

สารบัญ

บทที่ 1

อะไรคือความเป็นจริง?

อะไรคือสิ่งมหัศจรรย์?

9

- ไมเคิล : การทดสอบจินตนาการของเรา
- วิทยาศาสตร์กับเรื่องเหนือธรรมชาติ : คำอธิบายกับคู่ปรับของมัน
- ความมหัศจรรย์อันเหลือเชื่อของวิวัฒนาการ

บทที่ 2

ใครคือมนุษย์คนแรก?

31

- ใครเป็นมนุษย์คนแรกกันแน่
- กลายเป็นหิน • ย้อนเวลาสู่อดีต
- ดีเอ็นเอบอกว่าพวกเราทั้งหมดเป็นเครือญาติกัน

บทที่ 3

เหตุใดถึงมีสัตว์มากมายหลายชนิด?

53

- เหตุผลจริง ๆ ของการมีสัตว์มากมายหลายชนิดคืออะไรกันแน่
- การดึงออกจากกัน : วิธีที่ภาษาและสปีชีส์แตกกิ่งก้านสาขา
 - เกาะและความโดดเดี่ยว : พลังแห่งการแยกจากกัน
 - การคนให้เข้ากัน การคัดเลือก และความอยู่รอด

unit 4

สรรพสิ่งสร้างจากอะไร? 75

- ผลึก - อะตอมในขบวนการพาหะ
- ของแข็ง ของเหลว แก๊ส - วิธีที่โมเลกุลเคลื่อนที่ • ภายในอะตอม
- สิ่งเล็กที่สุด • คาร์บอน - โครงสร้างหลักของชีวิต
- บทนี้ไม่มีตำนาน

unit 5

ทำไมมีกลางวัน ฤดูหนาวกับฤดูร้อน? 97

- อะไรคือสาเหตุที่ทำให้กลางวันเปลี่ยนเป็นกลางคืน
และฤดูหนาวเปลี่ยนเป็นฤดูร้อนกันแน่
- การหาทิศตอนกลางวันกับการหาทิศตอนกลางคืน - และปฏิทิน
- ในวงโคจร • ไซ่ วงรี และการหนีแรงโน้มถ่วง
- มองด้านข้างที่ฤดูร้อน

unit 6

ดวงอาทิตย์คืออะไร? 119

- ดวงอาทิตย์คืออะไรกันแน่
- ดาวฤกษ์มีแสงสว่างได้อย่างไร • เหตุการณ์ชีวิตของดวงดาว
- ซูเปอร์โนวา กับ ละอองดาว • การโคจรหมุนวนเป็นวง
- ดาวเคราะห์น้อยกับผีพุ่งไต้ • แสงแห่งชีวิต

บทที่ 7

สายรุ้งคืออะไร? 141

- ความมหัศจรรย์แห่งสายรุ้ง
- แสงทำมาจากอะไร • เม็ดฝนทำให้เกิดสายรุ้งได้อย่างไร
- ว่าด้วยความยาวคลื่นที่เหมาะสม

บทที่ 8

สรรพสิ่งเริ่มต้นเมื่อไหร่ และเกิดขึ้นได้อย่างไร? 155

- สรรพสิ่งเกิดจากอะไรกันแน่
- สายรุ้งและการเลี้ยวไปทางสีแดง
- ย้อนหลังสู่บิกแบง

บทที่ 9

พวกเราโดดเดี่ยวหรือไม่? 173

- มีสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์ดวงอื่นอยู่จริงหรือไม่
- มองหาไกลดิล็อกส์
- ดื่มให้แก่ดวงตาของเธอ

บทที่ 10

แผ่นดินไหวคืออะไร? 193

- ตำนานเกี่ยวกับแผ่นดินไหว
- แผ่นดินไหวคืออะไรกันแน่ • โลกเคลื่อนตัวได้อย่างไร
- การแผ่ขยายของพื้นทะเล • ขับเคลื่อนด้วยความร้อน

บทที่ 11

สิ่งเลวร้ายเกิดขึ้นเพราะเหตุใด? 209

- เรื่องเลวร้ายเกิดขึ้นเพราะเหตุใดกันแน่
- ความโชคดี โอกาส และสาเหตุ • พอลลีแอนนากับโรคจิตหวาดระแวง
- ความเจ็บป่วยกับวิวัฒนาการ - กำลังอยู่ระหว่างดำเนินการหรือเปล่า

บทที่ 12

ปาฏิหาริย์คืออะไร? 231

- ข่าวน่าสนใจ เรื่องบังเอิญ และเรื่องที่ถูกเสริมเติมแต่งอย่างรวดเร็ว
 - วิธีที่ดีในการคิดเกี่ยวกับปาฏิหาริย์
- ปาฏิหาริย์ของวันนี้คือเทคโนโลยีของวันพรุ่งนี้

ประวัติผู้เขียน 253

บทที่ 1

อะไรคือความเป็นจริง?

อะไรคือสิ่งมหัศจรรย์?

ค วามเป็นจริง (reality) คือสิ่งที่มีตัวตนอยู่จริง นิยามนี้ดูเหมือนตรงไปตรงมา แต่กลับมีปัญหาหลายข้อ เช่น ไดโนเสาร์เคยมีตัวตนอยู่จริงในยุคหนึ่ง แต่ตอนนี้สูญพันธุ์ไปหมดแล้ว หรือกรณีดาวฤกษ์ที่อยู่ห่างจากโลกลิบลิบ เมื่อแสงของพวกมันเดินทางมาถึงเราและเรามองเห็นดวงดาวเหล่านั้น พวกมันอาจดับไปแล้วก็ได้

ตอนนี้ขอพักเรื่องไดโนเสาร์กับดวงดาวสักครู่ ไม่ว่าจะกรณีใดก็ตาม เราจะรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งไหนมีตัวตนอยู่จริงในชั่วเวลาปัจจุบัน คำตอบคือประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การได้กลิ่น การสัมผัส การได้ยิน และการรับรู้รส ประสาทสัมผัสเหล่านี้ทำหน้าที่ได้ดีทีเดียวในการโน้มน้าวเราว่าสิ่งต่าง ๆ มีตัวตนอยู่จริง ไม่ว่าจะมาก่อนหินกับอูฐหยู้อาที่เพิ่งตัดกับกาแพดใหม่ กระดาษทรายกับผ้ากำมะหยี่ น้ำตกกับกระดิ่งหน้าประตู หรือน้ำตาลกับเกลือ แต่เราจะเรียกเพียงแค่สิ่งที่สามารถรับรู้ได้โดยตรงจากประสาทสัมผัสใดประสาทสัมผัสหนึ่งว่า “มีตัวตนอยู่จริง” เท่านั้นนะหรือ

กาแล็กซีที่อยู่ห่างไกลเกินกว่าจะมองเห็นด้วยตาเปล่าถือว่ามีตัวตนอยู่จริงไหม แบคทีเรียที่มีขนาดเล็กจนต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงจะมองเห็นมีตัวตนอยู่จริงไหม เราจะต้องพูดว่าสิ่งเหล่านี้ไม่มีตัวตนอยู่จริงเพราะเรามองไม่เห็นมันหรือเปล่า คำตอบคือไม่ใช่ครับ เพราะเราสามารถขยายขอบเขตการรับรู้ของประสาทสัมผัสได้ด้วยเครื่องมือพิเศษบางอย่าง เช่น กล้องโทรทรรศน์สำหรับใช้มองดูกาแล็กซี และกล้องจุลทรรศน์สำหรับส่องดูแบคทีเรีย ความเข้าใจในหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์และกล้องจุลทรรศน์ทำให้เราสามารถเชื่อมั่นขยายขอบเขตการรับรู้ ในกรณีนี้คือการขยายขอบเขตการมองเห็น และสิ่งที่เรามองเห็นผ่านเครื่องมือเหล่านั้นนั้นแหละที่โน้มน้าวเราว่ากาแล็กซีกับแบคทีเรียมีตัวตนอยู่จริง

แล้วคลื่นวิทยุล่ะ มันมีตัวตนอยู่จริงไหม ดวงตาของเราไม่สามารถมองเห็นคลื่นวิทยุ และหูก็ไม่ได้ยินเสียงของมัน แต่มีเครื่องมือพิเศษบางอย่าง เช่น โทรทัศน์ ซึ่งสามารถแปลงคลื่นวิทยุไปเป็นสัญญาณที่เราสามารถมองเห็นและได้ยินได้ ฉะนั้น ถึงแม้เรามองไม่เห็นและไม่ได้ยินคลื่นวิทยุ แต่เรารู้ว่าคลื่นวิทยุเป็นส่วนหนึ่งของความเป็นจริง เราู้หลักการทำงานของวิทยุและโทรทัศน์ในทำนองเดียวกับกรณีของกล้องโทรทรรศน์ และกล้องจุลทรรศน์ อุปกรณ์เหล่านี้ช่วยให้ประสาทสัมผัสของเราสร้างภาพของสิ่งที่มีตัวตนอยู่จริง ซึ่งก็คือโลกที่แท้จริง (real world) หรือความเป็นจริง (reality) กล้องโทรทรรศน์วิทยุ (และกล้องโทรทรรศน์รังสีเอกซ์) ทำให้เรามองเห็นดาวฤกษ์และกาแล็กซีประหนึ่งผ่านดวงตาที่แตกต่างออกไป นี่ก็เป็นอีกหนทางหนึ่งของการขยายมุมมองของเราเกี่ยวกับความเป็นจริง

ย้อนกลับมาที่เรื่องไดโนเสาร์ เรารู้อย่างไรว่าครั้งหนึ่งเคยมีไดโนเสาร์เดินเตร็ดเตร่อยู่บนโลก เราไม่เคยเห็น ไม่เคยได้ยินเสียง ไม่เคยวิ่งหนีพวกมัน เราไม่มีไหม้แมชชีนที่จะพาย้อนเวลากลับไปดูพวกมันได้โดยตรง ในกรณีนี้เรามีตัวช่วยขยายขอบเขตการรับรู้อีกชนิดหนึ่ง นั่นคือเรามีซากดึกดำบรรพ์หรือฟอสซิล และเราสามารถมองเห็นมันได้ด้วยตาเปล่า ฟอสซิลไม่วิ่งและไม่กระโดด แต่สามารถบอกเราได้ว่าเกิดอะไรขึ้นเมื่อหลายล้านปีก่อน ทั้งนี้เพราะเรามีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเกิดฟอสซิล เราเข้าใจว่าน้ำและแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำนั้นค่อย ๆ แพร่ซึมเข้าสู่ซากสัตว์ซึ่งถูกฝังอยู่ในชั้นโคลนและชั้นหินได้อย่างไร เราเข้าใจกระบวนการตกผลึกของแร่ธาตุในน้ำและการแทนที่ร่างกายของซากสัตว์นั้นด้วยผลึกดังกล่าวทีละอะตอม ทำให้เกิดร่องรอยตามรูปร่างของสัตว์ที่ตายแล้วประทับอยู่บนหิน ดังนั้น ถึงแม้เราไม่สามารถเห็นไดโนเสาร์ได้โดยตรงจากประสาทสัมผัส แต่เราก็สามารถอธิบายได้ว่าพวกมันเคยมีตัวตนอยู่จริงผ่านหลักฐานทางอ้อม ซึ่งหลักฐานเหล่านั้นเป็นสิ่งที่เรา

สามารถรับรู้ได้โดยตรง นั่นคือ เราสามารถมองเห็นและสัมผัสร่องรอย
ที่กลายเป็นหินของสิ่งมีชีวิตดึกดำบรรพ์

ในแง่หนึ่ง การทำงานของกล้องโทรทรรศน์ก็คล้ายกับโทมัสแมชชีน
กล่าวคือ เวลาเรามองวัตถุอะไรก็ตาม สิ่งที่เรามองเห็นจริง ๆ คือแสง
และแสงต้องใช้เวลาในการเดินทาง ตอนที่เรามองใบหน้าเพื่อน คุณกำลัง
มองภาพใบหน้านั้นในอดีต เพราะแสงจากใบหน้าใช้เวลาเศษเสี้ยววินาที
ในการเดินทางมาถึงดวงตาของคุณ เสียงเดินทางช้ากว่าแสงมาก นี่คือ
เหตุผลที่คุณเห็นดอกไม้ไฟกระจายบนท้องฟ้าก่อนจะตามมาด้วยเสียงระเบิด
ถ้าคุณมองดูคนกำลังตัดต้นไม้จากระยะไกล คุณจะได้ยินเสียงขวาน
ฟันต้นไม้ตามมาจากมองเห็นภาพ

แสงเดินทางเร็วมากจนทำให้เราคิดกันว่าภาพที่มองเห็นเป็นภาพ
ซึ่งเกิดขึ้นเวลาเดียวกับที่เรามอง แต่สำหรับดวงดาวแล้วเป็นอีกเรื่องหนึ่ง
เลย ขนาดดวงอาทิตย์ยังอยู่ห่างออกไปแปดนาที่แสง นั่นหมายความว่า
ถ้าดวงอาทิตย์ดับ เหตุการณ์หายณะดังกล่าวจะยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของ
ความเป็นจริงของเราจนกว่าเวลาจะผ่านไปแปดนาที่ และนั่นหมายถึง
จุดจบของมนุษยชาติ! สำหรับดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้เราเป็นอันดับสองคือ
พร็อกซิมาเซนทอรี (Proxima Centauri) หรือพร็อกซิมาคนครึ่งม้า ถ้าคุณ
มองมันในปี 2012 ภาพที่คุณเห็นคือสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นในปี 2008 กาแล็กซี
คือกลุ่มของดาวฤกษ์จำนวนมาก พวกเราอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือก
ถ้าคุณมองกาแล็กซีเพื่อนบ้านอย่างกาแล็กซีแอนดรอเมดา (Andromeda)
กล้องโทรทรรศน์ก็คือโทมัสแมชชีนที่พาคุณย้อนกลับไปมองอดีตที่เกิดขึ้น
เมื่อ 2,500,000 ปีก่อน เราสามารถใช้กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลมอง
กลุ่มของกาแล็กซีห้ากาแล็กซีที่เรียกว่าสเตฟานส์ควินเต็ต (Stephan's
Quintet หรือห้ากาแล็กซีของสเตฟาน) กำลังเคลื่อนเข้าปะทะกันอย่าง
น่าตื่นตาตื่นใจ แต่ภาพที่เราเห็นคือเหตุการณ์การชนกันเมื่อ 280 ล้านปี
ที่แล้ว ถ้ามีมนุษย์ต่างดาวอาศัยอยู่ในกาแล็กซีใดกาแล็กซีหนึ่งที่กำลัง
เคลื่อนเข้าชนกันนี้ ใช้กล้องโทรทรรศน์กำลังขยายสูงพอที่จะเห็นสิ่งมีชีวิต

บนโลก ภาพที่มีมนุษย์ต่างดาวเห็นในตอนนี้เป็นบรพบุรุษรุ่นแรก ๆ ของ ไดโนเสาร์

ในอวกาศมีมนุษย์ต่างดาวอยู่จริงหรือไม่ เราไม่เคยเห็นและไม่เคยได้ยิน มนุษย์ต่างดาวเป็นส่วนหนึ่งของความเป็นจริงหรือเปล่า ไม่มีใครรู้ แต่เรารู้ว่ามีอะไรบางอย่างที่สามารถบอกเราได้หากมีมนุษย์ต่างดาวอยู่จริง ถ้าเราเข้าไปใกล้มนุษย์ต่างดาวคนหนึ่ง อวัยวะรับสัมผัสต่าง ๆ อาจบอกเราได้เกี่ยวกับมนุษย์ต่างดาวคนนั้น บางทีวันหนึ่งข้างหน้าอาจมีบางคนประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ที่มีกำลังสูงพอสำหรับตรวจจับสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์ดวงอื่น หรือบางทีกล้องโทรทรรศน์วิทยุของเราอาจสามารถรับข้อความที่ถูกส่งมาจากสิ่งมีชีวิตต่างดาวที่ทรงภูมิปัญญาเท่านั้น ความเป็นจริงไม่ได้มีเฉพาะสิ่งที่เรารู้จัก ทว่ายังรวมถึงสิ่งที่มีตัวตนอยู่จริงแต่เรายังไม่รู้จักรักอีกด้วย และในอนาคตก็จะต้องยังไม่รู้จักรักไปจนกว่าจะมีการสร้างเครื่องมือที่ดีกว่าเดิมสำหรับขยายขอบเขตการรับรู้ของประสาทสัมผัสทั้งห้า

อะตอมมีตัวตนอยู่จริงมาโดยตลอด แต่เราเพิ่งจะมั่นใจการมีตัวตนของมันเมื่อไม่นานมานี้เอง และเป็นไปได้ว่าลูกหลานของเราจะรู้อะไรอีกหลายอย่างมากกว่าที่เราอยู่ในตอนนี้ นี่คือการอัศจรรย์และความสนุกสนานของวิทยาศาสตร์ มันทำให้เราค้นพบสิ่งใหม่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งหมดนี้ไม่ได้หมายความว่าเราควรเชื่ออะไรก็ตามเพียงเพราะมีบางคนนึกคิดสิ่งนั้นขึ้นมาได้ เนื่องจากมีสิ่งต่าง ๆ ที่เราสามารถจินตนาการได้นับล้านที่ไม่น่าจะมีตัวตนอยู่จริง เช่น แฟรี่กับฮ็อบก๊อบลิน หรือเลพริคอนกับฮิปโปกริฟฟ์ ถึงแม้ความคิดของเราควรจะเปิดกว้าง แต่เหตุผลที่ดีสำหรับการเชื่อว่าเป็นสิ่งใดมีตัวตนอยู่จริงมีเพียงหลักฐานที่จริงแท้ซึ่งแสดงว่าสิ่งนั้นมีอยู่จริง

โมเดล : การทดสอบจินตนาการของเรา

อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่คุ้นเคยน้อยกว่า แต่เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้บอกว่าจะมีอยู่จริงในกรณีที่ประสาธน์สัมพันธ์ทั้งห้าใช้ตรวจสอบโดยตรงไม่ได้ วิธีดังกล่าวคือการใช้ “โมเดล” ของสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นซึ่งสามารถทดสอบได้ เราจินตนาการ (หรือคุณอาจจะเรียกว่าเดา) ถึงสิ่งที่น่าจะมีตัวตนอยู่จริง สิ่งนี้คือโมเดล จากนั้นก็คิดต่อไปว่าถ้าโมเดลเป็นจริง (บ่อยครั้งที่เป็นการคิดผ่านการคำนวณทางคณิตศาสตร์) เราจะได้เห็นหรือได้ยินอะไร (ด้วยความช่วยเหลือจากเครื่องมือวัด) ต่อมาจึงตรวจสอบว่าเราได้เห็นตามที่คิดไว้หรือไม่ โมเดลอาจเป็นแบบจำลองจริง ๆ ที่ทำจากไม้หรือพลาสติก อาจเป็นสมการคณิตศาสตร์บนกระดาษ หรืออาจเป็นการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ เราสำรวจโมเดลอย่างละเอียดแล้วทำนายสิ่งที่ควรจะเป็น (หรือได้ยิน) ผ่านประสาธน์สัมพันธ์ (หรืออาจใช้อุปกรณ์อื่นช่วยด้วยก็ได้) หากโมเดลนั้นถูกต้อง ต่อมาเราก็ทดสอบว่าคำทำนายดังกล่าวเป็นจริงหรือไม่ ถ้าเป็นจริง ความเชื่อมั่นว่าโมเดลนี้เป็นตัวแทนของความเป็นจริงก็เพิ่มมากขึ้น จากนั้นเราก็ออกแบบการทดลองขั้นต่อไป เราอาจปรับปรุงโมเดลให้ละเอียดกว่าเดิมเพื่อทดสอบและยืนยันสิ่งที่ค้นพบต่อไปอีก แต่ถ้าคำทำนายไม่เป็นจริง เราก็อาจทิ้งหรือดัดแปลงโมเดลเดิมแล้วทดลองใหม่

ลองมาดูตัวอย่างกัน ทุกวันนี้เรารู้ว่ายีนหรือหน่วยที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมประกอบด้วยดีเอ็นเอ เราารู้เกี่ยวกับดีเอ็นเอและการทำงานของมันเยอะทีเดียว แต่คุณไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของดีเอ็นเอแม้จะใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงก็ตาม ความรู้เกือบทั้งหมดเกี่ยวกับดีเอ็นเอเป็นความรู้ทางอ้อม โดยเกิดจากการสร้างโมเดลหลาย ๆ โมเดลแล้วทดสอบโมเดลเหล่านั้น

อันที่จริงก่อนหน้าที่จะมีใครเคยได้ยินคำว่าดีเอ็นเอ นักวิทยาศาสตร์รู้เกี่ยวกับยีนมากพอสมควรจากการทดสอบคำทำนายของโมเดล ย้อนกลับ

ไปในศตวรรษที่ 19 นักบวชชาวออสเตรียชื่อเกรเกอร์ เมเนเดล ได้ทดลองเพาะพันธุ์ต้นถั่วเป็นจำนวนมากในสวนของอาราม เขานับจำนวนต้นที่มีดอกสีแตกต่างกัน หรือจำนวนต้นที่มีเมล็ดแบบมีรอยย่นหรือไม่มีรอยย่นเมื่อผ่านไปทีละรุ่น เมเนเดลไม่เคยเห็นหรือสัมผัสยีน เขาเห็นแค่เมล็ดกับดอก แล้วใช้ดวงตานับชนิดที่แตกต่างกัน เขาสร้างโมเดลซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เราเรียกว่ายีนในปัจจุบัน (ถึงแม้เมเนเดลไม่ได้เรียกมันว่ายีนก็เถอะ) และเขาคำนวณว่าถ้าโมเดลของเขาถูกต้อง ในการทดลองเพาะพันธุ์แบบเฉพาะเจาะจงการทดลองหนึ่ง จำนวนเมล็ดถั่วแบบไม่มีรอยย่นควรจะมีมากกว่าเมล็ดถั่วแบบมีรอยย่นสามเท่า แล้วเขาก็พบว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเช่นนั้นจริง ๆ หลังจากที่เขานับเมล็ดถั่ว พูดย่าง ๆ ก็คือ “ยีน” ของเมเนเดลเป็นสิ่งประดิษฐ์จากจินตนาการของเขา เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นด้วยตาแม้ว่าจะใช้กล้องจุลทรรศน์ แต่เขาสามารถมองเห็นเมล็ดแบบมีรอยย่นและไม่มียอย่น เมื่อนับจำนวนเมล็ดของแต่ละแบบเขาก็พบหลักฐานทางอ้อมว่าโมเดลของการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเขานั้นเป็นตัวแทนที่ดีของอะไรบางอย่างในโลกแห่งความเป็นจริง ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ดัดแปลงวิธีการของเมเนเดลและนำมาใช้กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น แมลงหวี่ เพื่อแสดงให้เห็นว่ายีนเรียงกันเป็นลำดับที่แน่นอนตามเส้นบาง ๆ ที่เรียกว่าโครโมโซม (คนเรามีโครโมโซม 46 แท่ง ส่วนแมลงหวี่มี 8 แท่ง) ด้วยการทดสอบโมเดลมีความเป็นไปได้ที่จะคำนวณลำดับที่แน่นอนที่ยีนเรียงกันบนโครโมโซมทั้งหมดนี้เป็นความรู้ก่อนที่เราจะรู้ว่ายีนสร้างจากดีเอ็นเอที่เดียว

ทุกวันนี้เรารู้ว่ายีนสร้างจากดีเอ็นเอและรู้ว่าดีเอ็นเอทำงานอย่างไรจากการค้นพบของเจมส์ วัตสัน กับฟรานซิส คริก รวมถึงนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนหลังจากนั้น วัตสันกับคริกไม่สามารถมองเห็นดีเอ็นเอด้วยตาของตัวเอง นับเป็นอีกครั้งที่พวกเขาค้นพบด้วยการสร้างโมเดลจากจินตนาการแล้วทดสอบมัน ในกรณีนี้พวกเขาสร้างแบบจำลองหลาย ๆ แบบของโครงสร้างที่คาดเดาว่าน่าจะเป็นรูปร่างหน้าตาของดีเอ็นเอโดยทำมาจากโลหะและกระดาษแข็ง แล้วคำนวณว่าการวัดบางอย่างควรมีค่าเป็น

อย่างไรถ้าโมเดลเหล่านั้นถูกต้อง คำทำนายจากโมเดลหนึ่งซึ่งเรียกว่าโมเดลแบบเกลียวคู่ (double helix model) ตรงกันพอดีกับการวัดจากการทดลองของโรซาลินด์ แฟรงคลิน และมอริส วิลคินส์ โดยใช้อุปกรณ์พิเศษที่มีรังสีเอกซ์ถูกยิงเข้าไปในผลึกของดีเอ็นเอที่ถูกทำให้บริสุทธิ์ วัดสั่นกับคริก จึงรู้ได้ทันทีว่าโมเดลโครงสร้างดีเอ็นเอของพวกเขาจะให้ผลลัพธ์ในการทำงานเกี่ยวกับการค้นพบของเกรเกอร์ เมนเดล จากในสวนของอาราม

ตอนนี้เรารู้แล้วว่าสามวิธีที่เขื่บอกล่าวถึงไหนมีตัวตนอยู่จริงหนึ่ง ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้ารับรู้สิ่งนั้นโดยตรง สอง ใช้เครื่องมือพิเศษ เช่น กล้องโทรทรรศน์ เพื่อช่วยขยายขอบเขตการรับรู้ของประสาทสัมผัสซึ่งเป็นการรับรู้ทางอ้อม และสามซึ่งเป็นวิธีที่อ้อมยิ่งกว่าวิธีที่สอง นั่นคือการสร้างโมเดลของสิ่งทีอาจจะเป็นจริง แล้วทดสอบเพื่อดูว่าโมเดลเหล่านั้นสามารถทำนายสิ่งต่าง ๆ ที่เราสามารถมองเห็น (หรือได้ยิน) ได้อย่างถูกต้องหรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นการเห็นหรือได้ยินโดยมีอุปกรณ์ช่วยหรือไม่ก็ตาม จะเห็นได้ว่าทำยทีสุดแล้วการรับรู้จะจบลงทีประสาทสัมผัสของเราไม่ว่าจะใช้วิธีใดก็ตาม

ทั้งหมดนี้หมายความว่าความเป็นจริงมีเพียงสิ่งทีสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม และด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่ แล้วอารมณ์ความรู้สึกอย่างความอิฉฉาธิชยา ความสนุกสนาน ความสุข หรือความรักละ มันเป็นสิ่งที่มีอยู่จริงหรือเปล่าใช่ครับ อารมณ์ความรู้สึกเหล่านั้นมีอยู่จริง แต่การมีอยู่ของมันต้องอาศัยสมอง ทีแน่ ๆ ทีสมองของมนุษย์ หรือบางทีอาจเป็นสมองของสัตว์ชั้นสูงบางสายพันธุ์อย่างชิมแปนซี สุนัข หรือวาฬ ก้อนหินไม่มีความรู้สึกสนุกสนานหรืออิฉฉา และภูเขาไม่มีความรัก อารมณ์เหล่านี้เป็นจริงอย่างยิ่งสำหรับผู้ทีอยู่ในอารมณ์ดังกล่าว แต่อารมณ์ไม่สามารถมีตัวตนอยู่ได้หากปราศจากสมอง เป็นไปได้ทีอารมณ์แบบนี้หรืออารมณ์แบบอื่นทีเราไม่รู้จักอาจมีอยู่บนดาวเคราะห์ดวงอื่น แต่เงื่อนไขสำคัญคือดาวเคราะห์เหล่านั้นก็ต้องมีสมอง หรือไม่ก็ม็สิ่งอื่นทีเทียบเท่าสมอง ใครจะไปรู้วามัน

อาจมีอวัยวะที่สามารถคิดได้หรือเครื่องจักรที่สามารถรับรู้อารมณ์ได้แบบ
พิสดารซ่อนอยู่ที่ไหนสักแห่งในเอกภพ

วิทยาศาสตร์กับเรื่องเหนือธรรมชาติ : คำอธิบายกับคู่ปรับของมัน

ตอนนี้เรารู้แล้วว่าอะไรคือความเป็นจริง และเรารู้ว่าสิ่งไหนมีตัวตน
อยู่จริงหรือไม่อยู่จริงได้อย่างไร แต่ละบทในหนังสือเล่มนี้จะพูดถึงเฉพาะ
บางแง่มุมของความเป็นจริง เช่น ดวงอาทิตย์ แผ่นดินไหว สายรุ้ง หรือ
สัตว์ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด ตอนนี้ผมอยากจะพูดถึงคำสำคัญอีกคำหนึ่ง
จากชื่อหนังสือ นั่นคือคำว่าความมหัศจรรย์ (magic) ความมหัศจรรย์
มีหลายความหมายและมักใช้แตกต่างกันไปตามแบบ ฉะนั้น ผมจะเริ่ม
จากการจำแนกแยกแยะความหมายทั้งสามแบบออกจากกัน โดยจะเรียก
ความมหัศจรรย์ในความหมายแรกว่า “ความมหัศจรรย์แบบเหนือธรรมชาติ
(supernatural magic)” ความหมายที่สองคือ “ความมหัศจรรย์แบบมายากล
เวที (stage magic)” และความหมายที่สาม (ซึ่งเป็นความหมายที่ผม
ชอบและตั้งใจให้เป็นความหมายของชื่อหนังสือ) คือ “ความมหัศจรรย์
เชิงบทกวี (poetic magic)”

ความมหัศจรรย์แบบเหนือธรรมชาติคือความมหัศจรรย์แบบที่
พบได้ในนิทานปรัมปราหรือเทพนิยาย (รวมถึงใน “ปาฏิหาริย์” ด้วย
แต่ตอนนี้ผมจะยังไม่พูดถึงเรื่องเกี่ยวกับปาฏิหาริย์ ผมจะกลับมาพูดถึง
มันในบทสุดท้าย) ความมหัศจรรย์ในความหมายนี้คือความมหัศจรรย์ของ
ตะเกียงวิเศษของอะลาติน คาถาของพ่อมด หรือความมหัศจรรย์แบบ
เทพนิยายกริมม์ แบบอันส์ คริสเตียน แอนเดอร์เซน และแบบเจ. เค.
โรว์ลิง ซึ่งเป็นความมหัศจรรย์ที่เกิดจากการเสกสรรปั้นแต่งขึ้น เช่น

แม่มดร้ายเวทมนตร์เปลี่ยนเจ้าชายให้กลายเป็นกบ หรือนางฟ้าแม่ทูนหัว เสกธม্মาใหญ่โตหรือหราชอาณาจักรทั้งหมดนี้เป็นเรื่องเล่าที่เราจดจำได้ และชื่นชอบในวัยเยาว์ และหลายคนยังคงชื่นชอบตอนรับชมเรื่องราวเหล่านั้นในรูปแบบละครเวทีในประเทศกาลคริสต์มาส แต่ทุกคนรู้ว่าความมหัศจรรย์แบบนี้เป็นเพียงเรื่องแต่งที่ไม่ได้เกิดขึ้นจริง

ในทางตรงกันข้าม ความมหัศจรรย์แบบมายากลเวทีเกิดขึ้นจริง และสนุกมากเสียด้วย อย่างน้อยก็มีบางอย่างเกิดขึ้นจริง ถึงแม้สิ่งที่เกิดขึ้นจริงจะไม่ใช่ว่าผู้ชมคิดก็ตาม นักมายากลบนเวที (ส่วนใหญ่แล้วมักเป็นผู้ชาย ไม่รู้เหมือนกันว่าเพราะอะไร) หลอกให้เราคิดว่ามีสิ่งน่าพิศวง (และอาจดูราวกับเหนือธรรมชาติ) เกิดขึ้น ในขณะที่สิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ นั้น เป็นอีกเรื่องหนึ่งเลย ผ้าเช็ดหน้าผ้าใหม่ไม่มีทางเปลี่ยนไปเป็นกระต่าย เช่นเดียวกับกบที่ไม่มีทางเปลี่ยนไปเป็นเจ้าชาย สิ่งที่เราเห็นบนเวทีเป็นเพียงมายากล เราถูกดวงตาของตัวเองหลอก หรือถ้าพูดให้ถูกต้องกว่านั้นคือ เราถูกนักมายากลใช้ความพยายามอย่างสูงที่จะหลอกดวงตาของเรา บางทีเขาอาจใช้คำพูดที่ชาญฉลาดหลอกล่อให้เราหันเหความสนใจออกจากมือของเขาที่กำลังทำอะไรบางอย่างอยู่

นักมายากลบางคนก็ตรงไปตรงมา เขาพยายามบอกให้ผู้ชมรู้ว่าสิ่งที่เห็นนั้นเป็นเพียงการแสดงมายากล ผมกำลังนึกถึงเจมส์ “ดิอะเมซิ่ง” แรนดี เพนน์กับเทลเลอร์ หรือเดอเรน บราวน์ ถึงแม้ว่านักมายากลผู้ยิ่งใหญ่เหล่านี้จะไม่เฉลยกลแก่ผู้ชม (ถ้าทำอย่างนั้นพวกเขาจะถูกขับออกจากกลุ่มนักมายากล) แต่พวกเขาจะบอกให้ผู้ชมรู้ว่ามายากลที่แสดงนั้นไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องเหนือธรรมชาติ สำหรับนักมายากลคนอื่น ๆ ไม่ค่อยมีใครพูดออกมาตรง ๆ ว่านี่เป็นเพียงการแสดงกล แต่ก็ได้แอบอ้างเกินจริงในสิ่งที่พวกเขาแสดงเช่นกัน พวกเขาปล่อยให้ผู้ชมตีความต่อกับอารมณ์ที่ว่าเกิดเรื่องลึกลับขึ้นโดยไม่หลอกหลวงมากไปกว่านั้น แต่ถึงอย่างนั้นก็มีนักมายากลบางคนที่จะใจโกหก โดยหลอกว่าพวกเขามีพลังเหนือธรรมชาติหรืออำนาจสร้างปาฏิหาริย์ เช่น บางคนอาจอ้างว่าสามารถงอโลหะหรือหยุดเข็มนาฬิกา

ได้โดยใช้พลังจิต พวกที่แอบอ้างเหล่านี้ (เรียกว่า “พวกนักต้มตุ๋น” อาจจะตรงกว่า) บางคนได้รับคำตอบแทนก้อนโตจากบริษัทเหมืองหรือบริษัทน้ำมันจากการอ้างว่าพวกเขาสามารถใช้ “พลังจิต” เพื่อหาตำแหน่งที่ดีสำหรับการขุดเจาะ นักต้มตุ๋นบางคนหากินกับคนที่กำลังเศร้าโศกเสียใจด้วยการอ้างว่าสามารถติดต่อกับคนที่ตายไปแล้วได้ เหตุการณ์เหล่านี้ไม่ใช่แค่เรื่องของความสนุกสนานหรือความบันเทิงอีกต่อไป แต่เป็นการล่าเหยื่อบนความเขลาและความทุกข์เศร้าของผู้คน ถ้าพูดอย่างเป็นทางการกับคนกลุ่มนี้หน่อย ก็คงไม่ใช่ทุกคนหรอกที่จะเป็นนักต้มตุ๋น เพราะบางคนอาจเชื่อจริง ๆ ว่าเขาสามารถคุยกับคนที่ตายไปแล้วได้

ความหมายของความมหัศจรรย์แบบที่สามคือความหมายที่ผมใช้ในชื่อหนังสือ นั่นคือความมหัศจรรย์เชิงบทกวี เรานั่นไหวถึงขั้นเสียน้ำตาให้กับดนตรีที่สะลอลวย และเรายังพูดถึงการแสดงนั้นว่าเป็นการแสดงที่มหัศจรรย์ เราจึงมองท้องฟ้ายามค่ำคืนอันมืดมิดไร้แสงจันทร์และแสงสว่างจากบ้านเรือน แล้วเกิดความสุขสงบจนแทบลืมหายใจ จากนั้นก็บรรยายภาพที่เห็นว่าช่างน่าอัศจรรย์อย่างยิ่ง เราอาจใช้คำเดียวกันนี้พูดถึงดวงอาทิตย์ตกที่สวยงาม ทิวทัศน์ที่เอกเขอันสูงใหญ่ หรือสายรุ้งที่พาดตัดท้องฟ้ามืดครึ้ม ความมหัศจรรย์ในความหมายนี้คือการที่อารมณ์ถูกเร้าอย่างลึกซึ้งและทำให้เบิกบานใจอย่างยิ่ง สิ่งมหัศจรรย์จึงเป็นสิ่งที่ทำให้เราขงลุก และทำให้เรารู้สึกมีชีวิตชีวาเต็มเปี่ยมมากกว่าเดิม ในหนังสือเล่มนี้ผมหวังจะแสดงให้เห็นให้คุณเห็นว่า ความเป็นจริงหรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับโลกดังที่สามารถเข้าใจได้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งมหัศจรรย์ในความหมายที่สาม ซึ่งก็คือความหมายเชิงบทกวีอันเป็นความหมายแห่งคุณค่าของการมีชีวิต

ตอนนี้ผมอยากกลับไปพูดถึงความคิดเกี่ยวกับสิ่งเหนือธรรมชาติและอธิบายเหตุผลที่สิ่งเหนือธรรมชาติไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เราเห็นบนโลกหรือในเอกภพรอบตัวเราได้อย่างแท้จริง อันที่จริงการอธิบายเรื่องใดก็ตามด้วยคำอธิบายแบบเหนือธรรมชาติคือการไม่อธิบาย ยิ่งไป

กว่านั้น มันยังเป็นการเปิดโอกาสที่จะทำให้สิ่งนั้นได้รับการอธิบาย ที่ผมพูดแบบนี้ก็เพราะว่า โดยนิยามแล้วเรื่องอะไรก็ตามที่เห็นธรรมชาติจะต้องเป็นเรื่องที่คำอธิบายแบบเป็นธรรมชาติไม่สามารถใช้กับมันได้ และเป็นเรื่องที่อยู่นอกขอบเขตของวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกสร้าง ทดลอง และทดสอบมาเป็นอย่างดี ซึ่งเป็นกระบวนการที่ขับเคลื่อนความรู้ของเราให้ก้าวหน้าขึ้นอย่างมากในช่วงประมาณ 400 ปีที่ผ่านมา ดังนั้น การพูดว่ามีบางสิ่งเกิดขึ้นแบบเหนือธรรมชาติจึงไม่เท่ากับการพูดว่า “เราไม่เข้าใจมัน” แต่เท่ากับการพูดว่า “เราไม่มีวันเข้าใจมัน ฉะนั้น อย่าพยายามเลย”

จุดยืนของวิทยาศาสตร์ตรงกันข้ามโดยสิ้นเชิง ที่ผ่านมามีวิทยาศาสตร์เติบโตจากการไม่สามารถอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วใช้มันเป็นแรงกระตุ้นให้เห็นหน้าเพื่อตั้งคำถาม สร้างโมเดลที่เป็นไปได้ และทดสอบโมเดลนั้นเพื่อให้เราสร้างเส้นทางที่พาเราเข้าใจถึงความจริงที่ละเล็กละน้อย ถ้าเกิดปรากฏการณ์ที่ขัดแย้งกับความเข้าใจต่อความเป็นจริง ณ เวลาปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์จะมองปรากฏการณ์ดังกล่าวก็คือความท้าทายของโมเดลที่มีอยู่ ซึ่งเรียกร้องให้เราละทิ้งหรืออย่างน้อยก็ปรับปรุงโมเดลนั้น กระบวนการปรับปรุงและทดสอบอย่างต่อเนื่องนี้จะพาเราเข้าใจความเป็นจริงมากขึ้นทุกขณะ

คุณคิดอย่างไรกับนักสืบที่ถูกฆาตกรหลอกให้งุนงงแถมยังชี้เกียจสืบหาความจริง แล้วสรุปว่าเรื่องราวทั้งหมดเป็นเหตุการณ์ “เหนือธรรมชาติ” ประวัติศาสตร์ที่ผ่านมาทั้งหมดของวิทยาศาสตร์บอกเราว่า เหตุการณ์ที่ครั้งหนึ่งเคยถูกมองเป็นเรื่องเหนือธรรมชาติ ไม่ว่าจะเกิดจากพระเจ้า (ทั้งที่กำลั้งดีใจและโกรธเคือง) ปีศาจ แม่มด วิญญาณ คำสาป หรือเวทมนตร์คาถา ล้วนมีคำอธิบายแบบเป็นธรรมชาติ ซึ่งเป็นคำอธิบายที่เราสามารถเข้าใจและทดสอบได้ และเป็นคำอธิบายที่เรามีความมั่นใจ ดังนั้นจึงไม่มีเหตุผลใด ๆ เลยที่จะเชื่อว่าปรากฏการณ์ที่วิทยาศาสตร์ยังอธิบายไม่ได้จะเป็นปรากฏการณ์ที่มีเหตุมาจากสิ่งเหนือธรรมชาติ