

A BRIEF HISTORY OF THE UNIVERSE (AND OUR PLACE IN IT)



SARAH ALAM MALIK

ประวัติย่อของเอกภพ (และที่ทางของมนุษยชาติ)

จากดาราศาสตร์ยุคโบราณ
สู่วิทยาการสมัยใหม่

ปิยบุตร บุรีคำ แปล
บัญชา รัตนบุญสมบัติ บรรณาธิการ



A BRIEF
HISTORY
OF
THE
UNIVERSE

ประวัติย่อของเอกภพ (และที่ทางของมนุษยชาติ)

ดร. ซาราห์ อาลิม มาลิก
(Dr. Sarah Alam Malik)

แก่นุ่ตรชายของนั้
แซคคาเรียและซาลาห์ดิน

A BRIEF HISTORY OF THE UNIVERSE

ประวัติย่อของเอกภพ (และที่ทางของมนุษยชาติ)

ดร. ซาราห์ อาลัม มาลิก
(Dr. Sarah Alam Malik)

กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์มติชน 2569

A Brief History of the Universe (and our place in it)

ประวัติศาสตร์ของเอกภพ (และที่ทางของมนุษยชาติ)

• Sarah Alam Malik เขียน ปิยะบุตร บุรีคำ แปล

Thai Language Translation copyright © 2026 by Matchon Publishing House.

Copyright © 2026 by Dr. Sarah Malik All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Simon & Schuster, UK.

พิมพ์ครั้งแรก : มีนาคม 2569

ราคา 400 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

มาลิก, ซาราห์ ออลิม. A Brief History of the Universe (and our place in it)

ประวัติศาสตร์ของเอกภพ (และที่ทางของมนุษยชาติ). กรุงเทพฯ : มติชน, 2569. 368 หน้า.

1. จักรวาล. 2. ประวัติศาสตร์. I. ปิยะบุตร บุรีคำ, ผู้แปล. II. ชื่อเรื่อง.

523.1

ISBN 978-974-02-2008-4

สำนักพิมพ์มิชัน | www.matchonbook.com

ที่ปรึกษาสำนักพิมพ์ : อารักษ์ คคะนาท, สุพจน์ แจ้งเร็ว

ผู้อำนวยการสำนักพิมพ์ : มณฑล ประภากรเกียรติ

รองผู้จัดการสำนักพิมพ์ : ประภาพร ประเสริฐโสภา, หทัยชนก ชิวโมกข์

บรรณาธิการอาวุโส : สุภชัย สุชาติสุธารธรรม • บรรณาธิการบริหาร : ปิยะวัฒน์ สี่แดงสูง

หัวหน้ากองบรรณาธิการ : พิรณัฐ เปี่ยมศักดิ์สันติ • บรรณาธิการต้นฉบับ : บัญชา ธนบุญสมบัติ

บรรณาธิการเล่ม : ญดาวรรณ พิษพิสุทธ์ • พิสูจน์อักษร : ญัฐพล พรมแผง

ศิลปกรรม : ประภาพร ประเสริฐโสภา • ออกแบบปก : เฉลิมพันธุ์ ปัญจมาพิรัมย์ย์

ประชาสัมพันธ์และการตลาด : ปรากฏทิพย์ พงศ์เจดน์พงศ์, ณัชชา เชี่ยวกุล,

โบนิสา ศรีสิงห์, อรจิรา ว่องรัตนะไพศาล

จัดทำโดย : บริษัทมติชน จำกัด (มหาชน) 12 ถนนเทศบาลนฤมาล ประชาณิวกรณ์ 1 เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0-2580-0021 ต่อ 1235

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์มติชน 12 ถนนเทศบาลนฤมาล ประชาณิวกรณ์ 1 เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0-2580-0021 ต่อ 2000, 2108

จัดจำหน่ายโดย : บริษัทงานดี จำกัด (ในเครือมติชน) 12 ถนนเทศบาลนฤมาล ประชาณิวกรณ์ 1

เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2580-0021 ต่อ 3350-3360

Matchon Publishing House a division of Matchon Public Co., Ltd.

12 Tethsabannarueman Rd., Prachanivate 1, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand

 matchonbook  @matchonbook  @MatchonBooks

 @matchonbook  @matchonbooks  matchonbook

ในกรณีที่มีข้อสงสัยหรือผิดพลาดจากการพิมพ์ เช่น หน้าขาดหาย หน้าซ้ำ หน้าสลับ เข้าเล่มกลับหัว กรุณาติดต่อที่ email: matchonbook.sales@gmail.com หรือ inbox  matchonbook เพื่อขอเปลี่ยนแปลงใหม่

สั่งซื้อหนังสือจำนวนมากในราคาพิเศษ ติดต่อที่ บริษัทงานดี จำกัด โทรศัพท์ 0-2580-0021 ต่อ 3353

 MATCHON
PREMIUM
PRINT

ฝ่าย MATCHON PREMIUM PRINT : บริษัทมติชน จำกัด (มหาชน) รับผิดชอบสิ่งพิมพ์ทุกประเภท

โทรศัพท์ 0-2580-0021 ต่อ 2419, 2424 email: print.matchon@gmail.com  Matchon Premium Print

สารบัญ

คำนำสำนักพิมพ์	7
คำนำผู้แปล	11
คำนำผู้เขียน	15

PART 1

การครุ่นคิดเกี่ยวกับเอกภพของเรา	21
บทที่ 1: เอกภพยุคโบราณ	23
บทที่ 2: การปฏิวัติโคเปอร์นิคัส	41
บทที่ 3: ก้าวข้ามขีดจำกัด	57

PART 2

การพิชิตคอสมอสของเรา	79
บทที่ 4: ไม่เหมือนกลไกนาฬิกา 1: อวกาศและเวลา	81

บทที่ 5: ไม่เหมือนกลไกนาฬิกา 2: ล้มล้างแรงโน้มถ่วง	101
บทที่ 6: ส่วนประกอบพื้นฐาน 1: กฎแห่งสสาร	125
บทที่ 7: ส่วนประกอบพื้นฐาน 2: โลกของสิ่งที่เล็กกว่าอะตอม	149
บทที่ 8: เอกภพมืด	179

PART 3

การค้นทาสหร่วมเอกภพของเรา	211
บทที่ 9: ชีวิตในแบบที่เรารู้จัก	213
บทที่ 10: ชีวิตในบริเวณใกล้เคียงและไกลออกไป	245
บทที่ 11: การถอดรหัสจากเอกภพ	283

PART 4

อนาคตของเราในคอสมอส	313
บทที่ 12: ยุคใหม่	315
บทที่ 13: มรดกแห่งเอกภพของเรา	339
<i>บทส่งท้าย</i>	349
<i>กิตติกรรมประกาศ</i>	353
<i>บรรณานุกรม</i>	354

คำนำสำนักพิมพ์

นับแต่อดีต มนุษย์มองท้องฟ้ายามค่ำคืนด้วยเข้าใจและความรู้สึกแตกต่างกันไป แต่สิ่งหนึ่งที่น่าจะเห็นตรงกันคือ เอกภพช่างยิ่งใหญ่ และมีความลึกลับซ่อนอยู่มากมาย และเมื่อมองกลับเข้ามาหาตนเอง หลายคนก็รู้สึกได้ถึงความเชื่อมโยงอันลึกซึ้งต่อบ้านหลังใหญ่นี้

ความรู้สึกเช่นนี้เองที่ทำให้ผู้เขียนหนังสือ คือ ซาร่าห์ อาลัม มาลิก (Sarah Alam Malik) ต้องการถ่ายทอดให้แก่ลูกชายดังที่เธอเขียนไว้ว่า “การที่เราได้เป็นส่วนหนึ่งของความจริงอันยิ่งใหญ่และลึกลับนี้ อาจเป็นหนึ่งในอภิสิทธิ์สูงสุดที่ชีวิตมอบให้แก่เรา นี่คือนี่สิ่งที่ฉันพยายามสื่อสารผ่านจดหมายหลายฉบับถึงลูกชายตัวน้อย จดหมายซึ่งต่อมาได้กลายเป็นหนังสือที่คุณกำลังถืออยู่นี้”

ทั้งนี้ มีข้อสังเกตเล็กๆ ว่า ชื่อกลางของผู้เขียน คือ Alam มาจากภาษาอาหรับสื่อถึง “สรรพสิ่งทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้น” นั่นคือ เอกภพ (universe) หรือจักรวาล (cosmos) จึงไม่น่าแปลกใจที่เธอจะเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับเอกภพ โดยการ

ปูพื้นฐานนับแต่ยุคโบราณ ไม่ว่าจะเป็นอารยธรรมเมโสโปเตเมีย โดยมีดาราศาสตร์บาบิโลนเป็นตัวแทน สมัยกรีกโบราณ และยุคทองของอิสลาม ไล่เรียงเรื่อยมาจนถึงการปฏิวัติโคเปอร์นิคัส ซึ่งให้โลกและมนุษย์ไม่ใช่ศูนย์กลางของจักรวาลอีกต่อไป ต่อยอดด้วยคนสำคัญอีกหลายคน เช่น ทือโก ปราเออ, โยฮันเนิส เค็พเลอร์, กาลิเลโอ กาลิเลอี, ไอแซก นิวตัน, เอ็ดมันด์ แฮลลีย์ และวิลเลียม เฮอร์เชล

บทบาทของนักดาราศาสตร์หญิงก็ได้รับการกล่าวถึงอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นแคโรไลน์ เฮอร์เชล ผู้ช่วยเหลือเฟือชายในการจัดทำแค็ตตาล็อกเนบิวลาและกระจุกดาว 2,500 แห่ง เฮนเรียตตา สวอน ลีวิตต์ ผู้ศึกษาดาวแปรแสงชนิดเซฟีดา รวมทั้งวีรา รูบิน ผู้ค้นพบหลักฐานที่บ่งชี้ถึงการมีอยู่ของสสารมืด และมีหอดูดาวไฮเทคที่ตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแก่เธอ

แต่ทั้งนี้ ผู้เขียนได้นำถ้อยคำจากราชสมาคมดาราศาสตร์เมื่อครั้งที่แคโรไลน์ เฮอร์เชล เสียชีวิตในวัย 97 ปี มารวบรวมไว้ในบทหนึ่งว่า *“เมื่อถึงวันหนึ่ง ความสำเร็จอันโดดเด่นทางดาราศาสตร์ของสตรีจะไม่ใช้เรื่องแปลกใหม่หรือน่าประหลาดใจ เพียงเพราะประเด็นด้านเพศสภาพอีกต่อไป”*

เนื่องจากผู้เขียนเป็นนักฟิสิกส์อนุภาคระดับแนวหน้า ทำงานวิจัยเกี่ยวกับสสารมืด การคำนวณเชิงควอนตัม และการวัดอย่างแม่นยำในการทดลองเกี่ยวกับฟิสิกส์ของอนุภาค โดยใช้เครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่ทั้ง LHC (Large Hadron Col-

lider) และ Tevatron งานของเขามีส่วนช่วยทดสอบแบบจำลองมาตรฐาน (Standard Model) ด้วยระดับความแม่นยำสูงสุด ดังนั้น เนื้อหาในส่วนที่ตามมาจึงเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญต่อพัฒนาการด้านดาราศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีสัมพัทธภาพ กลศาสตร์ควอนตัม แบบจำลองมาตรฐาน และแน่นอน เรื่องราวเกี่ยวกับสสารมืด (dark matter) ซึ่งเธอเชี่ยวชาญ รวมทั้งพลังงานมืด และชะตากรรมของเอกภพ

เนื้อหาหลักอีกส่วนหนึ่งคือเรื่องราวเกี่ยวกับ “ชีวิตในเอกภพ” ซึ่งผู้เขียนเล่าถึงแนวคิดและโครงการต่างๆ ที่มนุษย์พยายามค้นหา หรือแม้แต่สื่อสารกับ “สหายร่วมเอกภพ” ด้วยวิธีการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการรอยเอเจอร์ เซติ (Search for Extra-Terrestrial Intelligence - SETI) หรือ เมติ (Messaging Extra-Terrestrial Intelligence- METI) เป็นต้น

แต่ทว่าในที่สุด เมื่อมองย้อนกลับมาที่มนุษยชาติเองก็พบว่า เรามีความเสี่ยงต่อการดำรงอยู่ ไม่ว่าจะเป็นเพราะเหตุการณ์อย่างเช่น ดาวเคราะห์น้อยพุ่งชนโลก การระเบิดของอภิมหาภูเขาไฟ หรือแม้กระทั่งภัยจากฝีมือมนุษย์เอง อย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการรั่วไหลของเชื้อโรคที่เกิดจากเทคโนโลยีชีวภาพ

นอกจากนี้ ผู้เขียนยังบอกว่า “การสำรวจเอกภพของเรา ไม่ใช่แค่การก้าวเดินไปสู่แนวหน้าของวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นการแสวงหาทางจิตวิญญาณของเผ่าพันธุ์ที่เต็มไปด้วย

คำถามซึ่งแทบจะเป็นไปไม่ได้ที่จะตอบได้ หลังจากที่หลงใหลในแสงสว่างบนฟ้ามาช้านาน ชะตากรรมของเราก็ถูกกำหนดให้มุ่งสู่ดวงดาวที่ครั้งหนึ่งเราเคยนับถือเป็นเทพเจ้า สิ่งที่ยังคงต้องรอให้เห็นคือหนทางที่เราจะไปถึงที่นั่น”

ในช่วงท้าย ผู้เขียนได้ตะปะระเด็นการใช้ปัญญาประดิษฐ์หรือเอไอ (AI) เพื่อเป็นตัวแทนของมนุษย์ในการสำรวจเพื่อให้เข้าใจตำแหน่งแห่งหนของเราในจักรวาล

หนังสือเล่มนี้ได้รับการแปลอย่างพิถีพิถันโดยผู้แปลที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่ง คือ รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยบุตร บุรีค่านักฟิสิกส์ทฤษฎีผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์อนุภาคและจักรวาลวิทยา และมีประสบการณ์สูงในการแปลหนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับคนทั่วไป

ทั้งนี้ ในส่วนของบรรณาธิการได้เพิ่มเติมเชิงอรรถอีกจำนวนหนึ่ง รวมทั้งถอดเสียงชื่อเฉพาะให้ใกล้เคียงกับภาษาต้นทางมากที่สุด (อาจมียกเว้นสำหรับบางคำที่ใช้กันเป็นที่นิยมโดยทั่วไปแล้ว) ส่วนชื่อเฉพาะและคำในภาษาอาหรับได้รับความอนุเคราะห์จากคุณสุนิติ จุฑามาศ นักวิจัยของศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน)

บัญชา ธนบุญสมบัติ

มกราคม 2569

คำนำผู้แปล

เอกภพ แปลมาจากคำว่า universe ในภาษาอังกฤษ และประกอบจากคำภาษาบาลีสันสกฤตโดยคำว่า ภว (verse) ผสมกับคำว่า เอกะ- (uni) ในภาษาไทย เราใช้คำว่าเอกภพในการบรรยายทุกสิ่งอย่างที่เราเข้าถึงได้ทางกายภาพ เมื่อเราเริ่มประจักษ์ว่า กาแล็กซีหรือระบบดาวรูปจักร หรือก้นหอยอันแสนมหึมานั้น เป็นเพียงเกาะแก่งเฉพาะแห่งภายในภพหนึ่งเดียวอันกว้างใหญ่ไพศาลยิ่งกว่ามาก ไพศาลเสียจนเกินจินตนาการหยั่งถึง เกาะแก่งของดวงดาวจำนวนนับแสนล้านดวงเหล่านี้ อยู่ห่างกันเป็นระยะทางไกลแสนไกล จนแม้แต่แสงเองยังต้องใช้เวลาเดินทางนานนับล้านปีจากกาแล็กซีหนึ่งไปอีกกาแล็กซีหนึ่ง เมื่อมนุษย์สังเกตการณ์ พบว่าทั้งหมดทั้งปวงนี้อยู่รวมกันภายในอาณาบริเวณกาลอวกาศผืนเดียวกัน อยู่ภายใน “ก่อนกาลอวกาศ” หนึ่งเดียวกัน เราจึงตั้งชื่อมันใหม่ว่า เอกภพ

ในอดีต เราเคยเรียกทุกสิ่งอย่างทั้งหมดทั้งสิ้นที่มีอยู่ทั้งบนฟ้าและบนโลกว่า คอสมอส (cosmos) ทฤษฎีการคาดเดาเรื่องเล่าเรื่องราวหลากหลายที่เรามีต่อคอสมอสทำให้เราจึงตั้ง

ชื่อการศึกษาคอสโมสว่า คอสโมโลยี (cosmology) เป็นวิชาการศึกษารวมชาติของคอสโมส ปัจจุบันเมื่อไอน์สไตน์เสนอทฤษฎีความโน้มถ่วงใหม่แทนที่กฎแห่งแรงโน้มถ่วงของนิวตัน เราถือให้ความโน้มถ่วงเป็นความโค้งของกาลอวกาศ (spacetime) และก่อนแห่งกาลอวกาศทั้งหมดที่ควรเป็นหนึ่งเดียวทำให้เราเรียกคอสโมสแทนว่า เอกภพ ผู้แปลจึงใช้คำว่า “เอกภพ” ในความหมายเดียวกับคอสโมส และใช้คำว่า จักรวาล (โลกแห่งจักร) เฉพาะกับกาแล็กซีในความเชื่อเดิมที่ว่า คอสโมสทั้งหมดเป็นเพียงแค่มหาสมุทรแห่งดวงดาวดวงเดียว คือกาแล็กซีทางช้างเผือกที่เป็นรูปจักรหรือก้นหอย

จวบจนปัจจุบัน ปี 2026 (พ.ศ. 2569) เราประมาณการว่ามีกาแล็กซีอยู่ภายในเอกภพที่สังเกตการณ์ได้ (observable universe) จำนวนนับแสนล้านกาแล็กซี แต่ละกาแล็กซีเองก็มีดาวฤกษ์อยู่นับแสนล้านดวงโดยประมาณเช่นกัน ผลสังเกตการณ์จากกล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์ เวบบ์ (James Webb Space Telescope) ยังบอกเราอีกว่า กาแล็กซีใหญ่ๆ ที่มีอายุมากนั้นเกิดขึ้นตั้งแต่ภายในไม่กี่ร้อยล้านปีหลังบิกแบง ผลสังเกตการณ์อื่นๆ ยังชี้ให้เห็นว่า ธรรมชาติอันลึกลับที่สุดของเอกภพซึ่งก็คือพลังงานมืดและสสารมืดนั้น อาจจะลึกลับพิสดารยิ่งกว่าที่เราเคยจินตนาการถึง ในทางทฤษฎียังมีความเป็นไปได้ที่เอกภพที่เราคิดว่าเป็นเพียงก้อนกาลอวกาศหนึ่งเดี่ยวนั้น ที่จริงอาจเป็นเพียงภพหนึ่งของ “พหุภพ” (multiverse) ที่กอบปร

ด้วยภาพต่างๆ จำนวนนับอเนกอนันต์ (อย่างน้อย 10^{500} ความ
เป็นไปได้ในทฤษฎีสตริงรูปแบบหนึ่ง) หากความเป็นไปได้ทาง
ทฤษฎีนี้เกิดเป็นจริงขึ้นมา ผู้แปลในอนาคตอาจเรียก cosmology
ว่า “ภพวิทยา” หรือ “คอสมอสวิทยา” แทนคำว่าเอกภพวิทยาที่ผู้
แปลใช้อยู่ก็เป็นได้

ประวัติย่อของเอกภพในหนังสือเล่มนี้ ผู้เขียน ซาราห์ อา-
ลัม มาลิก เล่าเรื่องราวของเอกภพอ่างย่อ โดยเริ่มจากเอกภพ
ตามความเชื่อของคนในยุคโบราณ ผ่านยุคสมัยการปฏิวัติทาง
วิทยาศาสตร์ จวบจนถึงเอกภพวิทยาสมัยใหม่ ที่เริ่มจากสมการ
สนามของไอน์สไตน์และทฤษฎีควอนตัม ชีวิตในเอกภพ การ
ค้นหาชีวิตนอกโลกและความเป็นไปได้ต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตต่าง
ดาว ชีวิตคืออะไร ชีวิตเกิดมาจากอะไร และเป็นปรากฏการณ์
อันหลีกเลี่ยงไม่ได้ในธรรมชาติหรือไม่ ชีวิตบนดาวเคราะห์โลกมี
หลายล้านรูปแบบ และอาจจะมีถึงหลายพันล้านนับตั้งแต่โลกก่อ
กำเนิด ทั้งหมดล้วนเป็นแบบอิงกับคาร์บอน สารอินทรีย์ในสิ่งมี
ชีวิตบนโลกล้วนเป็นสารประกอบคาร์บอน บางทีปัญญาประดิษฐ์
อาจช่วยให้เราตอบคำถามที่ว่า สิ่งมีชีวิตต่างดาวประกอบมา
จากสารประกอบแบบใดได้บ้าง โดยการสังเคราะห์สารเคมีซับซ้อน
ที่สร้างซ้ำตัวเองได้ (ในแบบเดียวกับดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ) โดย
ใช้ธาตุอื่นนอกจากคาร์บอนขึ้นภายในโลกจำลองที่เอไอสร้างขึ้น
ใครจะรู้ว่า ภายในโลกจำลองเหล่านี้เราอาจสร้าง “ชีวิต” ขึ้นมา
ได้ น่าสนใจว่า ในขณะที่เอไอถือว่าเป็นปัญญาอันปราศจากชีวิต

และจิตสำนึก และชีวิตนั้นไม่จำเป็นต้องถึงระดับมีสติปัญญา
หนังสือประวัติย่อของเอกภพ (และที่ทางของมนุษยชาติ) เล่มนี้
ทั้งทำให้ผู้อ่านครุ่นคิดถึงอนาคตของชีวิตและสติปัญญาภายใน
พัฒนาการบทก่อนและบทต่อไปของเอกภพ

ขอขอบพระคุณกองบรรณาธิการที่ช่วยตรวจแก้ต้นฉบับ
และสำนักพิมพ์มติชนที่ยังคงส่งเสริมสนับสนุนหนังสือวิทยา-
ศาสตร์ให้แก่สังคมอย่างต่อเนื่องเสมอมา

ปิยบุตร บุรีคำ

มกราคม 2569

คำนำผู้เขียน

ฉันกับครอบครัวนั่งล้อมรอบกองไฟลูกโซนใต้ท้องฟ้าอาบแสงจันทร์ประดับด้วยดวงดาวอันไกลโพ้น หมู่บ้านบรรพบุรุษของเราชื่อมังลัวร์ (Mangloor) อยู่ทางตอนเหนือของปากีสถาน ซ่อนตัวอยู่ท่ามกลางขุนเขาเขียวขจี มีทิวสนสูงเสียดฟ้าและยอดเขาที่ปกคลุมด้วยหิมะทอดแนวยาวสุดสายตา วิถีชีวิตที่นี่ยังคงสะท้อนถึงการดำรงอยู่แบบดั้งเดิมของเรา ที่นี่ วันเวลาถูกกำหนดโดยดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ชีวิตเป็นไปตามจังหวะของธรรมชาติ สายใยอันลึกซึ้งระหว่างเรากับโลกธรรมชาติยังคงอยู่ไม่เสื่อมคลาย

ห่างไกลจากแสงจ้าและเสียงเครื่องจักรอีกทีกของชีวิตในเมือง ทางช้างเผือกทอดตัวเหนือศีรษะ เปล่งประกายระยิบระยับงามจับตาราวภาพความคมชัดสูง ทำให้เรารู้สึกยำเกรงต่อความยิ่งใหญ่ เราดูเล็กจ้อยเมื่อเทียบกับความกว้างใหญ่ไพศาลของมัน ช่วงเวลาอันสั้นของเราบนโลกก็ถูกบดบังด้วยการดำรงอยู่ของมันมานานแต่โบราณ ไม่ยากเลยที่จะเข้าใจว่า เหตุใดมนุษย์มักเงยหน้ามองหาความหมายจากท้องฟ้าอยู่เสมอ วิงวอนให้ท้องฟ้า

ช่วยมอบบริบทแห่งการดำรงอยู่ของเรา เพื่อที่เราจะรู้ว่าเรามีตำแหน่งแห่งหนและมีบทบาทเช่นใดในโครงสร้างธรรมชาติอันยิ่งใหญ่นี้ แต่จนถึงตอนนี้ เรายังได้ยินแต่ความเงิบงัน เราไม่รู้ว่าเราถามคำถามที่ถูกต้องหรือไม่ หรือเราจะพบคำตอบนั้นเมื่อใด แต่บางสิ่งในตัวตนของเราผลักดันให้เราก้าวข้ามความเปราะบางของความเป็นมนุษย์และแสวงหาความเป็นหนึ่งเดียวกับสิ่งที่ยังดำรงอยู่ยืนยาวกว่าเราชั่วนิรันดร์

ยีนของเราถูกฝังรหัสที่ช่วยให้เราอยู่รอดและเติบโตภายใต้เงื่อนไขของโลกใบนี้ แต่น่าอัศจรรย์ที่มนุษย์สามารถเข้าใจโลกต่างๆ ที่อยู่ห่างจากเราไกลแสนไกล ตั้งแต่ดาวระสุดท้ายอันร้อนแรงของดวงดาวอันไกลโพ้น ไปจนถึงความซับซ้อนอันน่าฉงนของอนุภาคที่เล็กกว่าอะตอม การที่เราได้เป็นส่วนหนึ่งของความจริงอันยิ่งใหญ่และลึกซึ้งนี้ อาจเป็นหนึ่งในโอกาสที่สูงสุดที่ชีวิตมอบให้แก่เรา นี่คือนี่คือสิ่งที่ฉันพยายามสื่อสารผ่านจดหมายหลายฉบับถึงลูกชายตัวน้อย จดหมายซึ่งต่อมาได้กลายเป็นหนังสือที่คุณกำลังถืออยู่นี้ เป็นถ้อยคำเชื่อเชิญให้เราได้สัมผัสความมหัศจรรย์อันงดงามของโลก รับรู้ถึงธรรมชาติของความจริงที่เราดำรงอยู่ และเอกภพอันยิ่งใหญ่ซึ่งได้ให้กำเนิดเรา

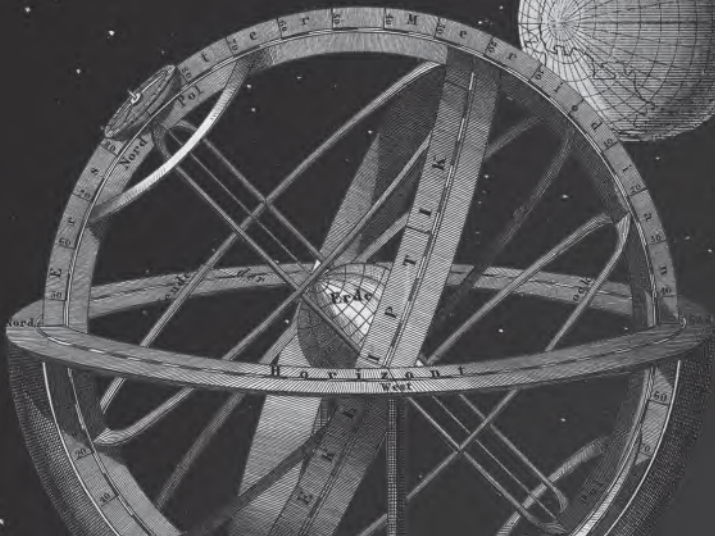
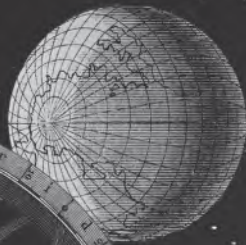
อีกไม่นาน ธรรมชาติจะสลายสาระตัวตนของเราดังเช่นที่มันทำกับทุกคนก่อนหน้านี้ โดยนำอะตอมในร่างกายเราไปสร้างสิ่งอื่นๆ ขึ้นอีกนับไม่ถ้วน แต่อาจเป็นความสบายใจที่ได้รับรู้ว่าเป็นตัวตนทั้งหมดของเรานั้นผูกพันแน่นกับความเป็น

ทั้งหมดของเอกภพอย่างไม่อาจแยกออกจากกันได้ เราเป็นส่วน
หนึ่งของคอสมอสนี้ และเรามีตำแหน่งแน่นอนอยู่ในเรื่องราวนั้น

ซาร่าห์ อาลัม มาลิก

A BRIEF
HISTORY
OF
THE
UNIVERSE

ประวัติย่อของเอกภพ (และที่ทางของมนุษยชาติ)



PART 1

การครุ่นคิดเกี่ยวกับเอกภพของเรา



บทที่ 1

เอกภพยุคโบราณ

ภายใต้ความมืดมิดอันดาราดาษด้วยดวงดาวบนฟากฟ้า ยามค่ำคืนในยุคโบราณ บรรพบุรุษของเราได้ค้นหาความหมายของการดำรงอยู่ จ้องมองเข้าไปในเบื้องลึกของคอสมอส พวกเขาตั้งคำถามว่า สิ่งเหล่านั้นคืออะไร และเกี่ยวข้องกับเราอย่างไร ด้วยการติดตามเส้นทางของแสงระยิบระยับ พวกเขาเชื่อมโยงสิ่งที่เห็นบนท้องฟ้ากับผลกระทบต่อชีวิตบนโลก เชื่อมต่อสรวงสวรรค์กับพื้นพิภพ และผูกโยงการดำรงอยู่แบบชั่วคราวของเราเข้ากับโรงละครอันเป็นนิรันดร์แห่งเอกภพ

ดวงดาวทั้งหลายทำหน้าที่เป็นผู้นำทาง ชี้เส้นทางสำหรับการเดินทางไกล กำหนดเวลาการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว และนำมาซึ่งการเปลี่ยนฤดูกาลอันเป็นจังหวะสม่ำเสมอ แต่คอสมอสนั้นยิ่งใหญ่เกินกว่าเครื่องมือนำทางหรือตัวกำหนดเวลา มันยังเป็นที่สุดของปวงเทพเจ้า เต็มไปด้วยตำนาน เป็นฉากหลังอัน

นิรันดร์ที่ซึ่งยุคสมัยอันแสนสั้นของมนุษยชาติได้ดำเนินไป ด้วยการผสมผสานแห่งความเคารพบูชาและความอยากรู้อยากเห็น
นี่เองที่เราเริ่มความสัมพันธ์อันลึกซึ้งกับเอกภพ

ดาราศาสตร์บาบิโลน

ราว 700 ปีก่อนคริสต์ศักราช บนที่ราบลุ่มระหว่างแม่น้ำไทกริสกับแม่น้ำยูเฟรติส ชาวบาบิโลนเฝ้ามองท้องฟ้าด้วยจุดประสงค์ทั้งทางศาสนาและการใช้ประโยชน์ ท้องฟ้ายามค่ำคืนของพวกเขาเต็มไปด้วยข้อความจากเทพเจ้า ผู้มีอำนาจเหนือกิจกรรมของมนุษย์และแสดงเจตจำนงผ่านการเคลื่อนไหวของเทพฟ้าผ่า สรวงสวรรค์ได้ส่งสารมา และการถอดรหัสบทสนทนานี้เป็นหน้าที่อันศักดิ์สิทธิ์ของเหล่านักบวช ผู้ซึ่งไม่เป็นเพียงแค่ผู้นำทางศาสนา แต่ยังเป็นนักดาราศาสตร์และผู้แปลความหมายคนสำคัญ คืบแล้วคืบเล่า พวกเขาสำรวจท้องฟ้าและบันทึกตำแหน่งของดวงดาวและปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วจารึกลงบนแผ่นดินเหนียวด้วยอักษรคูนีฟอร์ม (cuneiform) หรืออักษรรูปเล่ม

ใน 'สมุดบันทึกดาราศาสตร์' ซึ่งครอบคลุมช่วงเวลาตั้งแต่ 700 ปีก่อนคริสต์ศักราชถึง 100 ปีก่อนคริสต์ศักราช มีข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาว รวมถึงจันทรุปราคา สุริยุปราคา และการปรากฏแนวเส้นสว่างของดาวหางกับแสงวาบของดาวตก แต่การตีความ

เหตุการณ์บนท้องฟ้าดังกล่าวยังต้องอาศัยการสังเกตเหตุการณ์บนโลกด้วย จึงมีการบันทึกสภาพอากาศ และการขึ้น-ลงของระดับน้ำในแม่น้ำ แม้แต่ความผันผวนของราคาสินค้าอุปโภคบริโภคพื้นฐาน ยังควบคู่ไปกับการสังเกตทางดาราศาสตร์อีกด้วย

นักบวชใช้ทั้งบันทึกในอดีตและการให้เหตุผลเชิงเชื่อมโยง เช่น หากปรากฏการณ์ท้องฟ้าบางอย่างเคยเกิดขึ้นก่อนช่วงแห้งแล้งหรือภาวะอดอยาก การเกิดซ้ำย่อมเป็นलगบอกเหตุถึงความยากลำบากที่ใกล้เข้ามาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่นเดียวกัน หากจันทร์ดับปรากฏเร็วกว่าที่คาดก็ถือเป็นलगร้าย เพราะการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ท้องฟ้าก่อนเวลามักถูกมองในแง่ลบ

ในยุคนั้น โหราศาสตร์กับดาราศาสตร์คือสิ่งเดียวกัน แผ่นดินเหนียวอักษรคูนิฟอร์ม 70 แผ่นบันทึกलगจากฟากฟ้ากว่า 7,000 รายการ แสดงให้เห็นว่า วัฒนธรรมบาบิโลนพึ่งพาการตีความท้องฟ้ามากเพียงใด แสงสว่างบนฟากฟ้ามีอิทธิพลโดยตรงต่อทั้งชีวิตประจำวันและกิจการของรัฐ กำหนดความรู้เรื่องและร่องรอยเสื่อมถอยของอาณาจักรต่างๆ เตือนถึงความหายนะจากสภาพแวดล้อม และแม้แต่ทำนายชะตาชีวิตของเด็กที่ยังไม่ถึงกำเนิด ในบรรดาคำทำนายจากดวงสวรรค์ทั้งหมด ความยิ่งใหญ่อลังการและความแม่นยำของการที่เทพฟ้ากฟาบดบังกันเป็นलगอันทรงพลังที่สุด นั่นคือ สุริยุปราคาหรือจันทรุปราคาอาจเป็นलगร้ายที่บ่งบอกถึงการสวรรคตของกษัตริย์ ชาวบาบิโลนจึงให้ความสนใจปรากฏการณ์นี้เป็นพิเศษ

หัวใจสำคัญของปฏิบัติการทางดาราศาสตร์ของชาวบาบิโลนคือ ระบบเลขฐาน 60 (sexagesimal) อาลักษณ์จะใช้ปากกาปลายแหลมทำสัญลักษณ์เลข 1 โดยกดด้านขอบคมลงบนแผ่นดินเหนียว และทำสัญลักษณ์เลข 10 โดยการกดด้านแบน ทำแบบนี้ซ้ำๆ เพื่อแทนตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 59 และเมื่อถึงเลข 60 ก็จะมีวงกลับไปใช้สัญลักษณ์เดิม ด้วยนวัตกรรมนี้ตัวเลขที่แทนค่าปริมาณมากและซับซ้อนก็สามารถแสดงได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ต้องใช้สัญลักษณ์ยุ่งยาก และไม่มีข้อจำกัดสำหรับความแม่นยำที่ตัวเลขแสดง ทำให้พวกเขาบันทึกการสังเกตทางดาราศาสตร์ได้ชำนาญอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อน

ชาวบาบิโลนใช้ระบบอันซับซ้อนนี้เพื่อติดตามการเคลื่อนผ่านของดาวเคราะห์ พวกเขาแบ่งท้องฟ้าออกเป็นส่วนๆ ส่วนละ 30 องศา และกำหนดจักรราศี (หรือกลุ่มดาว) 1 ใน 12 กลุ่มให้แต่ละส่วน เมื่อดาวเคราะห์เคลื่อนไปตามสุริยวิถี (เส้นทางที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเคลื่อนที่บนท้องฟ้า) มันจะผ่านกลุ่มดาวเหล่านี้ทำให้ระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ การแบ่งคอสมอสออกเป็นส่วนๆ เช่นนี้ ร่วมกับการคำนวณเวลาเป็นชั่วโมง นาที และวินาที ทำให้นักบวชคำนวณระบบของท้องฟ้าได้ด้วยคณิตศาสตร์ การที่เรายังคงใช้ระบบฐาน 60 ในการวัดเวลาและมุมก็เป็นมรดกที่สืบทอดจากยุคโบราณนี้

ชาวบาบิโลนบันทึกข้อมูลอันล้ำค่าและแม่นยำลงบนแผ่นดินเหนียวแผ่นแล้วแผ่นเล่า สร้างคลังข้อมูลที่ครอบคลุมกว้าง

ขวางที่สุดชุดหนึ่งในประวัติศาสตร์ ปริมาณอันมหาศาลของบันทึกทางดาราศาสตร์เหล่านี้ และการอุทิศตนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายร้อยปีนั้นไม่มีใครเทียบได้จนกระทั่งถึงยุคของนักดาราศาสตร์ชาวกรีก

บางทีมรดกที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของดาราศาสตร์บาบิโลนคือระบบการทำนายจันทรุปราคาด้วยการใช้วัฏจักรซารอส (Saros cycle) พวกเขาพบว่า จันทรุปราคาที่คล้ายคลึงจนเกือบจะเหมือนกันทุกประการจะเกิดขึ้นอีกครั้งในอีกเกือบ 18 ปี 11 วัน และ 8 ชั่วโมงพอดีพอดี การตระหนักว่า เทห์ฟากฟ้าเคลื่อนที่ตามรูปแบบที่ซ้ำๆ อย่างเป็นปกตินี้เป็นสิ่งที่ไม่เคยรู้กันมาก่อน การเก็บบันทึกการเคลื่อนไหวของเทห์ฟากฟ้าเป็นเวลายาวนานทำให้ชาวบาบิโลนมีเครื่องมือใหม่ที่ทรงพลัง พวกเขาทำนายตำแหน่งของเทห์ฟากฟ้าได้แม่นยำขึ้นกว่าที่เคย และความรู้นี้ก็กลายเป็นเครื่องมือแห่งอำนาจและการควบคุมสำหรับผู้ปกครอง

เมื่อพวกเขาทำนายจันทรุปราคาที่กำหนดชะตากรรมของกษัตริย์ได้ ชาวบาบิโลนจึงไม่ไร้หนทางต่อสู้กับความไม่พึงพอใจของเทพเจ้า พวกเขาสามารถเตรียมตัวเพื่อหลีกเลี่ยงภัยพิบัติได้ล่วงหน้า ด้วยเหตุนี้ จึงมีการแต่งตั้งกษัตริย์องค์ปลอมในช่วงเวลาที่เห็นว่าชีวิตของกษัตริย์พระองค์จริงตกอยู่ในอันตราย กษัตริย์องค์ปลอมนี้จะรองรับความพิโรธของเทพเจ้าเพื่อปกป้องชีวิตของกษัตริย์พระองค์จริง เมื่อภัยผ่านพ้นไปแล้ว กษัตริย์องค์ปลอมจะถูกปลดลงจากราชบัลลังก์ และมักถูกสั่งให้ 'ไปรับชะตากรรม'

หรือพูดอีกอย่างก็คือถูกประหารชีวิตนั่นเอง ดังนั้น ลางร้ายจึงกลายเป็นคำทำนายที่เติมเต็มตัวเองให้เป็นจริง

อำนาจในการทำนายปรากฏการณ์ท้องฟ้าของชาวบาบิโลน เป็นความพยายามครั้งแรกของมนุษย์ในการสร้างกรอบความคิดที่เป็นระบบเพื่อทำความเข้าใจเอกภพ อำนาจนี้ส่งอิทธิพลอย่างมากต่อการศึกษาทางดาราศาสตร์ของอารยธรรมที่ตามมา ตั้งแต่โลกกรีก จักรวรรดิอิสลามยุคกลาง ไปจนถึงโลกตะวันตกสมัยใหม่

ชาวกรีกโบราณ

การศึกษาเอกภพในยุคแรกปูทางไปสู่การถกเถียงทางปรัชญาที่รุ่งเรืองในกรีกโบราณ อันมีประเพณีการสืบสอบเชิงปรัชญาและวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน ชาวกรีกมุ่งเน้นการใช้เหตุผลและการสังเกตอย่างเป็นเหตุเป็นผล พยายามอธิบายปรากฏการณ์โดยไม่พึ่งพาสิ่งเหนือธรรมชาติ นี่คือยุคที่ผลิตบุคคลสำคัญทางปัญญาผู้ครอบงำความคิดทางปรัชญาและวิทยาศาสตร์นานหลายพันปี

เราต่างเป็นหนี้ชาวกรีกโบราณผู้มอบคำว่า ‘cosmos’ (คอสมอส) ซึ่งมาจากคำในภาษากรีกที่แปลว่า ‘ความเป็นระเบียบ’ และ ‘เครื่องประดับหรือการตกแต่ง’¹ สำหรับชาวกรีกแล้ว ความงามคือความมีระเบียบ และความกลมกลืนอันสง่างาม

ซึ่งท้องฟ้าดำเนินไปนั้นแสดงให้เห็นถึงแก่นแท้ของความมีระเบียบ ทุกสิ่งทุกอย่างเคลื่อนไหวไปตามเส้นทางที่กำหนด ไม่เคยออกนอกลู่-นอกทาง ไม่เคยสะดุด ดวงอาทิตย์ขึ้นทุกเช้าและตกทุกเย็น โดยไม่มีใครสงสัยว่ามันจะขึ้นอีกหรือไม่ในวันรุ่งขึ้น ความน่าเชื่อถือนี้ขยายไปถึงเทพฟ้าคนอื่นๆ ทำให้กลุ่มดาวบนท้องฟ้ายังคงเดิมตลอดหลายยุคสมัยของมนุษยชาติ อาณาจักรอันยิ่งใหญ่ผดุงตาขึ้นและล่มสลาย จักรวรรดิเรืองอำนาจขึ้นครอบครองและเสื่อมสลาย ความหลงตัวเอง เย่อหยิ่ง โอหัง และความพลิกผันของมนุษย์ทั้งหมดเกิดขึ้นภายใต้ฟ้าที่ยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

นักคิดที่ว่ากันว่ามีอิทธิพลที่สุดในประวัติศาสตร์แห่งปัญญาตะวันตกอย่าง อริสโตเติล ในช่วง 400 ปีก่อนคริสต์ศักราช ศิษย์ของเพลโตผู้นี้้นำการปฏิบัติแทบทุกแขนงความคิดที่เขาสนใจ ผลงานของเขาครอบคลุมวิชาการสาขาต่างๆ ตั้งแต่ปรัชญา ตรรกวิทยา การเมือง ไปจนถึงอภิปรัชญา ซึ่งหากเทียบกับปัจจุบันจะเต็มเต็มหนังสือหนาๆ ราว 50 เล่ม สำหรับอริสโตเติล ความสุขอยู่ที่การใช้ชีวิตด้วยความคิด ชีวิตที่จดจ่อกับการทำความเข้าใจแก่นแท้ของการดำรงอยู่และโลกที่เราอาศัย หรือ ‘ความรู้เกี่ยวกับมนุษย์และสิ่งศักดิ์สิทธิ์’ ในความพยายามอันสูงส่งนี้ เขาปรารถนาที่จะเลียนแบบเทพเจ้า โดยแนะนำว่า เรา ‘ไม่ควรฟังผู้ที่บอกให้เราคิดแบบมนุษย์เพราะเราเป็นมนุษย์ หรือคิดแบบสิ่งมีชีวิตที่รู้ตายเพราะเราต้องตาย แต่ควรทำให้ตัวเองเป็นอมตะให้มากที่สุด’ ในแง่มุมที่ลุ่มลึกที่สุด อริสโตเติลทำสำเร็จ กล่าว

คือ โลกทัศน์ของเขาคงอยู่นานหลายพันปี ในความปรารถนาที่จะก้าวข้ามขีดจำกัดของสติปัญญามนุษย์ เขาอยู่ยืนยาวกว่าดวงเทพเจ้าของเขาเอง

สำหรับอริสโตเติล วิทยาศาสตร์ไม่ใช่แค่การประมวลข้อเท็จจริง แต่เป็นศิลปะของการจัดระเบียบและเชื่อมโยงข้อเท็จจริงเหล่านั้นให้เป็นคำอธิบายโลกที่สอดคล้องกัน วิธีวิทยาที่เป็นระบบของเขา คู่กับการสืบสอบเชิงปรัชญาอันลึกซึ้ง ทำให้อริสโตเติลมีทัศนะที่เป็นเอกภาพอย่างเด่นชัด ซึ่งปะทานุกรมไบแซนไทน์ (Byzantine) ในศตวรรษที่ 10 คงจะบรรยายว่า เขาเป็น *“อภิศาสตร์แห่งธรรมชาติซึ่งได้จุ่มปากกาในห้วงความคิด”*

เมื่อชาวกรีกโบราณมองขึ้นไปบนท้องฟ้ายามค่ำคืน พวกเขาเข้าใจว่า โลกเป็นศูนย์กลางอันไม่เคลื่อนที่ของเอกภพ โดยมีทรงกลมท้องฟ้าหมุนอยู่รอบโลก เนื่องจากตำแหน่งของดวงดาวส่วนใหญ่ไม่เปลี่ยนแปลงตามที่พวกเขามองเห็น ชาวกรีกจึงเรียกดาวเหล่านี้ว่า “ดาวประจำตำแหน่ง” ส่วนดาวที่เคลื่อนที่ท่ามกลางฉากหลังของท้องฟ้าของดาวประจำตำแหน่งเรียกว่า “ผู้พเนจร”²

อริสโตเติลตั้งข้อสังเกตอย่างถูกต้องว่า ในช่วงที่เกิดจันทรุปราคา โลกทอดเงาเป็นรูปวงกลมบนพื้นผิวดวงจันทร์ ซึ่งหมายความว่า โลกของเราเป็นทรงกลม ระบบเอกภพวิทยาของเขาจึงเสนอว่า โลกทรงกลมอยู่ที่ศูนย์กลางของจักรวาลทรงกลม นอกโลกเป็นดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และดาวประจำตำแหน่ง โดยแต่ละเทห์ฟากฟ้าถูกยึดกับทรงกลมของมันเองโดย

ทั้งหมดมีศูนย์กลางเดียวกัน ทรงกลมเหล่านี้และเทห์ฟากฟ้าที่มันพาไปนั้นสมบูรณ์แบบและไม่เสื่อมสลาย พวกมันเคลื่อนที่เป็นวงกลมอันเป็นสัญลักษณ์ของความสมบูรณ์แบบ และประกอบด้วยธาตุพิเศษ (อีเธอร์) อันศักดิ์สิทธิ์และแตกต่างจากธาตุทั้งสี่บนโลก (ดิน น้ำ ลม ไฟ) ต่างจากโลกมนุษย์ผู้รู้แต่กดับต้องเผชิญกับความเสื่อมสลายและการเปลี่ยนแปลง สรวงสวรรค์นั้นเป็นนิรันดร์และไม่แปรเปลี่ยน

อริสโตเติลคิดว่า เอกภพทางกายภาพนั้นกว้างใหญ่แต่มีขอบเขตจำกัด เขาเชื่อว่าไม่มีอะไรอยู่นอกทรงกลมแห่งคอสมอสอันจำกัด กล่าวคือ ไม่มีอวกาศ ไม่มีเวลา ไม่มีที่ว่าง ไม่มี 'สิ่งที่อยู่นอกออกไป' อย่างไรก็ดี เขามองว่าเวลาเป็นนิรันดร์ เอกภพดำรงอยู่เสมอและจะอยู่ต่อไป ไม่มีจุดเริ่มต้นหรือจุดจบ นอกเหนือจากทั้งหมดนี้คือ "ผู้ขับเคลื่อนที่ไม่เคลื่อนที่" (unmoved mover) ซึ่งเป็นต้นเหตุสูงสุดของการเคลื่อนไหวทั้งปวง เพื่อให้เทห์ฟากฟ้าเคลื่อนที่ไปในทรงกลมอันสมบูรณ์ และเพื่อให้เกิดและเสื่อมสลายเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตบนโลก ต้องมีสาเหตุหรือตัวตั้งต้น "ผู้ขับเคลื่อนที่ไม่เคลื่อนที่" นี้ไม่มีรูปร่างและเป็นนิรันดร์ ไม่ถูกผูกมัดด้วยอวกาศหรือเวลา และดำรงอยู่ภายนอกเอกภพ

เอกภพทรงกลมที่มีโลกเป็นศูนย์กลางนี้ครอบงำความคิดของมนุษยชาติเกี่ยวกับคอสมอสในหลายอารยธรรมที่จะตามมา เจ้าชายหนุ่มอเล็กซานเดอร์แห่งมาซีดอน ลูกศิษย์ของอริสโตเติล ได้กลายเป็นอเล็กซานเดอร์มหาราช และได้พิชิตดินแดนส่วน

ใหญ่ที่รู้จักกันในสมัยนั้น ส่งผลให้โลกทัศน์แบบอริสโตเติลและ
ขนบดาราศาสตร์แบบกรีกแพร่กระจายออกไปอย่างกว้างไกล
และในระหว่างทางก็ปะทะสังสรรค์ผสมผสานกับดาราศาสตร์
เชิงสังเกตการณ์ของชาวบาบิโลน

ประมาณปี 150 ทอเลมี (Ptolemy) ขยายแนวคิดโลก
เป็นศูนย์กลางด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อันซับซ้อน เพื่อ
อธิบายการเคลื่อนที่ของเทห์ฟากฟ้า โดยใช้ข้อมูลจากแผ่นจารึก
ดินเหนียวที่ชาวบาบิโลนบันทึกไว้ โลกอยู่หนึ่งอยู่ที่ศูนย์กลางของ
จักรวาล ส่วนดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดวงดาว และดาวเคราะห์
โคจรรอบโลกในรูปแบบที่ซับซ้อน การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์
ทำให้ทอเลมีสับสนเป็นพิเศษ เพราะว่าบางครั้งมันเคลื่อนที่เดิน
หน้าไปในทิศทางเดียวกับดวงอาทิตย์ (prograde motion) แล้ว
หยุดและย้อนกลับ (retrograde motion) เพื่ออธิบายการเคลื่อนที่
แบบซิกแซกนี้ เขาเสนอให้ดาวเคราะห์เคลื่อนที่เป็นวงกลมเล็ก
เรียกว่า เอพิไซเคิล (epicycle) โดยตัววงกลมเล็กเองก็เคลื่อนที่
บนวงกลมใหญ่กว่า เรียกว่า ดีเฟอเรนต์ (deferent) รอบโลก
แม้จะไม่เข้าใจว่าทำไมดาวเคราะห์เคลื่อนที่แบบนี้ แต่คำอธิบาย
นี้ก็ให้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายตำแหน่งของ
มันได้อย่างลงตัว

ผลงานอันทรงอิทธิพลของทอเลมีคือ *Almagest* (มา
จากภาษาอาหรับว่า al-mageisti หรือ งานอันยิ่งใหญ่) เสนอ
การบรรยายอย่างละเอียดของโลกทัศน์นี้ โดยกลั่นกรองจาก

ผลสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ที่สั่งสมมาหลายศตวรรษ หนังสือเล่มนี้เป็นตำรามาตรฐานทางดาราศาสตร์จนถึงยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการหรือเรอเนซ็องส์ ในฉบับแปลภาษาละตินมีข้อความสั้นๆ เกริ่นนำว่า “ข้าพเจ้าทราบว่าคุณเจ้าเป็นเพียงมนุษย์ที่อยู่ชั่วคราวและต้องตายตามธรรมชาติ แต่เมื่อข้าพเจ้าติดตามเส้นทางววงวนของเทพีฟากฟ้าอย่างเพลิดเพลิน ข้าพเจ้าก็ไม่ได้แตะพื้นโลกด้วยเท้าอีกต่อไป ข้าพเจ้ายืนอยู่เบื้องพระพักตร์เทพซุส และดื่มน้ำอมฤตอย่างเต็มอิม” เราไม่รู้แน่ชัดว่า ใครเป็นผู้เขียนถ้อยคำเหล่านี้ แต่ความปิติที่สื่อออกมายังคงไม่เสื่อมคลาย ชาวกรีกโบราณได้สัมผัสความรู้สึกนี้จากการเพ่งพินิจฟากฟ้าไว้ขอบเขตที่ลอยตระหง่านอยู่เหนือพวกเขา และช่วงเวลาแห่งการหยั่งรู้นั้นก็เพียงพอที่จะยกพวกเขาให้สูงขึ้นเหนือข้อจำกัดของความเป็นมนุษย์ จนได้สนทนากับเทพเจ้าและร่วมโต๊ะเสวยกับปวงเทพ ท้องฟ้าไม่เคยพรากมนตร์สะกดนี้ไปจากเราเลย

การที่อารยธรรมยุคแรกมองคอสมอสอย่างไรนั้น เป็นเรื่องที่เรายังคงต้องปะติดปะต่อจากเศษเสี้ยวของสิ่งที่พวกเขาทิ้งไว้ ในปี 1901 นักดำน้ำพบซากเรืออับปางและสิ่งประดิษฐ์ลึกลับที่ถูกฝังอยู่ใต้ตะกอนมหาสมุทรนานนับศตวรรษ สิ่งนี้ถูกระบุในภายหลังว่าเป็นกลไกแอนติคีธีรา ซึ่งมีอายุราว 100 ปีก่อนคริสต์ศักราช เป็นอุปกรณ์จักรกลที่ละเอียดซับซ้อนมาก ใช้เป็นแบบจำลองระบบสุริยะที่มีโลกเป็นศูนย์กลาง อุปกรณ์นี้ทำงานด้วยมือ โดย

การใช้มือหมุนซึ่งจะขับเคลื่อนชุดเฟืองที่เชื่อมต่ออยู่ ทำให้หน้า-
ปัดและเข็มชี้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ที่น่าทึ่ง คืออุปกรณ์ขนาดเล็กนี้
สามารถติดตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ดีถีของ
ดวงจันทร์ และอาจรวมถึงการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ตามสุริย-
วิถี กล่าวคือ เส้นทางที่ดาวเคราะห์เหล่านี้เคลื่อนที่ไปบนท้องฟ้า

ในการคำนวณเพื่อทำนายตำแหน่งของเทพีฟากฟ้า ชาว
กรีกกำลังสร้างรูปแบบแรกเริ่มของการเขียนโปรแกรม คอม-
พิวเตอร์แอนะล็อกโบราณนี้สะท้อนถึงความสลับซับซ้อนทาง
เทคโนโลยีอันน่าอัศจรรย์ที่ไม่มีอะไรเทียบได้อีกเป็นเวลากว่า
พันปี ชาวกรีกไม่เพียงแต่เข้าใจการเคลื่อนที่ของเทพีฟากฟ้าอย่าง
ลึกซึ้งเท่านั้น แต่พวกเขายังมีความรู้ทางเทคนิคที่จะนำความรู้นี้
มาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์จริงอีกด้วย

ชาวกรีกสรุปความรู้ทางดาราศาสตร์ไว้ในตำราต่างๆ ซึ่ง
ต่อมาแปลเป็นภาษาอาหรับในจักรวรรดิอาหรับ-มุสลิมในยุค
กลางและได้รับการเผยแพร่ไปทั่ว นี่เป็นเส้นทางหลักที่ความรู้
โบราณได้รับการอนุรักษ์เอาไว้ การส่งผ่านข้ามวัฒนธรรมนี้ทำ
ให้มุมมองเกี่ยวกับคอสมอสของชาวกรีกรอดพ้นจากความ
พลิกผันของประวัติศาสตร์ และส่งอิทธิพลต่อแนวทางปฏิบัติ
ทางดาราศาสตร์ในยุคต่อมา

ยุคทองของอิสลาม

เมื่อศตวรรษที่ 6 มาถึง การล่มสลายของจักรวรรดิโรมัน ทำให้ยุโรปเข้าสู่ยุคมืด เป็นช่วงเวลาที่การศึกษาวิทยาการลดลงทั่วทั้งทวีป ในทางตรงกันข้าม ศตวรรษที่ 8-13 เป็น 'ยุคทอง' ของจักรวรรดิอิสลาม ซึ่งแผ่ขยายจากคาบสมุทรไอบีเรียทางตะวันตกไปจนถึงแม่น้ำสินธุ (Indus) ทางตะวันออก รวมถึงส่วนใหญ่ของตะวันออกกลางและบางส่วนของเอเชียกลาง ในโลกอิสลามแห่งนี้ ภูมิปัญญาดาราศาสตร์ของกรีกที่ได้เรียนรู้จากการค้นพบของชาวบาบิโลนก็ได้พบผู้พิทักษ์ใหม่

จักรวรรดิอิสลามเป็นวัฒนธรรมที่ดูดซับความรู้และอนุรักษณ์ภูมิปัญญาทางวิทยาศาสตร์ของอารยธรรมที่ถูกพิชิตงานคลาสสิกหลายชิ้นจากยุคโบราณที่อาจสูญหายไปถูกแปลจากภาษากรีก ซีรีแอก เปอร์เซียกลาง และสันสกฤตเป็นภาษาอาหรับ จากนั้นก็ได้รับการคัดลอกและเผยแพร่ไปทั่วทั้งจักรวรรดิ ขบวนการนี้เรียกว่า "ขบวนการแปล"³ (Harakat al-Tarjama) ซึ่งได้รับการสนับสนุนทางการเงินอย่างดีและดำเนินต่อเนื่องยาวนาน โดยใช้ผู้แปลที่มีภูมิหลังและความเชื่ออย่างหลากหลายเพื่อสร้างคลังวรรณกรรมทางการศึกษาอันกว้างใหญ่ไพศาล บ้านแห่งวิทยาปัญญา⁴ ในกรุงแบกแดดเป็นดังดวงประทีปส่องสว่างแห่งกิจกรรมทางปัญญา

ความรู้เกี่ยวกับคอสโมสเปงบานในพื้นที่อันมีชีวิตชีวานี้ ศูนย์กลางทางวัฒนธรรมและวิทยาศาสตร์อย่างกรุงแบกแดด กรุงตามัสกัส และเมืองซามาร์คันทด์กลายเป็นสถานที่สำหรับการต่อยอดความรู้ด้านการศึกษาท้องฟ้า หอดูดาวขนาดใหญ่ ถูกสร้างขึ้น โดยเริ่มในกรุงแบกแดด และต่อมาในอิรักและอิหร่าน ปัจจุบัน อุปกรณ์เช่น แอสโตรเลบ เครื่องวัดดาว (astrolabe ภาษากรีกแปลว่า “ผู้จับดาว”) มีการใช้งานในหลายสาขา ทั้ง ดาราศาสตร์ ศาสนา การเดินเรือ และการระบุเวลา หนึ่งในผู้เชี่ยวชาญการสร้างเครื่องนี้ คือ อัล-อิจลียะห์ (al-'Ijliyyah) ปัจจุบันรู้จักกันทั่วไปในชื่อ มัรยัม อัล-อัฏฏูลาบียะฮ์⁵ (Mariam al-Astrulabi) ซึ่งฝึกงานกับพ่อของเธอ ภายใต้การดูแลของช่างทำแอสโตรเลบที่มีชื่อเสียงในกรุงแบกแดด นอกจากอุปกรณ์แบบพกพาแล้ว นักดาราศาสตร์ยังสร้างเครื่องวัดมุมเซกซ์แทนต์ (sextant) ด้วย เซกซ์แทนต์บางชิ้นยาวถึง 40 เมตร ใช้เพื่อคำนวณมุมของดวงอาทิตย์และการเคลื่อนที่ของดวงดาว และดาวเคราะห์ นักวิชาการยังพัฒนาคณิตศาสตร์ที่รองรับการสังเกตเหล่านี้ อัล-เคาะวาริซมีย์ (al-Khwarizmi) สร้างพีชคณิตเป็นสาขาวิชาเฉพาะ สร้างระบบการศึกษาพีชคณิตมีระเบียบวิธีที่ชัดเจน รวมทั้งเสนอแนวคิดและเทคนิคใหม่ๆ และอัล-บัตตานีย์ (al-Battani) พัฒนาราวงและสูตรตรีโกณมิติทรงกลม ซึ่งมีความสำคัญต่อการคำนวณตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของเทห์ฟากฟ้าบนทรงกลมท้องฟ้า