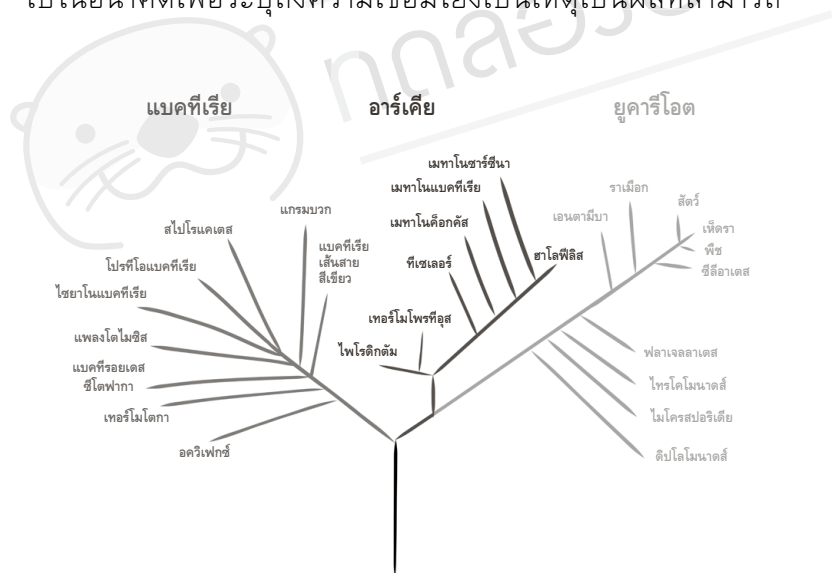
เช่นที่เรา รู้จักนี้เป็นผลผลิตร่วมกันของความเป็นปกติและประวัติศาสตร์ อันจำเพาะเจาะจง ประโยชน์ของมันคือทำให้นักวิทยาศาสตร์สร้าง ต้นไม้แห่งชีวิตย้อนหลังได้ เริ่มจากสังเกตการณ์ชีวโมเลกุลในปัจจุบัน และสมมติฐานว่าด้วยการมีบรรพบุรุษร่วมกัน

นกพิณซ์ของดาร์วินเป็นตัวอย่างในกรณีดังกล่าว หากดาร์วิน ให้เหตุผลล่วงหน้าไปในอนาคต และพยายามทำนายสปีชีส์นกพิณซ์ บนหมู่เกาะกาลาปากอส โดยเริ่มจากสิ่งแวดล้อมทางเคมีบนโลกยุค ก่อนมีสิ่งมีชีวิต เขาก็จะล้มเหลวโดยสิ้นเชิง การมีอยู่ของนกพิณซ์หรือ สปีชีส์อื่น ๆ บนโลกไม่อาจอนุมานได้จากพื้นฐานกฎฟิสิกส์และเคมี เพียงอย่างเดียว เพราะทุกแขนงในวิวัฒนาการทางชีววิทยานั้นเกี่ยวพัน กับความบังเอิญ ผลแห่งบังเอิญบางอย่างเอื้ออำนวยสอดคล้องกับ สภาพสิ่งแวดล้อม มันจึงคงอยู่ต่อไป พร้อมผลที่จะหลั่งไหลตามมา มากมายในภายหลัง อุปสรรคที่คงอยู่ต่อช่วยกำหนดลักษณะของ วิวัฒนาการที่ตามมาและอาจเกิดเป็นกฎทางชีววิทยาใหม่ๆ ตัวอย่างเช่น กฎมรดกตกทอด (laws of inheritance) ของเมนเดล ก็เกิดจาก ผลรวมของการแตกแขนงหลายครั้งที่น่าไปสู่สิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศตั้งแต่แรก

ในรูป 5 ผมแสดงภาพต้นไม้แห่งชีวิตในเชิงวิวัฒนาการชาติพันธุ์ เวอร์ชันสมัยใหม่ อิงกับการวิเคราะห์ลำดับไรโบโซมอาร์เอ็นเอ (ribosomal RNA) ที่แสดงสามโดเมนของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคาริโอต ที่โคนต้นไม้เป็นบรรพบุรุษร่วมกันของพวกมัน ทุกอย่างที่อยู่บนต้นตั้งแต่โคนโมเลกุลจนถึงกิ่งก้านสาขาสปีชีส์นกพิณซ์ ครอบคลุมถึงประวัติศาสตร์พันพัวซับซ้อนของ “การทดลอง” ทางเคมี และชีววิทยานับพันล้านปี ที่ทำให้ชีววิทยาส่วนใหญ่เป็นศาสตร์แห่ง การมองย้อนกลับ ดังที่นักชีววิทยาวิวัฒนาการ สตีเฟน เจย์ กุลด์ กล่าวไว้ “หากเราย้อนประวัติศาสตร์แห่งชีวิตและเล่นมันอีกครั้ง

สปีชีส์ ผังร่างกาย และพีโนไทป์ที่จะวิวัฒนาการขึ้นมาก็อาจแตกต่างกันไปอย่างสิ้นเชิง”¹⁰

ความสับสนที่ตกทอดอยู่ภายในวิวัฒนาการทางชีววิทยาขยายสู่ประวัติศาสตร์ระดับอื่นเช่นกัน ตั้งแต่กำเนิดแห่งชีวิตไปจนถึงประวัติศาสตร์มนุษยชาติ เช่นเดียวกับดาร์วิน นักประวัติศาสตร์พิจารณาจุดหักมุมและผกผันในเส้นทางประวัติศาสตร์โดยจำแนกระหว่างการบรรยายว่า “อย่างไร” กับการอธิบายว่า “ทำไม” และในการบรรยายว่าอย่างไร นักประวัติศาสตร์ให้เหตุผลย้อนหลังอย่างที่นักชีววิทยาทำ แล้วสร้างลำดับเหตุการณ์เฉพาะที่นำเราจากจุดหนึ่งไปยังผลแบบหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ในการอธิบายว่าทำไม เราต้องคิดแบบนักฟิสิกส์ และทำงานล่วงเวลาไปในอนาคตเพื่อระบุถึงความเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผลที่สามารถ



รูป 5 ต้นไม้แห่งชีวิตแสดงสิ่งมีชีวิตในสามโดเมนและที่โคนต้นคือบรรพบุรุษร่วมกันสากลสุดท้าย LUCA (Last Universal Common Ancestor) รูปแบบสิ่งมีชีวิตล่าสุดที่สิ่งมีชีวิตทุกอย่างบนโลกวิวัฒนาการมาจากมัน

กำหนดแน่ และทำนายเส้นทางทางประวัติศาสตร์เฉพาะเส้นทางหนึ่งว่ามีความเป็นไปได้มากกว่าเส้นทางอื่นๆ การอ่านประวัติศาสตร์แบบผิวเผินมักดูเหมือนจะให้คำอธิบายอันแน่นอนเป็นเหตุเป็นผลว่าทำไมสิ่งต่างๆ จึงเกิดขึ้นเช่นนั้น แต่การวิเคราะห์ที่รอบคอบกว่ามักเผยให้เห็นเครือข่ายของแรงขับเคลื่อนที่แข่งกันส่งผล ณ จุดเปลี่ยน พร้อมกับเหตุบังเอิญมากมายมหาศาล ทำให้เส้นทางที่ประวัติศาสตร์ดำเนินไปนั้นคลุมเครือ และแน่นอนว่าหาใช่เรื่องที่ไม่อาจหลีกเลี่ยง ทั้งหมดนี้ทำให้เราต้องพยายามตอบคำถามว่า “อย่างไร” มากกว่า “ทำไม”

นึกถึงป่าที่ผมมองเห็นจากหน้าต่างห้องทำงาน สองสามไมล์ทางตอนใต้ของสนามรบวอเตอร์ลู ในวันที่ 17 มิถุนายน 1815 คืบก่อนเกิดการปะทะใหญ่ นโปเลียน โบนาปาร์ต สั่งการนายพลเอ็มมานูเอล เดอเกราชี ให้ไล่ล่ากองทัพปรัสเซียเพื่อไม่ให้รวมตัวกับกองกำลังสัมพันธมิตรอังกฤษที่ตั้งฐานอยู่ทางเหนือ เกราชีเคลื่อนกำลังพลไปทางตะวันออกเฉียงเหนือตามหน้าที่พร้อมกับกำลังทหารฝรั่งเศสจำนวนไม่น้อย แต่ก็ไม่พบกองกำลังปรัสเซีย เช้าวันรุ่งขึ้นจากป่าที่ผมมองเห็นนี้ เขาได้ยินเสียงดังท่มของปืนใหญ่กองทัพฝรั่งเศสดังห่างออกไป และตระหนักว่าการปะทะเริ่มต้นขึ้นแล้ว สองสามนาที่สำคัญเขาลังเลว่าจะละเมิดคำสั่งนโปเลียนแล้วถอยทัพกลับไปช่วยทหารฝรั่งเศสที่เหลืออยู่ได้ไหม แต่เขาเลือกเดินทัพต่อไป หนีห่างจากชะตาชีวิต เพื่อไล่ล่ากองทัพปรัสเซีย การตัดสินใจของเกราชีในเวลานั้นเป็นอุบัติเหตุดั่งที่ล้ำคดียิ่ง อุบัติเหตุที่ไม่เพียงส่งผลต่อสงครามเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อเส้นทางประวัติศาสตร์ของยุโรป

หรือลองดูอีกตัวอย่าง พิจารณาความรุ่งเรืองของคริสต์ศาสนาในจักรวรรดิโรมันศตวรรษที่สี่ ตอนที่จักรพรรดิคอนสแตนตินเถลิงราชบัลลังก์ในปี 306 ศาสนาคริสต์เป็นเพียงลัทธิอันคลุมเครือที่กำลังแข่งอิทธิพลกับนิกายความเชื่ออื่นๆ เหตุใดศาสนาคริสต์จึงยึดครอง

จักรวรรดิโรมันได้และกลายเป็นความเชื่อศรัทธาสามัญของคนทั่วไป นักประวัติศาสตร์ ยูวัล แฮรารี อภิปรายไว้ในหนังสือ *Sapiens* ว่า มันไม่มีคำอธิบายสาเหตุ และอิทธิพลครอบงำของศาสนาคริสต์ใน ยุโรปตะวันตกก็ควรถูกมองว่าเป็นอุปัทวเหตุคงค้างอีกประการหนึ่ง แฮรารีกล่าวพ้องกับกุลด์ในทางชีววิทยาว่า “ถ้าเราสามารถย้อน ประวัติศาสตร์และใช้ชีวิตในศตวรรษที่สี่สักหนึ่งร้อยครั้ง เราจะ พบว่าศาสนาคริสต์จักเป็นใหญ่ในจักรวรรดิโรมันเพียงสองสามครั้ง เท่านั้น” แต่อุบัติเหตุแซ่แข็งของศาสนาคริสต์ก่อให้เกิดผลตาม มาหาศาล ประการหนึ่งคือลัทธิพระเจ้าหนึ่งเดียวทำให้เกิดศรัทธา ในพระเจ้าผู้สร้าง ซึ่งมีแผนอันสมเหตุสมผลในการสร้างโลก จึงไม่น่า แปลกใจที่สิบสองศตวรรษให้หลัง เมื่อวิทยาศาสตร์สมัยใหม่เกิดขึ้น ในยุโรปที่คริสต์ศาสนาเป็นใหญ่ นักวิทยาศาสตร์ยุคแรกจึงมองการ ค้นคว้าของตนเป็นการทำเพื่อศาสนารูปแบบหนึ่ง ซึ่งปูทางสู่ปริศนา แห่งการออกแบบที่เรากำลังครุ่นคิดกัน

โดยทั่วไปแล้ว เส้นทางมากมายเปิดกว้างในทุกจุด นับตั้งแต่ ประวัติศาสตร์มนุษยชาติจนถึงวิวัฒนาการทางชีววิทยาและดาราศาสตร์ ฟิสิกส์ นั้นหมายความว่ามีความเป็นไปได้ที่นิยามอยู่โดยคร่าวเท่านั้น ในแต่ละขั้นตอนของวิวัฒนาการ นิยัตินิยมกับความเป็นสาเหตุมัก กำหนดเพียงแนวโน้มนทางโครงสร้างและสมบัติโดยทั่วไปจากพื้นฐาน กฎเกณฑ์ในระดับซับซ้อนน้อยกว่า ตัวอย่างเช่น ประวัติศาสตร์ มนุษยชาติที่เต็มไปด้วยอุบัติเหตุผกผันนั้น เกิดขึ้นภายในดาวเคราะห์ โลกเป็นส่วนใหญ่ มีข้อยกเว้นบ้างจากการสำรวจเหตุตฤณีในระบบ สุริยะไม่กี่ครั้ง การจำกัดอยู่เพียงในดาวเคราะห์นี้ไม่น่าแปลกใจ และ ทำให้สามารถทำนายได้ภายใต้สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและธรณีวิทยา ที่ชีวิตมนุษย์ถือกำเนิด แต่ก็แทบไม่ได้บอกอะไรชัดเจนเกี่ยวกับ แต่ละยุคในประวัติศาสตร์มนุษยชาติ

ในทำนองเดียวกัน ลำดับธาตุทางเคมีและโครงสร้างตารางธาตุของเมนเดเลเยฟถูกกำหนดจากกฎของฟิสิกส์อนุภาคในระดับต่ำลงมา แต่ความอุดมอันจำเพาะของธาตุต่างๆ บนโลกขึ้นกับเหตุบังเอิญ นานัปการตลอดวิวัฒนาการของมันเป็นมาจนปัจจุบัน

ลองดูตัวอย่างระดับชีวเคมีกันบ้าง พิจารณากฎที่ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลกมีรากฐานเป็นดีเอ็นเอ และยีนก็ประกอบมาจากนิวคลีโอไทด์สี่ชนิดที่ย่อว่า A, C, G และ T องค์ประกอบเฉพาะของโมเลกุลดีเอ็นเออาจเป็นผลโดยบังเอิญของการก่อเกิดสิ่งมีชีวิตจากสิ่งไร้ชีวิตบนดาวเคราะห์ของเรา แต่ความสามารถทางการคำนวณพื้นฐานที่สิ่งมีชีวิตต้องเรียนรู้เพื่อที่จะดำรงชีวิตได้นั้นอยู่ในระดับที่ลึกกว่า และอาจกำหนดสมบัติเชิงโครงสร้างกว้างๆ ของสื่อंनाโมเลกุลของข้อมูลทางพันธุกรรมบนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ สิ่งนี้เกิดจากการสร้างสรรค์ทางทฤษฎีของออตโตมาตาที่ผลิตตัวเองได้ โดยนักคณิตศาสตร์ชาวฮังการีอเมริกัน จอห์น วอน นอยมานน์ ในปี 1948 ห้าปีก่อนที่วัตสันกับคริกจะค้นพบโครงสร้างของดีเอ็นเอ วอน นอยมานน์ ระบุปัญหาการคำนวณระดับจำเป็นที่สิ่งมีชีวิตต้องทำให้ได้เพื่อจะดำรงอยู่และจัดวางโครงสร้างอันชาญฉลาด โครงสร้างซึ่งดูเหมือนเป็นไปได้เพียงหนึ่งเดียว และสามารถผลิตตัวเองซ้ำๆ โครงสร้างที่เขาวาดขึ้นได้รับการยอมรับในทันทีในนาม DNA

วิวัฒนาการก่อตัวขึ้นอย่างต่อเนื่องบนสายโซ่แห่งอุปัทวเหตุ คงค้าง ความซับซ้อนระดับต่ำกว่ากำหนดสิ่งแวดล้อมให้กับวิวัฒนาการระดับสูงกว่า แต่ยังคงมีที่เหลือพอสำหรับความผกผันไม่คาดคิดที่มักทำให้เกิดเส้นทางที่ไม่น่าจะเป็นไปได้อย่างยิ่งหลายเส้นทาง และทำให้นิยัตินิยมล้มเหลว ผลโดยบังเอิญ ณ เหตุการณ์แตกแขนงจำนวนนับไม่ถ้วนผสมผสานกับส่วนประกอบที่ปรากฏขึ้นกลายเป็นวิวัฒนาการเพิ่มโครงสร้างและข้อมูลปริมาณมหาศาลที่ไม่ได้มีอยู่ในกฎระดับ

ต่ำกว่า ซึ่งก่อให้เกิดแบบแผนคล้ายกฎรูปแบบใหม่ขึ้นในระดับที่สูงกว่า ตัวอย่างเช่น ทุกวันนี้ไม่มีนักวิทยาศาสตร์อาชีพคนไหนเชื่อว่า มี “แรงแห่งชีวิต” ที่ไม่ได้ก่อกำเนิดจากเคมีกายวิภาค หากแต่ระดับกายภาพเพียงอย่างเดียวก็ไม่ได้กำหนดว่าอะไรคือกฎเกณฑ์ทางชีววิทยานานโลก

• • •

เพียงสิบแปดวันหลังจากวันที่ 24 พฤศจิกายน 1859 ที่มีการตีพิมพ์งานชิ้นเอก *On the Origin of Species* ชาร์ลส์ ดาร์วิน ได้รับจดหมายจากนักดาราศาสตร์ เซอร์จอห์น เฟรเดริก วิลเลียม เฮอร์เชล ผู้เป็นลูกชายของคนค้นพบดาวยูเรนัส เฮอร์เชลแสดงความเคลือบแคลง ความไร้กฎเกณฑ์ของภาพทัศน์วิวัฒนาการของดาร์วิน โดยกล่าวว่าหนังสือของเขาเป็น “กฎแห่งความมั่วซั่ว”¹¹ กระนั้นนี่ก็คือจุดแข็งของมัน ความสวยงามของทฤษฎีดาร์วินคือมันมอบการสังเคราะห์ของแรงขับเคลื่อนแห่งการผันแปรและการคัดเลือกโดยสิ่งแวดล้อมในโลกของสิ่งมีชีวิต ดาร์วินพบจุดเปราะบางระหว่าง “ทำไม” กับ “อย่างไร” ในชีววิทยา หลอมรวมคำอธิบายเชิงสาเหตุเข้ากับเหตุผลเชิงอนุมาน ในกรอบคิดอันสอดประสานหนึ่งเดียว เขาแสดงให้เห็นว่าแม้ชีววิทยาจะมีธรรมชาติเชิงประวัติศาสตร์และเต็มไปด้วยเหตุบังเอิญโดยพื้นฐาน มันก็สามารถเป็นวิทยาศาสตร์ที่เปี่ยมประโยชน์และเหมาะสม เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจของเราต่อโลกของสิ่งมีชีวิต

แนวคิดดาร์วินนิยมเสริมพลังให้การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ และต่อ ยอดสู่สาขาที่มุ่มมองเชิงอันตวิทยา ดูไม่อาจถูกตั้งคำถาม โลกแห่งสิ่งมีชีวิตนั่นเอง ทว่าโลกทัศน์ที่สื่อออกมา นั้นช่างแตกต่างอย่างสิ้นเชิงจากมุมมองที่ได้จากกฎฟิสิกส์มูลฐาน ความแตกต่างนี้แสดงตัวชัดเจนที่สุดในมุมมองขัดแย้งกันเรื่องปริศนาแห่งการออกแบบ แนวคิด