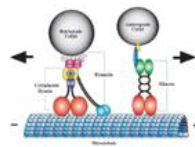
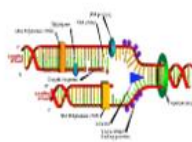
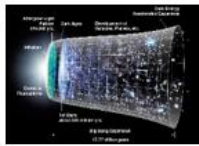
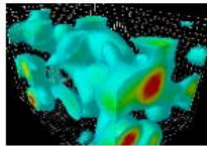




ปฐมกาลแห่งพระเจ้า

สำรวจการสร้างสรรคผ่านดาราศาสตร์และชีววิทยา



ดร. ดงชาน ทิม

ฉันอยากจะแสดงความขอบคุณอย่างลึกซึ้งต่อพระวิญญานบริสุทธิ์สำหรับการคลี่คลายและกา
รนำทางฉันตลอดการเขียนหนังสือเล่มนี้!

เนื้อหา

การแนะนำ.....	6
1. การสร้างจักรวาล.....	8
ก. โครงสร้าง ลำดับ ชั้น ของ จักรวาล	8
i. ระบบ พลังงาน แสงอาทิตย์	8
ii. ระบบดาวฤกษ์.....	10
iii . กาแล็กซีของเรา (ทางช้างเผือก)	11
iv. กาแล็กซี คัลสเตอร์ กาแล็กซี และ ซูเปอร์ คัลสเตอร์กาแล็กซี	12
ข. การสร้างจักรวาล	14
ก. การสร้างจักรวาลในดาราศาสตร์.....	14
ii. ชะตากรรมของจักรวาล (บิ๊กแบงอีกแล้ว?)	17
iii . การสร้างจักรวาลใน พระคัมภีร์	21
ค. อะไร ถูกสร้างขึ้นก่อน โลก หรือ ดวง อาทิตย์?.....	24
ง. โลก อายุ 6,000 ปี มีอายุ เก่าแก่ หรือ ไม่ ?	27
i. วันในปฐมกาล	30
ii. ผู้สร้างกาลเวลา	32
e. จักรวาลที่ได้รับการปรับแต่งอย่างประณีต	35
2. ผลงานชิ้นเอก ของ พระเจ้า โลก	41
ก. ระยะ ห่าง จาก ดวงอาทิตย์	41
ข. ด้านขวา A xial Ti It	42
ค . การหมุน ขว และ คาบ วง วง โคจร	44
d . ขนาด ที่ เหมาะสม	46

ง. การมีอยู่ของ แมกนี โคสเฟียร์.....	48
ง. การมีอยู่ของ ดวงจันทร์ที่มีขนาดใหญ่.....	49
ก. การ มีอยู่ของ ดาวพฤหัสบดีผู้พิทักษ์โลก.....	52
ข. การมีอยู่ของเทค โท นิกส์ ปลาย	54
ฉ. ขนาด ที่เหมาะสมของดวงอาทิตย์	57
จ. ระยะห่างที่เหมาะสมจากศูนย์กลางของกาแล็กซี	60
3. การสร้างสรรค์ หรือ การวิวัฒนาการ ?.....	65
ก . กำเนิด ของ ชีวิต	65
i. การ ก่อตัวของ กรด อะมิโน เอ	66
ii. การ ก่อตัวของ RNA	69
i ii . การก่อกำเนิด ของโปรตีน	74
ฉ. ก. การ ก่อตัวของดีเอ็นเอ.....	78
ก . การ สร้าง เซลล์	81
vi . การ ก่อตัวของ เซลล์ยูคาริโอต.....	84
vii . การระบุตำแหน่งออร์แกเนลล์	87
vii i . การแบ่งตัวของเซลล์	93
ix. การสร้างเนื้อเยื่อ และ อวัยวะ	96
x. การก่อกำเนิดของ สิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์	99
ข. วิวัฒนาการสามารถอธิบายต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตได้หรือไม่?	101
ค. ทฤษฎีของดาร์วิน : ทฤษฎีของ วิวัฒนาการ หรือ ทฤษฎี การปรับ ตัวทางพันธุกรรม ?	105
ง . เรา ได้ อ วิวัฒนาการมาจากลิงหรือไม่?	114
ง. การออกแบบอย่างชาญฉลาด.....	117

ฉันทะ ระบุ ความ ชับซ้อน	118
ii. ความ ชับซ้อน ที่ ลดไม่ได้	121
iii. หนังสือที่น่าสนใจเกี่ยวกับการออกแบบอย่างชาญฉลาด	126
f. ฟิสิกส์อนุภาค และการสร้างสรรค์	128
ก. มนุษย์ต่างดาวและการสร้างสรรค์	132
ข. สัตว์ชาญฉลาด ใน สิ่งมีชีวิตและการสร้างสรรค์	138
ฉันทะ การสร้างรังของผึ้งช่างก่อสร้าง	138
ii. การสร้างรังของนกปรอด	141
iii. การก่อตัวของ เปลือกหอย นอติลัส	142
ก. คณิตศาสตร์ในธรรมชาติและการสร้างสรรค์	144
4. คำเชิญ ผู้ กระจายข่าวว่าประเสริฐ	153
คำขอบคุณ	159
Image Credit	160
References	162
About the Author	167

การแนะนำ

นักวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนทฤษฎีวิวัฒนาการมักมองว่าคริสตานิสม์ขาดการสนับสนุนเชิงประจักษ์และความเข้มงวดทางวิทยาศาสตร์

พวกเขาได้แย้งว่าคริสตานิสม์ไม่ควรรวมอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์

เนื่องจากคริสตานิสม์ไม่สามารถให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์ความหลากหลายและความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตบนโลกได้

ในทางกลับกัน ทฤษฎีวิวัฒนาการมีช่องว่างและคำถามที่ไม่มีคำตอบ

โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับต้นกำเนิดของชีวิตและความซับซ้อนของระบบทางชีววิทยา

การคัดเลือกตามธรรมชาติและการกลายพันธุ์ไม่เพียงพอที่จะอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ที่ซับซ้อนที่สังเกตได้ในสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้

ทฤษฎีวิวัฒนาการใช้ได้กับสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่เท่านั้นและไม่ได้กล่าวถึงต้นกำเนิดของชีวิต

นอกจากนี้ ทฤษฎีวิวัฒนาการยังพึ่งพาสมมติฐานและการสร้างใหม่เชิงคาดเดาอย่างมาก

จึงทำให้ความถูกต้องของทฤษฎีนี้ในฐานะคำอธิบายที่ครอบคลุมสำหรับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นเพื่อสำรวจการถกเถียงระหว่างการสร้างสรรค์และวิวัฒนาการโดยการพูดคุยถึงการสร้างจักรวาล ความพิเศษของโลก และต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิต

ใน ภาค แรก เรา

จะแนะนำโครงสร้างลำดับชั้นของจักรวาลและหารือเกี่ยวกับการสร้างจักรวาลตามที่เปิดเผยจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ จากนั้นเราจะ ตรวจสอบกัน

ว่าการสร้างจักรวาลที่อธิบายไว้ในพระคัมภีร์สอดคล้องกับการค้นพบทางดาราศาสตร์หรือไม่ โลกมีอายุ 6,000 ปีหรือไม่ และพิจารณาลักษณะที่ละเอียดอ่อนของจักรวาลอย่างใกล้ชิด

ส่วนที่ สอง นำเสนอข้อเท็จจริงที่น่าทึ่ง 10 ประการเกี่ยวกับโลก

โดยเน้นย้ำถึงความเหมาะสมเฉพาะตัวของโลกในการรองรับชีวิต และชี้ให้เห็นหลักฐาน

การออกแบบ ที่มีจุดประสงค์ ชัดเจน

ในภาคที่สามนั้น เราจะสำรวจต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิต โดยท้าทาย

ทฤษฎีวิวัฒนาการตามแบบแผน และ

เน้นย้ำถึงความซับซ้อนของระบบทางชีววิทยาซึ่งเป็นหลักฐานของการสร้างสรรค์ของพระเจ้า
มีการตรวจสอบความเหมาะสมของคำว่า "ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน" ตามด้วย การ
ตรวจสอบว่ามนุษย์วิวัฒนาการมาจากลิงหรือไม่ นอกจากนี้
ยังมีการแนะนำแนวคิดเรื่องการออกแบบอย่างชาญฉลาด
และสำรวจแนวคิดเรื่องการสร้างสรรค์ผ่านการอภิปรายเกี่ยวกับฟิสิกส์ของอนุภาค
การดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตนอกโลก สัญชาตญาณของสัตว์ และคณิตศาสตร์ที่พบในธรรมชาติ
หนังสือเล่มนี้จบลงด้วยคำเชิญชวนจากใจจริงให้ศรัทธา
กระตุ้นให้ผู้อ่านใคร่ครวญถึงการเดินทางทางจิตวิญญาณและพิจารณาพลังแห่งการเปลี่ยนแปลง
ของความเชื่อ หนังสือเล่มนี้แนะนำพระกิตติคุณ และ ให้
คำแนะนำเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการยอมรับศรัทธา
รวมถึงขั้นตอนในการเข้าใจและรับชีวิตนิรันดร์
พร้อมทั้งมอบความหวังและความมั่นใจให้กับผู้ที่แสวงหาการเชื่อมโยงที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นกับพระเจ้า
ฉันหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะให้ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์
ทำให้คุณเข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้นถึงการออกแบบที่ซับซ้อนและจุดประสงค์ที่ผูกโยงเข้ากับจักรวาล
และมอบโอกาสให้คุณได้ใคร่ครวญถึงพระคุณ พระปัญญา
และพระอำนาจอันไม่มีขอบเขตของพระเจ้า ผู้เป็นผู้สร้างอันศักดิ์สิทธิ์
ผู้ทรงกำจุนสรรพสิ่งและเชิญชวนให้เราชื่นชมกับฝีพระหัตถ์ของพระองค์

ดงชาน คิม (cyberspacedckim@gmail.com)

1. การสร้างจักรวาล

ในวัยเด็ก คุณอาจนึกถึงคืนที่เราใช้เวลาไปกับการตั้งแคมป์ในชนบทหรือบนภูเขาสูง มองดวงดาวนับไม่ถ้วนที่ระยิบระยับบนท้องฟ้าอันกว้างใหญ่ หรือตื่นตาตื่นใจไปกับดวงดาวตกที่พุ่งผ่านท้องฟ้าอันมืดมิดอย่างงดงาม ประสบการณ์ดังกล่าวมักทำให้เรารู้สึกทึ่งและประหลาดใจ

ชื่นชมความงามและขนาดของจักรวาลอย่างลึกซึ้ง ในช่วงเวลาดังกล่าว คุณอาจรู้สึกเชื่อมโยงอย่างลึกซึ้งกับจักรวาล

พร้อมกับความรู้สึกต่อมโนทัศน์เกี่ยวกับสถานที่ของมนุษย์ในจักรวาล คำถามอาจผุดขึ้นในใจคุณ เช่น มีดวงดาวกี่ดวงเต็มท้องฟ้า อาจมีสิ่งมีชีวิตเหนือโลกของเราหรือไม่ จักรวาลเริ่มต้นขึ้นได้อย่างไร และจะสิ้นสุดลงได้อย่างไร ใครเป็นผู้สร้างทั้งหมดนี้

ความงามตามธรรมชาติอันลึกลับของท้องฟ้ายามค่ำคืนกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ชวนให้ใคร่ครวญถึงต้นกำเนิดของจักรวาลและจุดประสงค์ของเรากายในจักรวาล

ช่วงเวลาแห่งความหลงใหลเหล่านี้ทิ้งรอยประทับที่คงอยู่ตลอดไป

สร้างแรงบันดาลใจให้เราแสวงหาคำตอบสำหรับความลึกลับที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของชีวิต

ในบทนี้ เราจะสำรวจต้นกำเนิดของจักรวาลจากทั้งมุมมองทางดาราศาสตร์และพระคัมภีร์ เราจะให้การสนับสนุนทางวิทยาศาสตร์สำหรับ บันทึก การสร้างสรรค์

ในปฐมกาลโดยการเปรียบเทียบมุมมองทั้งสองนี้ นอกจากนี้ เรา

จะตรวจสอบว่าอะไรถูกสร้างขึ้นก่อน โลกหรือดวงอาทิตย์ โลกมีอายุ 6,000 ปีหรือไม่ และแนวคิดเรื่อง จักรวาลที่ได้รับการปรับแต่งอย่างดี

ก. โครงสร้าง ลำดับ ชั้น ของ จักรวาล

เพื่อหารือเกี่ยวกับต้นกำเนิดของจักรวาล เรามาศึกษาโครงสร้างลำดับชั้นของมันก่อน เราจะเริ่มด้วย ระบบสุริยะ ของ เรา และไปต่อที่ กาแล็กซี กาแล็กซีภายนอก กระจุก กาแล็กซี ซูเปอร์คลัสเตอร์ และกลุ่มซูเปอร์ คลัสเตอร์

ต้น ระบบ พลังงาน แสงอาทิตย์

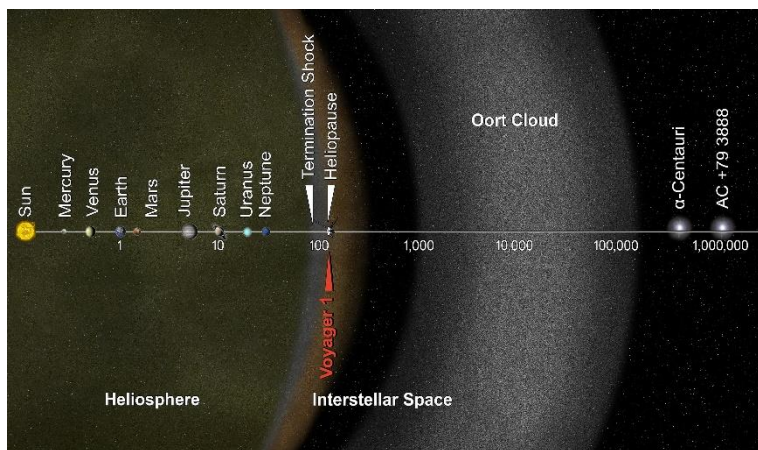
ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงดาวที่เรียกว่าดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ 8

ดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ แถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี
แถบไคเปอร์ และกลุ่มเมฆออร์ตที่อยู่ชั้นนอกสุด
ดาวฤกษ์หมายถึงวัตถุท้องฟ้าที่ส่องสว่างได้ด้วยตัวเองซึ่งขับเคลื่อนด้วยปฏิกิริยาฟิวชันนิวเคลียร์
ในขณะที่ดาวเคราะห์หมายถึงวัตถุท้องฟ้าที่สะท้อนแสงจากดาวฤกษ์

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงที่ 3 จากดวงอาทิตย์ ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์คือ 384,000 กม.
ใช้เวลา 16 วัน โดยเครื่องบินที่ความเร็ว 1,000 กม./ชม.

ระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์คือประมาณ 150 ล้านกิโลเมตรหรือ 1 หน่วยดาราศาสตร์ (AU)
ซึ่งจะใช้เวลา 17 ปีโดยเครื่องบิน ระยะทางถึงดาวเนปจูนคือ 30 AU แถบไคเปอร์คือ 30-50 AU
และเมฆออร์ตคือ 2,000-200,000 AU หากเดินทางด้วยความเร็วแสง

โลกจะใช้เวลาเดินทางจากดวงอาทิตย์ถึงดวงอาทิตย์ 8.3 นาที 4 ชั่วโมงถึงดาวเนปจูน
และใช้เวลา 9.5 เดือน (0.79 ปีแสง) เพื่อไปถึงขอบด้านในของเมฆออร์ต
หากเดินทางด้วยเครื่องบินจะใช้เวลาราว 850,000 ปี



รูปที่ 1.1 ระบบสุริยะ รวมถึงแถบไคเปอร์และเมฆออร์ต

ดาวหางสามารถจำแนกได้เป็นดาวหางคาบสั้นและดาวหางคาบยาว
แถบไคเปอร์เป็นแหล่งกำเนิดของดาวหางคาบสั้น
และเมฆออร์ตเป็นแหล่งกำเนิดของดาวหางคาบยาว เนื่องจากต้นกำเนิดของดาวหาง

ดาวหางจึงมีวงโคจรเป็นวงรีมากและมีความเยื้องศูนย์กลางมาก ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่กว่าโลก 109 เท่า มีมวลมากกว่าโลก 333,000 เท่า และมีคาบการหมุนรอบตัวเองประมาณ 25 วัน

ii. ระบบดาวฤกษ์

เมื่อออกจาก กลุ่มเมฆออร์ตแล้ว คุณจะเข้าสู่ดินแดนแห่งดวงดาว ดาวที่อยู่ใกล้โลกที่สุดคือดาวพร็อกซิมา เซ็นทอรี ซึ่งมีขนาด 14% ของดวงอาทิตย์ มีมวล 12% ของดวงอาทิตย์ และอยู่ห่างออกไปประมาณ 4.2 ปีแสง โดยสามารถเดินทางไปที่นั่นได้โดยเครื่องบิน จะใช้เวลาประมาณ 4.6 ล้านปี หากคุณสังเกตดาวที่ระยะขอบบนท้องฟ้าอย่างใกล้ชิด คุณจะสังเกตเห็น ว่าดาวเหล่านี้มีสีต่างๆ กัน สีของดาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิพื้นผิว ดาวที่เย็นกว่าจะมีสีออกแดง ในขณะที่ดาวที่ร้อนกว่าจะมีสีขาว ตัวอย่างเช่น ดาว Betelgeuse (α Ori) มีสีแดง ดวงอาทิตย์มีสีเหลือง และดาว Sirius (α CMa) ซึ่งเป็นดาวที่สว่างที่สุดบนท้องฟ้าอย่างลึกลับจะมีสีขาวออกฟ้า



รูปที่ 1.2 ดาว มี สีต่างๆ กัน

มวลของดาวจะกำหนดอัตราการหลอมรวมนิวเคลียร์ของดาว ซึ่งจะควบคุมความส่องสว่างและอายุขัยของดาว

ดาวที่มีมวลมากกว่าจะกินเชื้อเพลิงเร็วกว่าดาวที่มีมวลน้อยกว่า

ดาวฤกษ์จะจบชีวิตลงในรูปแบบของดาวแคระขาว ดาวนิวตรอน หรือหลุมดำ

ดาวฤกษ์ที่มีมวลแกนน้อยกว่า 1.4 เท่าของมวลดวงอาทิตย์จะกลายเป็นดาวแคระขาว

ดาวฤกษ์ที่มีมวลแกนระหว่าง 1.4 ถึง 3

เท่าของมวลดวงอาทิตย์จะกลายเป็นดาวนิวตรอนและระเบิดเป็นซูเปอร์โนวา ส่วนดาวฤกษ์ที่มีมวลแกนมากกว่า 3 เท่าของ

มวลดวงอาทิตย์จะกลายเป็นหลุมดำหลังจากผ่านระยะของดาวนิวตรอน

เศษซากของการระเบิดของซูเปอร์โนวาสามารถนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อสร้างดาวฤกษ์ดวงใหม่ได้

โดยทั่วไปแล้ว สามารถมองเห็นดาวได้น้อยกว่าร้อยละห้าด้วยตาเปล่าในเมือง

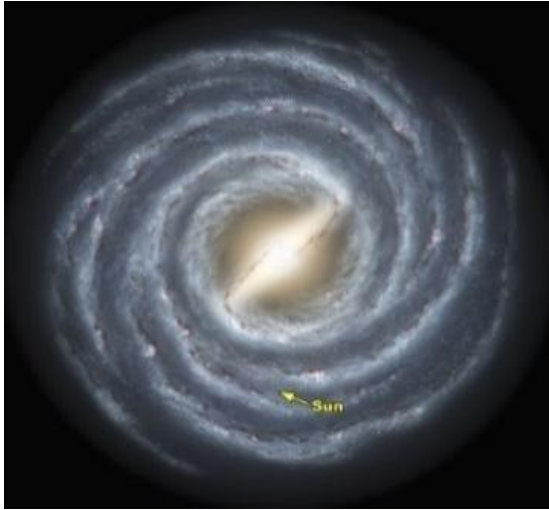
และประมาณหนึ่งพันดวงในชนบทภายใต้ สภาพที่เหมาะสม ดาวส่วนใหญ่เหล่านี้อยู่ภายใน 50 ปีแสง จาก โลก

iii . กาแล็กซีของเรา (ทางช้างเผือก)

ทางช้างเผือกเป็นดาราจักรชนิดก้นหอยกลั่นมีดาวอยู่ราวๆ 200,000 ถึง 400,000 ล้านดวง พร้อมด้วยก๊าซ ฝุ่น และมวลสารมืดจำนวนมหาศาล เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100,000 ปีแสง และมีความหนาประมาณ 1,000 ปีแสง

ทำให้มีโครงสร้างค่อนข้างแบนและคล้ายจานที่มีส่วนนูนตรงกลาง

ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากใจกลางกาแล็กซีประมาณ 26,000 ปีแสง โดยโคจรรอบดวงอาทิตย์ทุก ๆ 220 ล้านปี ซึ่งเรียกว่าปีกาแล็กซี ระบบสุริยะของเราตั้งอยู่ใกล้กับจุดหมุนของนายพราน ซึ่งเป็นแขนเล็ก ๆ ที่อยู่ระหว่างแขนก้นหอยของกลุ่มดาวคนยิงธนูและกลุ่มดาวเพอร์ซิอัส ตำแหน่งนี้สูงจากระดับกาแล็กซีประมาณ 60 ปีแสง ทำให้มองเห็นจักรวาลได้ในหลายทิศทาง โดยมี ฝุ่นและก๊าซหนาแน่นภายในจานกาแล็กซี ขวางทางน้อยที่สุด



รูปที่ 1.3 กาแล็กซีของเรา (ทางช้างเผือก)

iv. กาแล็กซี คลัสเตอร์ กาแล็กซี และ ซูเปอร์ คลัสเตอร์กาแล็กซี

กาแล็กซีแอนดรอเมดา (M31) เป็นกาแล็กซีที่อยู่ใกล้ทางช้างเผือกมากที่สุด โดยอยู่ห่างจากโลกประมาณ 2.5 ล้านปีแสง สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจากซีกโลกเหนือ

(ขนาดที่มองเห็นได้คือ 3.4) และมีรูปร่าง คล้ายกับ ทางช้างเผือก

กาแล็กซีแอนดรอเมดากำลังเข้าใกล้ทางช้างเผือกด้วยความเร็วประมาณ 110 กม./วินาที และคาดว่าจะชนกับกาแล็กซีนี้ในอีกประมาณ 4 พันล้านปีข้างหน้า

กาแล็กซีสามารถแบ่งได้กว้างๆ เป็น 3 ประเภทหลักทางฐานวิทยา ได้แก่

กาแล็กซีรูปเกลียว กาแล็กซีรูปวงรี และกาแล็กซีรูปเกลียวผิดปกติ

เมื่อกาแล็กซีรูปเกลียวสองแห่งชนกัน

การโต้ตอบกันของแรงโน้มถ่วงอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่

ซึ่งมักส่งผลให้เกิดกาแล็กซีรูปวงรี กระบวนการนี้มักดำเนินไปเป็นระยะๆ

ที่เกี่ยวข้องกับกาแล็กซีที่โต้ตอบกัน ตามด้วยกาแล็กซีอินฟราเรดส่องสว่าง (LIRG) หรือ

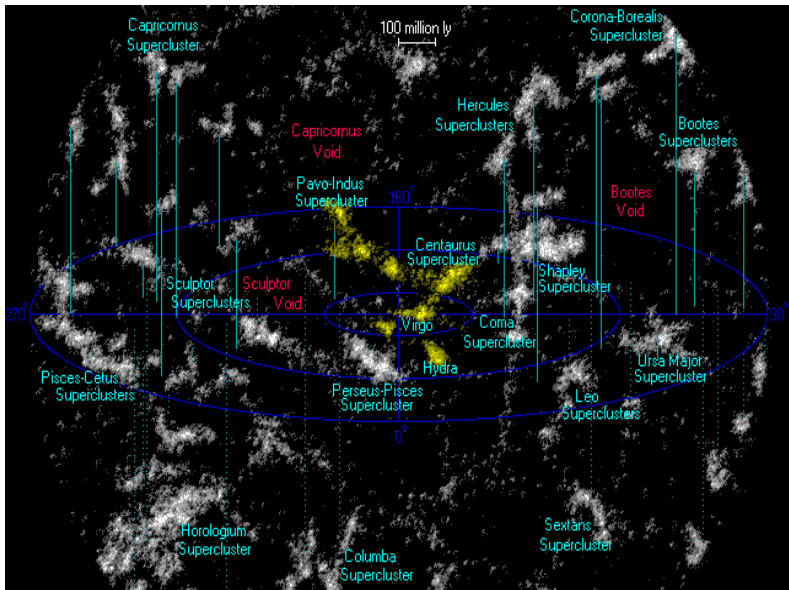
กาแล็กซีอินฟราเรดส่องสว่างมาก (ULIRG)



รูปที่ 1.4 กาแล็กซีชนิดก้นหอย y กาแล็กซีชนิดวงรี y และกาแล็กซีทรงไม่เรียบ

หากมีกาแล็กซีน้อยกว่า 50 แห่งที่เชื่อมกันด้วยแรงโน้มถ่วง กาแล็กซีเหล่านั้นจะเรียกว่า "กลุ่มกาแล็กซี" และหากมีกาแล็กซีหลายร้อยหรือหลายพันแห่งที่เชื่อมกัน กาแล็กซีเหล่านั้นจะเรียกว่า "กระจุกกาแล็กซี" กาแล็กซีใกล้เคียงมากกว่า 40 แห่ง รวมทั้งทางช้างเผือกและแอนดรอเมดา อยู่ในกลุ่มท้องถิ่น กลุ่มท้องถิ่นและกระจุกดาวหญิงสาวเป็นส่วนหนึ่งของกระจุกดาวหญิงสาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระจุกดาวลานีอาเกีย

กลุ่มของกระจุกดาวขนาดใหญ่ หรือที่เรียกอีกอย่างว่าเส้นใยของกาแล็กซี หรือห้วงใยของกระจุกดาวขนาดใหญ่ เป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ในจักรวาล ประกอบด้วยกระจุกดาวขนาดใหญ่จำนวนมากที่เชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายกาแล็กซี ก๊าซ และสสารมืดขนาดใหญ่ พื้นที่ที่เชื่อมต่อกันเหล่านี้ก่อตัวเป็นลวดลายคล้ายใยแมงมุม และถือเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ที่สุดที่ทราบกันว่ามีอยู่จริงในจักรวาล โครงสร้างเหล่านี้มีระยะทางที่ไกลอย่างเหลือเชื่อ ตั้งแต่หลายร้อยล้านปีแสง ไปจนถึงหลายพันล้านปีแสง ทำให้โครงสร้างจักรวาลที่เล็กกว่าดูเล็กลง ในจำนวนนี้ กำแพงเมืองฮอร์คิวลีส-โคโรนา บอเรลิส ถือเป็นกลุ่มของกระจุกดาวขนาดใหญ่ที่สุดที่ทราบกัน ซึ่งเป็นเครื่องพิสูจน์ถึงขนาดของจักรวาลได้อย่างน่าทึ่ง ในจักรวาลที่สังเกตได้ มีกาแล็กซีประมาณ 200,000 ล้านแห่งกระจายตัวอยู่ในระยะทางที่ไกลถึง ประมาณ 93,000 ล้านปีแสง โดยแต่ละแห่งมีส่วนช่วยประสานโครงสร้างจักรวาลที่ซับซ้อน



รูปที่ 1.5 กลุ่มดาว ที่อยู่เหนือขึ้นไปบริเวณใกล้เคียง (สีเหลือง: กลุ่มดาวที่อยู่เหนือขึ้นไป Laniakea)

ข. การสร้างจักรวาล

จักรวาล เริ่มต้นขึ้นได้อย่างไร? จักรวาลมีอยู่มาโดยตลอดหรือ พระเจ้า สร้างขึ้น ?
เพื่อศึกษาหัวข้อนี้

เราจะตรวจสอบต้นกำเนิดของจักรวาลตามที่เกิดขึ้นได้ทางดาราศาสตร์และตามที่อธิบายไว้ในหนังสือปฐมกาลในพระคัมภีร์

ก. การสร้างจักรวาลในดาราศาสตร์

ทฤษฎีที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวางที่สุดเกี่ยวกับต้นกำเนิดของจักรวาลคือ ทฤษฎีบิกแบง ซึ่งตั้งสมมติฐานว่าจักรวาลเริ่มต้นเมื่อประมาณ 13,800 ล้านปีก่อน
ในฐานะจุดที่ร้อนและหนาแน่นอย่างเหลือเชื่อซึ่งขยายตัวอย่างรวดเร็ว
ซึ่งสิ่งนี้ทำให้เกิดคำถามที่น่าสนใจว่า: ' ก่อนบิกแบง มีอะไรอยู่ ? '

สมมติฐานชั้นนำข้อหนึ่งยืนยันด้วยการสนับสนุนที่เพิ่มขึ้นว่า ก่อนบิกแบง
จักรวาลมีอยู่ในสถานะที่มีความผันผวนของควอนตัมภายในสุญญากาศ
ซึ่งเป็นรากฐานทางพลวัตและความน่าจะเป็นที่จักรวาลของเราถือกำเนิดขึ้นมา

ก่อนที่พอล ดิแรกจะมาถึง สุญญากาศถูกมองว่าเป็นพื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่มีอะไรเลย ในปี 1928
ดิแรกได้รวมกลศาสตร์ควอนตัมและทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษเพื่ออธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอน
ที่ความเร็วเชิงสัมพัทธภาพ

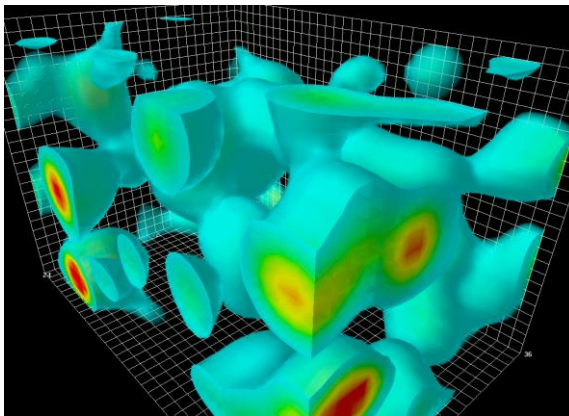
ที่น่าสนใจคือสมการนี้เสนอวิธีแก้ปัญหาสองวิธีสำหรับอิเล็กตรอน

วิธีหนึ่งสำหรับอิเล็กตรอนที่มีพลังงานบวก และอีกวิธีหนึ่งสำหรับอิเล็กตรอนที่มีพลังงานลบ

ดิแรกเสนอว่าสุญญากาศไม่ใช่พื้นที่ว่างเปล่า

แต่เต็มไปด้วยอิเล็กตรอนจำนวนอนันต์ที่มีพลังงานลบ (โพซิตรอน) ด้วยเหตุนี้

สุญญากาศจึงถูกเรียกว่าทะเลดิแรก



รูปที่ 1.6 แบบจำลอง สามมิติ ของ ความผันผวนของควอนตัม ในสุญญากาศ

แม้ว่าทะเลดิแรกจะดูเหมือน หยุต นิ่ง แต่ก็ไม่ใช่เลยหยุตนิ่ง เพราะ
หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก คู่อนุภาคและปฏิอนุภาคปรากฏขึ้นโดยธรรมชาติ
(การผลิตคู่) และหายไป (การทำลายล้างคู่) ใน ลักษณะสุ่ม ช่วงเวลาคือ 10^{-21} วินาที
และมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่ถ้ามีกล้องจับภาพได้ ก็จะเหมือนกับการมองทะเลที่ผันผวน

นี่คือสิ่งที่เรียกว่า 'ความผันผวนของควอนตัม'

บิกแบงโผล่ออกมาจากทะเลแห่งความผันผวนของควอนตัม ณ จุดเดียว

บิกแบงเองเป็นจุดเริ่มต้นของจักรวาล

ทันทีหลังจากบิกแบง

จักรวาลก็เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากอุณหภูมิและความหนาแน่นที่สูงมาก ตั้งแต่ 10^{-43} วินาที (เวลาพลังค์) ถึง 10^{-36} วินาที จักรวาลถูกควบคุมโดยทฤษฎีการรวมอันยิ่งใหญ่ ซึ่งมีแรงสามอย่าง (แรงที่แข็งแกร่ง แรงที่อ่อนแอ และแรงแม่เหล็กไฟฟ้า)

ในแบบจำลองมาตรฐานรวมกัน ^{๓๓} นั้น จึงเข้าสู่ ยุคเงินเฟ้อ ตั้งแต่ 10^{-36} ^{วินาที} ถึง 10^{-32} วินาที ยุคไฟฟ้าอ่อน ตั้งแต่ 10^{-32} วินาทีถึง 10^{-12} วินาที ยุคควาร์ก ตั้งแต่ 10^{-12} วินาที ถึง 10^{-6} วินาที ยุคแฮดรอน ตั้งแต่ 10^{-6} วินาทีเป็น 1 วินาที และยุคเลปตอนจาก 1 วินาทีเป็น 10 วินาที

ในตอนท้ายของยุคเลปตอน มีเหตุการณ์สำคัญและสำคัญเกิดขึ้น

คู่เลปตอนและแอนติเลปตอน ซึ่งประกอบด้วยอิเล็กตรอนและโพสิตรอนเป็นหลัก

ได้เกิดการสูญสลายซึ่งกันและกัน กระบวนการนี้ปลดปล่อยโฟตอน (อนุภาคแสง)

ออกมาจำนวนมหาศาล ส่งผลให้จักรวาลเต็มไปด้วยแสง

โฟตอนเหล่านี้กลายเป็นรูปแบบพลังงานหลักในจักรวาล ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของยุคที่เรียกว่า

ยุคโฟตอน ยุคนี้ซึ่งกินเวลาดังแต่ประมาณ 10 วินาทีจนถึง 380,000 ปีหลังบิกแบง

มีลักษณะเฉพาะคือพลาสมาร้อนและหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระ นิวเคลียส และโฟตอน

ในช่วงเวลานี้ โฟตอนถูกกระจัดกระจายโดยอิเล็กตรอนอิสระและโปรตอน

ทำให้โฟตอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและทำให้จักรวาลทึบแสง

ยุค การรวมตัวใหม่เกิดขึ้นตาม มา ในช่วงท้ายของ ยุคโฟตอน

ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดเหตุการณ์สำคัญอีกอย่างหนึ่ง อิเล็กตรอนรวมตัวกับโปรตอนเพื่อ สร้าง

ไฮโดรเจนและ ฮีเลียมที่เป็นกลาง นี่คือการเริ่มต้นของยุคที่สสารมีอิทธิพล เมื่อสิ่งนี้เกิด ขึ้น

จักรวาล ที่เต็มไปด้วยพลาสมา จะค่อยๆ โปร่งใส และเปลี่ยน เป็น อวกาศ ซึ่งเราเรียกว่าท้องฟ้า

เมื่อสิ่งนี้เกิดขึ้น โฟตอนที่ผลิตขึ้นในยุคโฟตอนแต่ ก่อน

หนัาที่ถูกจำกัดด้วยพลาสมาสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระรอบจักรวาลที่โปร่งใส

โฟตอนที่เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระเหล่านี้ถูกสังเกตได้ว่าเป็นแสงที่สว่างมากและก่อให้เกิดรังสีไม

โครเวฟพื้นหลังของจักรวาล

ดวงดาวและกาแล็กซีที่เราเห็นในปัจจุบันนั้นก่อตัวขึ้น จาก อะตอมที่สร้างขึ้น ใน ยุคการรวมตัวใหม่ นับจากนั้นเป็นต้นมา จักรวาลก็ขยายตัวอย่างต่อเนื่องภายหลังจากบิกแบง เมื่อจักรวาลมีอายุ 9,800 ล้านปี พลังงานมืดก็เริ่มเข้ามาครอบงำ ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของยุคที่พลังงานมืดมีอิทธิพลเหนือกว่า ในยุคนี้ จักรวาลยังคงขยายตัวด้วยอัตราเร่ง การขยายตัวที่เร่งขึ้นนี้คือสถานะปัจจุบันของจักรวาล

ii. ชะตากรรมของจักรวาล (บิกแบงอีกแล้ว?)

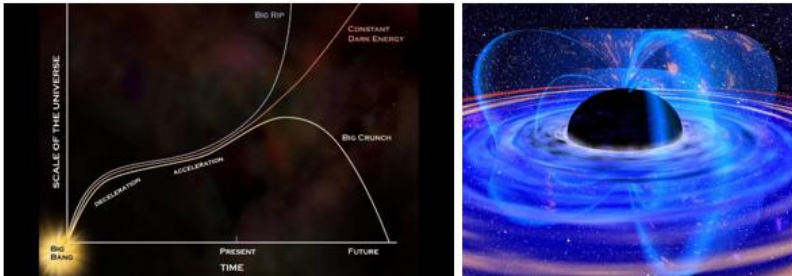
ชะตากรรมของจักรวาลขึ้นอยู่กับความหนาแน่นโดยรวม ตามการวัดจาก WMAP ความหนาแน่นของจักรวาลในปัจจุบันนั้นต่ำกว่าความหนาแน่นวิกฤต (ประมาณ $10^{-29} \text{ g cm}^{-3}$) โดยมีค่าคลาดเคลื่อน 0.5% อย่างไรก็ดีตามความไม่แน่นอนนี้หมายความว่าเราไม่สามารถกำหนด ชะตากรรมขั้นสุดท้ายของจักรวาลได้อย่างชัดเจน จนกว่าจะได้การวัดที่แม่นยำยิ่งขึ้น หากความหนาแน่นของจักรวาลมากกว่าความหนาแน่นวิกฤต แรงโน้มถ่วงจะเอาชนะการขยายตัวในที่สุด ส่งผลให้จักรวาลยุบตัวกลับเข้าไปในตัวเองในเหตุการณ์หายชะที่เรียกว่า บิกครันช์ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของจักรวาลที่ปิด

ในทางกลับกัน หากความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นวิกฤต จักรวาลจะขยายตัวต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุดด้วยอัตราเร่งที่เร็วขึ้น นำไปสู่สถานการณ์ที่เรียกว่า บิกริป ซึ่งก็เป็นลักษณะเฉพาะของจักรวาลเปิด ในกรณีนี้ อุณหภูมิของจักรวาลจะค่อยๆ เย็นลงเมื่อการขยายตัวดำเนินไป และการก่อตัวของดวงดาวจะยุติลงในที่สุดเนื่องจากมวลสารระหว่างดวงดาวซึ่งจำเป็นต่อการสร้างดวงดาวหมดลง เมื่อเวลาผ่านไป จักรวาลจะมีดลและเย็นลงเรื่อยๆ ซึ่งมักเรียกกันว่า "การตายจากความร้อน"

ดาวฤกษ์ที่มีอยู่จะหมดเชื้อเพลิงและหยุดส่องแสง ต่อมาการสลายตัวของโปรตอน จะตามมา ตามที่ทฤษฎี เอกภาพรวม ทำนายไว้ เมื่อจักรวาลมีอายุประมาณ 10^{32} ปี

เมื่ออายุประมาณ 10^{43} ปี หลุมดำจะเริ่มระเหยออกผ่านรังสีฮอว์คิง

เมื่อสสารแบรีออนทั้งหมดสลายตัวและหลุมดำทั้งหมดระเหยไป จักรวาลจะเต็มไปด้วยรังสี
อุณหภูมิของจักรวาลจะเย็นลงจนถึงศูนย์สัมบูรณ์ และทุกสิ่งจะมีคิมีดและว่างเปล่า
คล้ายกับสถานะของจักรวาลที่ผ่านความผันผวนเชิงควอนตัมก่อนบิกแบง



รูปที่ 1.7 ชะตากรรมของจักรวาล และ หลุมดำที่ระเหยไป

ล่าสุดมีการค้นพบโครงสร้างจักรวาลขนาดใหญ่ 2 แห่งที่อยู่ห่างจากโลก 7,000

ล้านปีแสงในทิศทางของกลุ่มดาวหมีใหญ่ โดยส่วนโค้งยักษ์ที่ค้นพบในปี 2022 และ
วงแหวนใหญ่ที่ค้นพบในปี 2024

ท้าทายหลักการจักรวาลวิทยาที่ระบุว่าจักรวาลเป็นเนื้อเดียวกันและไอโซโทรปิกในระดับใหญ่
โครงสร้างจักรวาลขนาดใหญ่เหล่านี้ต้องการคำอธิบายที่เหมาะสม

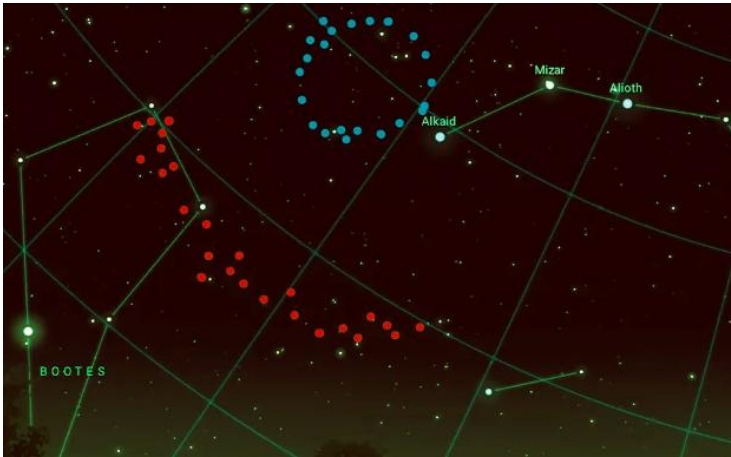
คำอธิบายที่เป็นไปได้ อย่างหนึ่งก็คือ

โครงสร้างเหล่านี้อาจเป็นสตรึงจักรวาลขนาดใหญ่หรือเศษซากจากการระเหยของหลุมดำมวลยว
ยวด (จุดฮอว์คิง) ของฮอว์คิงจากบิกแบงครั้งก่อน

การตีความนี้เกี่ยวข้องกับ Conformal Cyclic Cosmology (CCC) ของ Roger Penrose CCC
เป็นแบบจำลองจักรวาลวิทยาที่อิงตามทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป

ซึ่งจักรวาลขยายตัวตลอดไปจนกระทั่งสสารทั้งหมดสลายตัวและออกจากหลุมดำ ใน CCC
จักรวาลวนเวียนซ้ำแล้วซ้ำเล่าผ่านวัฏจักรที่ไม่มีที่สิ้นสุด

โดยมีบิกแบงใหม่เกิดขึ้นภายในบิกแบงปัจจุบันที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 1.8 วงแหวนใหญ่ (สีน้ำเงิน) และส่วนโค้งใหญ่ (สีแดง)

โดยส่วนตัวแล้ว ฉันพบว่า CCC

น่าสนใจเนื่องจากเสนอแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ต่อปัญหาบางประการในการวิวัฒนาการของกาแล็กซี มีความสัมพันธ์ระหว่างมวลของหลุมดำและการกระจายของความเร็วของดาวฤกษ์ (ความสัมพันธ์ M-sigma) ตามความสัมพันธ์นี้ มวลของหลุมดำมีค่าประมาณ 0.1%

ของมวลของกาแล็กซี เมื่อไม่นานมานี้ จันทราและ JWST ได้ค้นพบกาแล็กซีที่น่าสนใจชื่อว่า UHZ1 โดยอาศัยเลนส์ความโน้มถ่วง UHZ1 อยู่ห่างออกไป 13,200 ล้านปีแสง

ซึ่งมองเห็นได้เมื่อจักรวาลของเรามีอายุเพียง 3% ของอายุปัจจุบัน มวลหลุมดำที่ประมาณไว้ของ UHZ1 พบว่ามีขนาดใหญ่กว่ากาแล็กซีต้นทาง

มวลหลุมดำขนาดใหญ่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีมวลหลุมดำในปัจจุบัน

แต่สามารถอธิบายได้ด้วย CCC ซึ่งจะเข้าใจได้หากหลุมดำใน UHZ1

เป็นหลุมดำที่นำกลับมาใช้ใหม่จากบิกแบงครั้งก่อน และกลายเป็นหลุมดำต้นกำเนิดใน UHZ1 ระหว่างบิกแบงครั้งปัจจุบัน

เราไม่ทราบว่ามีบิกแบงใหม่ เกิดขึ้นได้ อย่างไร ในขณะที่บิกแบงปัจจุบันยังคงขยายตัวอยู่ เราอาจลองใช้แนวคิดของไฮเปอร์สเปซดู ในสถานการณ์นี้

จักรวาลกำลังขยายตัวเป็นอวกาศสามมิติ อย่างไรก็ตาม

ลองจินตนาการว่าจักรวาลสามมิติของเราเป็นพื้นผิวที่ฝังอยู่ในอวกาศมิติที่สูงกว่า (ไฮเปอร์สเปซ) อวกาศมิติที่สูงกว่านี้สามารถเป็นอวกาศสี่มิติ (หรือมากกว่านั้น) โดยที่จักรวาลทั้งหมดของเราเป็นเพียง 'ชิ้นส่วน' หรือ 'เบรน'

ในขณะที่จักรวาลของเรายังคงขยายตัวขึ้นเรื่อยๆ

ในที่สุดจักรวาลก็อาจบรรจบกันที่จุดเดียวในไฮเปอร์สเปซมิติที่สูงขึ้นนี้ คล้ายกับพื้นผิวสองมิติที่สามารถโค้งงอและบรรจบกันได้ที่จุดหนึ่งในอวกาศสามมิติ จุดนี้ในไฮเปอร์สเปซอาจเปรียบได้กับคอขวดไคลน์ ซึ่งเป็นรูปร่างมิติที่สูงขึ้น โดยพื้นผิวจะวนกลับมาที่ตัวเอง

เมื่อการขยายตัวของจักรวาลในอวกาศสามมิติบรรจบกันที่จุดเอกพจน์นี้ในไฮเปอร์สเปซ อาจสร้างเงื่อนไขที่ความหนาแน่นของพลังงานจะสูงมาก

หากจุดเอกพจน์นี้ในไฮเปอร์สเปซไม่สามารถ

รองรับพลังงานมหาศาลและพลังงานสุญญากาศที่ไหลเข้ามาจากจักรวาลที่กำลังขยายตัวในปัจจุบัน อาจส่งผลให้เกิดการระเบิด

การระเบิดครั้งนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของบิกแบงครั้งใหม่ซึ่งจะสร้างจักรวาลใหม่

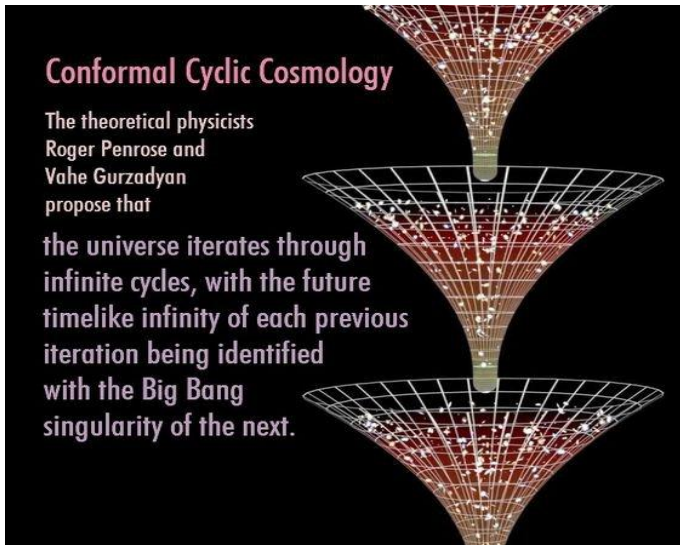
ด้วยวิธีนี้

จักรวาลบิกแบงในปัจจุบันที่กำลังขยายตัวอย่างต่อเนื่องอาจนำไปสู่การสร้างจักรวาลใหม่ภายในกรอบไฮเปอร์สเปซ

โดยการบรรจบกันที่จุดเดียวทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างวัฏจักรของ CCC

การบรรจบกันในมิติที่สูงขึ้นนี้ให้กลไกสำหรับวัฏจักรต่อเนื่องของบิกแบงในขณะที่จักรวาลในปัจจุบันยังคงขยายตัว

และพลังงานของจักรวาลที่กำลังขยายตัวนี้อาจมีส่วนสนับสนุนพลังงานมืดที่ขับเคลื่อนการเร่งความเร็วของจักรวาลนี้ด้วย



รูปที่ 1.9 จักรวาลวิทยาแบบวงจรคอนฟอร์มัล

iii . การสร้างจักรวาลใน พระคัมภีร์

ในส่วนนี้

ฉันจะสำรวจการสร้างจักรวาลตามที่อธิบายไว้ในพระคัมภีร์จากมุมมองทางดาราศาสตร์ โดยตรวจสอบว่า

เรื่องราวในพระคัมภีร์อาจสอดคล้องกับความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ได้อย่างไร

การวิเคราะห์นี้จะเจาะลึกถึงความคล้ายคลึงที่เป็นไปได้ระหว่างเรื่องราวในพระคัมภีร์และการสังเกตทางดาราศาสตร์ แม้ว่าแนวทางนี้จะให้มุมมองที่น่าสนใจ

แต่สิ่งสำคัญคือต้องตระหนักว่ามีวิธีอื่นๆ ในการตีความเรื่องราวการสร้างจักรวาลในพระคัมภีร์

การตีความเหล่านี้อาจแตกต่างกันไปตามบริบททางเทววิทยา ปรัชญา และวัฒนธรรม

โดยแต่ละวิธีให้ข้อมูลเชิงลึกที่ไม่เหมือนใครเกี่ยวกับเรื่องราวอันลึกลับเกี่ยวกับต้นกำเนิดของจักรวาล

ก) พระเจ้าทรงประกาศการสร้างจักรวาล

การสร้างจักรวาลมีอธิบายไว้ในปฐมกาล ซึ่งเป็นหนังสือเล่มแรกของพระคัมภีร์

“ ในปฐมกาลพระเจ้าทรงสร้างสวรรค์และโลก ” (ปฐมกาล 1:1)

บทนี้เป็นการแนะนำการสร้างสรรคของพระเจ้า

โดยยืนยันว่าพระองค์เป็นผู้เริ่มทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่ วลีที่ว่า “สวรรค์และโลก”

ครอบคลุมการสร้างสรรคทั้งหมด ซึ่งบ่งบอกถึงความสมบูรณ์ของจักรวาล

“แผ่นดินโลกนั้นไม่มีรูปร่างและว่างเปล่า และความมืดปกคลุมอยู่เหนือน้ำลึก
และพระวิญญาณของพระเจ้าก็ปกคลุมอยู่น้ำ” (ปฐมกาล 1:2)

คำว่า “โลก” ในที่นี้หมายถึงการสร้างสรรคทางกายภาพ (กล่าวคือ สสารแบรีออน)
ที่พระเจ้าจะทรงสร้างในภายหลัง วลีที่ว่า “โลกไม่มีรูปร่าง”

สามารถตีความได้ว่าเป็นการบรรยายถึงสภาพดั้งเดิมของความว่างเปล่า

ซึ่งยังไม่มีการสร้างสิ่งใดขึ้นมา คำว่า “ว่างเปล่า” หมายถึงพื้นที่ว่างเปล่า

และหากไม่มีสิ่งใดอยู่ในพื้นที่นั้น ก็สามารถเรียกได้อย่างถูกต้องว่าเป็นสุญญากาศ ดังนั้น

วลีที่ว่า “โลกไม่มีรูปร่างและว่างเปล่า” แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่แรกเริ่ม

จักรวาลมีอยู่เป็นสุญญากาศ ซึ่งเป็นสภาพเริ่มต้นของความว่างเปล่า วลี ถัดมาคือ

“ความมืดมิดอยู่เหนือผิวน้ำ” มีความหมายที่ลึกซึ้ง “ความมืด” คือ חֹשֶׁךְ (choshhek) ใน ภาษา

ฮีบรู และหมายความตามตัวอักษรว่า ความมืดมิดโดยสิ้นเชิงโดยไม่มีแสงใดๆ “ลึก” คือ

תְּהוֹם (tehom) ในภาษาฮีบรู และมาจาก คำว่า הֵוֶם (hom) แปลว่า ' ความวุ่นวาย ' หรือ '

ความปั่นป่วน ' ดังนั้น “ โลกนั้นไร้รูปร่างและว่างเปล่า

และความมืดมิดปกคลุมพื้นผิวของห้วงลึก”

สามารถตีความได้ว่าเป็นการอธิบายถึงจุดกำเนิดของจักรวาลจากสุญญากาศในสภาวะแห่งความ
มืดมิดและความผันผวน

การตีความนี้สอดคล้องอย่างใกล้ชิดกับสภาพของจักรวาลในช่วงแรกเริ่ม—ก่อนบิกแบง—

เมื่อมันมีอยู่เป็นสุญญากาศที่อยู่ภายใต้ ความผันผวน ของควอนตัม

ข) การสร้างแสงสว่าง

เหตุการณ์ หลัก ใน วัน แรกของการสร้างสรรค์คือการสร้างแสงสว่าง

“พระเจ้าตรัสว่า ‘จงมีความสว่าง’ และความสว่างก็เกิดขึ้น ” (ปฐมกาล 1:3)

ข้อพระคัมภีร์กล่าวว่าพระเจ้าเริ่มต้นการสร้างจักรวาลด้วยการสร้างแสง ในทำนองเดียวกัน บิ๊กแบงเริ่มต้นด้วยยุคที่รวดเร็วหลายยุค ซึ่งทั้งหมดกินเวลาไม่ถึงหนึ่งวินาที นำไปสู่การสร้างแสง (โฟตอน) ในยุคโฟตอน การสร้างแสงในปฐมกาล 1:3 สอดคล้องอย่างน่าทึ่งกับการสร้างแสงในยุคโฟตอน ซึ่งเชื่อมโยงเรื่องราวในพระคัมภีร์กับช่วงเวลาสำคัญในยุคแรกนี้ ได้อย่างทรงพลัง

ค) การสร้างท้องฟ้า

เหตุการณ์ หลัก ใน วัน ที่ สอง ของการสร้างสรรค์คือ การ สร้าง ท้องฟ้า

“และพระเจ้าทรง สร้าง ห้องนิรภัยและ ... พระเจ้าทรง เรียก ห้องนิรภัย ท้องฟ้า ... ”

(ปฐมกาล 1:7 , 8)

การสร้างท้องฟ้าตามที่อธิบายไว้ในปฐมกาลสามารถเชื่อมโยงกับยุคการรวมตัวกันใหม่ในจักรวาลวิทยาบิ๊กแบงได้ ก่อนยุคนี้ จักรวาลที่บวมโตเต็มไปดด้วยพลาสมาอิเล็กตรอน นิวตรอน โปรตอน และโฟตอนที่มีความหนาแน่นและร้อน พลาสมานี้ทำให้โฟตอนกระจัดกระจาย ทำให้โฟตอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และทำให้จักรวาลที่บวมโตต้องใส ในช่วงเวลานี้ จักรวาลกว้างประมาณ 10 ปีแสง ซึ่งหมายความว่าไม่มีพื้นที่ว่างสำหรับ "ท้องฟ้า" ที่มองเห็นได้อย่างไรก็ตาม ในยุคการรวมตัวกันใหม่ จักรวาลเย็นตัวลงอย่างเพียงพอเพื่อให้อิเล็กตรอนและ โปรตอนรวมตัวกันและสร้างอะตอมไฮโดรเจนที่เป็นกลาง กระบวนการนี้ทำให้พลาสมาโปร่งใส ทำให้จักรวาลโปร่งใสและทำให้โฟตอนเดินทางผ่านอวกาศได้อย่างอิสระ เป็นผลให้เกิดท้องฟ้าที่กว้างใหญ่และ โปร่งใส ซึ่งเราเรียกว่าท้องฟ้าที่มองเห็นได้

โดยมีรัศมีประมาณ 42 ล้านปีแสง ดังนั้น การสร้างห้องฟ้าในปฐมกาล 1:7-8 จึง สามารถ
ตีความได้ว่าเป็นการอ้างอิงถึงเหตุการณ์สำคัญในประวัติศาสตร์จักรวาลนี้

ตารางต่อไปนี้สรุปเรื่องราวการสร้างจักรวาลตามทฤษฎีบิกแบงในพระคัมภีร์และตามทฤษฎีบิกแบง
โดยดาราศาสตร์ การเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าเรื่องราวการสร้างจักรวาล
ในหนังสือปฐมกาลสอดคล้องกับข้อเท็จจริงทางดาราศาสตร์ในระดับที่น่าทึ่ง
ซึ่งยืนยันว่าพระเจ้าทรงเปิดเผยความจริงเหล่านี้ผ่านพระคัมภีร์มาแล้วนานก่อนที่วิทยาศาสตร์จะ
ค้นพบ

ปฐมกาล	ดาราศาสตร์
ความผันผวนของสุญญากาศ (ปฐมกาล 1:2 – ก่อนการสร้างสวรรค์)	ความผันผวนของสุญญากาศ (ก่อนบิกแบง)
การสร้างแสงสว่าง (ปฐมกาล 1:3 – วันสร้างสวรรค์ที่ 1)	การสร้างแสงสว่าง (ยุคโฟตอน)
การสร้างท้องฟ้า (ปฐมกาล 1:7-8 – วันสร้างสวรรค์ที่ 2)	การสร้างท้องฟ้า (ยุคแห่งการรวมตัวกันใหม่)

ตารางที่ 1.1 การเปรียบเทียบการสร้างสวรรค์โลกในปฐมกาลกับดาราศาสตร์

ค. อะไร ถูกสร้างขึ้นก่อน โลก หรือ ดวงอาทิตย์ ?

เหตุการณ์สำคัญในวันที่สามของการสร้างสวรรค์โลกในปฐมกาลคือการสร้างแผ่นดินและทะเล ซึ่งอาจเข้าใจได้ว่าเป็นช่วงเวลาของโลกถูกสร้างขึ้น

กระบวนการรวบรวมน้ำและเผยให้เห็นแผ่นดินบ่งบอกถึงการพัฒนาพื้นผิวโลกและลักษณะทางภูมิศาสตร์ เหตุการณ์สำคัญใน วันที่สี่ในปฐมกาลคือการสร้างดวงอาทิตย์ ดังนั้น
โลกจึงถูกสร้างขึ้นก่อนดวงอาทิตย์ น่าสนใจที่จะตรวจสอบว่า เรื่องราวใน พระ คัมภีร์
สอดคล้องกับการสังเกตทางดาราศาสตร์หรือไม่ มาสำรวจกัน

ดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ก่อตัวขึ้นจาก เมฆ โมเลกุล เมฆโมเลกุลประกอบด้วย ก๊าซ
ประมาณ 98% (ไฮโดรเจน ประมาณ 70% และ ฮีเลียม 28 %) และ 2% ฝุ่น (คาร์บอน
ใน โดรนเจน ออกซิเจน เหล็ก ฯลฯ) ดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่ และดาวเคราะห์ใน กลุ่มดาวพญานาค

ประกอบด้วยก๊าซ และดาวเคราะห์ที่เป็นหินส่วนใหญ่ ประกอบด้วย ฝุ่น ดาวเคราะห์ ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ เกิดขึ้นเมื่อกกลุ่มเมฆ โมเลกุล ยุบตัวลงภายใต้แรงโน้มถ่วงของตัวเอง

ในระหว่างกระบวนการนี้

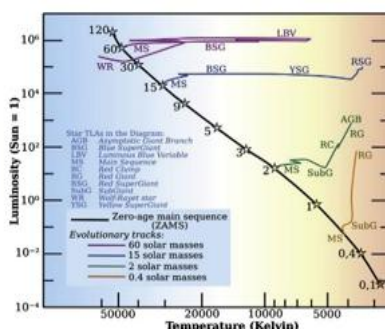
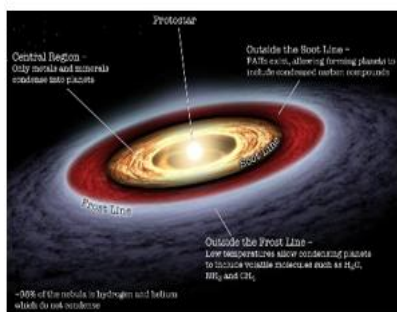
วัสดุที่เหลือจากกลุ่มเมฆโมเลกุลจะก่อตัวเป็นจานหมุนที่เรียกว่าจานดาวเคราะห์ก่อนเกิด ซึ่งเป็นบริเวณที่ดาวเคราะห์ก่อตัวขึ้นในที่สุด

การยุบตัวเนื่องจากแรงโน้มถ่วงทำให้เกิดความร้อนและการบีบอัดที่แกนกลาง

ส่งผลให้เกิดดาวเคราะห์ก่อนเกิดดาวฤกษ์ ในขณะที่จานหมุนที่อยู่รอบๆ

จะเป็นสภาพแวดล้อมสำหรับการก่อตัวและวิวัฒนาการของวัตถุท้องฟ้า

ในขณะที่ดาวฤกษ์แรกเริ่มหดตัวลงเรื่อยๆ มันจะกลายเป็นดาวฤกษ์ก่อนลำดับหลัก และเดินทางตามเส้นทางวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ที่เรียกว่าเส้นทางสายชีวิต (สำหรับดาวมวลน้อย) และเส้นทางเฮนเนย์ (สำหรับดาวมวลมาก) ในแผนภาพแฮร์ตสปรัง-รัสเซลล์ (แผนภาพ HR) ลำดับ หลัก ดาวฤกษ์สามารถสังเกตได้ว่าเป็นดาวฤกษ์ T Tauri หากมีมวลน้อยกว่า 2 มวลดวงอาทิตย์ และจะสังเกตได้ว่าเป็นดาวฤกษ์ Herbig Ae/Be หากมีมวลมากกว่า 2 มวลดวงอาทิตย์ ลำดับ หลัก ดาวจะหดตัวต่อไปจนกว่าอุณหภูมิภายในจะสูงขึ้นถึง 10 ถึง 20 ล้านองศา ณ จุดนี้ ลำดับ p หลัก ดาวฤกษ์เริ่มปฏิกิริยาฟิวชันนิวเคลียร์ไฮโดรเจนและกลายเป็นดาวฤกษ์จริงบนท้องฟ้า ดาวฤกษ์ในระยะนี้เรียกว่า ดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลัก



รูปที่ 1.10 ดิสก์ดาวเคราะห์น้อยและดาวเคราะห์น้อย และ แผนภาพ HR

ตามทฤษฎีวิวัฒนาการของดวงดาวและการศึกษาด้านเฮลิโอซีสโมโลยี ดวงอาทิตย์ยังคงอยู่ใน ลำดับ เบส หลัก มีอายุ ประมาณ 40 ถึง 50 ล้านปีจึงกลายมาเป็นลำดับหลัก ดาว.

ขณะที่ดาวฤกษ์กำลังก่อตัวที่ใจกลาง ดาวเคราะห์ก็กำลังก่อตัวในจานดาวเคราะห์น้อย การชนกันของอนุภาคฝุ่นและก๊าซทำให้เกิดก้อนกรวด ก้อนกรวดเติบโตเป็นหิน และหินพัฒนาเป็นดาวเคราะห์ น้อย ดาวเคราะห์ น้อย เหล่านี้ คือส่วนประกอบของดาวเคราะห์ เมื่อไม่นานมานี้เองที่รายละเอียดของกระบวนการก่อตัวของดาวเคราะห์ในจานดาวเคราะห์ น้อยได้รับการศึกษาอย่างจริงจัง

การศึกษาคาดการณ์ว่าจะใช้เวลาหลายล้านปีในการก่อตัวของดาวเคราะห์ขนาดเท่าโลกจากก้อนกรวดขนาด 1 มม. การคาดการณ์นี้สามารถทดสอบได้ด้วยการสังเกตจริง

รวมถึงภาพถ่ายขนาดยักษ์มิลลิเมตรของ ALMA ของดาว T Tauri HL Tau และ PDS 70

มวล ของ HL Tau อยู่ที่ประมาณสองมวลดวงอาทิตย์ และมีอายุประมาณหนึ่งล้านปี ภาพดังกล่าวเผยให้เห็นว่ามีดาวเคราะห์หลายดวงก่อตัวขึ้นแล้วและ โคจรรอบดาวฤกษ์ในลำดับ ก่อนหลักที่อยู่ตรงกลาง ซึ่งบ่งชี้ได้จากช่องว่างในจานดาวเคราะห์ก่อนเกิด มวลของ PDS 70 อยู่ที่ประมาณ 0.76 มวลดวงอาทิตย์ และ มีอายุ ประมาณ 5.4 ล้านปี

ดาวเคราะห์นอกระบบสองดวงคือ PDS 70b และ PDS 70c ถูกถ่ายภาพโดยตรงด้วย VLT ของ ESO ในปี 2023 การสังเกตการณ์ด้วยสเปกโทรสโคปีของกล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์ เวบบ์ ตรวจพบน้ำในบริเวณที่ดาวเคราะห์หินก่อตัวในจานดาวเคราะห์ก่อนเกิด และชี้ให้เห็นว่ามีดาวเคราะห์หินสองดวงหรือมากกว่านั้นก่อตัวอยู่ใน

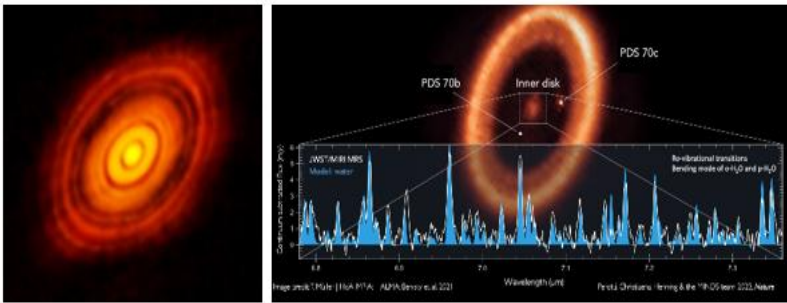
สิ่งสำคัญที่ต้องสังเกตคือ กลุ่มก๊าซและฝุ่นที่เห็นใน HL Tau

นั้นถูกกำจัดออกไปเป็นส่วนใหญ่ใน PDS 70 และดาวเคราะห์โลกที่มีน้ำก็ ได้ก่อตัวขึ้นที่ใจกลาง

ดาวเคราะห์หินใช้เวลา 5.4 ล้านปีในการสร้างตัว แต่ถึงแม้จะใช้เวลา 10 ล้านปี ก็ยังน้อยกว่าดวงอาทิตย์มากที่ใช้เวลา 40 ล้านถึง 50

ล้านปีในการเป็นดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลัก

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโลกถูกสร้างขึ้นก่อนดวงอาทิตย์ตามที่กล่าวไว้ในหนังสือปฐมกาล และสอดคล้องกับการสังเกตทางดาราศาสตร์



รูปที่ 1.11 HL Tau และ PDS 70

เหตุการณ์สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่พระเจ้ากระทำในวันที่สามคือการสร้างพืชและต้นไม้ ผู้ไม่เชื่อในพระเจ้าและนักวิวัฒนาการมักถามว่าพืชและต้นไม้เหล่านี้จะสามารถอยู่รอดได้อย่างไร หากดวงอาทิตย์ถูกสร้างขึ้นในวันที่สี่

คำถามนี้สามารถตอบได้ในบริบทของทฤษฎีวิวัฒนาการของดวงดาว เมื่อโลกก่อตัวขึ้น ดวงอาทิตย์ยังคงอยู่ในระยะดาวฤกษ์ T Tauri แม้ว่าดาวฤกษ์ T Tauri

จะไม่ใช่ดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลัก แต่ก็มีความหนาแน่นผิวอยู่ระหว่าง 4,000 ถึง 5,000 เคลวิน การแผ่รังสีของวัตถุที่อุณหภูมิดังกล่าวจะถึงจุดสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ นอกจากนี้ ขนาดของดวงอาทิตย์ในฐานะดาวฤกษ์ T Tauri

มีขนาดใหญ่กว่าขนาดปัจจุบันหลายเท่า ดังนั้น

จึงสามารถให้พลังงานเพียงพอในช่วงความยาวคลื่นที่มองเห็นได้เพื่อให้พืชและต้นไม้สามารถสังเคราะห์แสงได้

ง. โลก อายุ 6,000 ปี มีอายุ เท่าไหร่ หรือไม่ ?

'การ สร้าง โลก เมื่อ อายุ น้อย' เป็นความเชื่อที่ว่าโลกและจักรวาลมีอายุค่อนข้างน้อย โดยทั่วไปมีอายุประมาณ 6,000 ถึง 10,000 ปี

โดยอิงตามการตีความตามตัวอักษรของเรื่องราวการสร้างโลกในพระคัมภีร์ในปฐมกาล

ผู้ที่เชื่อว่าโลกมีอายุน้อย เชื่อว่าโลกถูกสร้างขึ้นใน 6 วันซึ่งมี 24 ชั่วโมง

และปฏิเสธฉันทามติทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่จำนวนมากเกี่ยวกับอายุของโลกและจักรวาล

หลักฐาน ทาง วิทยาศาสตร์ มากมายจากหลายสาขา รวมทั้งธรณีวิทยา คาราศาสตร์ และฟิสิกส์ ระบุว่าโลกมีอายุประมาณ 4,600 ล้าน ปี และจักรวาลมีอายุประมาณ 13,800 ล้านปี แม้ว่า จากหลักฐาน ที่เพียงพอ นี้ ผู้ที่เชื่อในทฤษฎีการสร้างโลกเมื่อยังอายุน้อยไม่เห็นด้วย สถานการณ์นี้ชวนให้นึกถึงการถกเถียงระหว่างโมเดลที่เน้นโลกเป็นศูนย์กลางและเน้นดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางในสมัยของกาลิเลโอ กาลิเลอี

ก่อนที่จะเจาะลึกเข้าไปในหัวข้อสนทนาหลัก

มาพิจารณาตัวอย่างบางส่วนที่ช่วยให้เข้าใจได้ง่ายว่าโลกและจักรวาลมีอายุอย่างน้อยหลายล้าน ปี

เปลือกโลกประกอบด้วยแผ่นเปลือกโลกที่เคลื่อนที่ช้าๆ ทำให้เกิดแผ่นดินไหว ไม่มีใครปฏิเสธข้อเท็จจริงนี้ได้

จุดร้อนคือจุดที่แมกมาไหลออกมาจากส่วนลึกของชั้นเนื้อโลกใต้เปลือกโลก โดยมีจุดศูนย์กลางคงที่ เมื่อแมกมาไหลออกมาที่เปลือกโลกและเย็นตัวลง ก็จะเกิดแผ่นดินขึ้น หมู่เกาะฮาวายเป็นตัวอย่างที่ดีของกระบวนการนี้ บนเกาะใหญ่ฮาวาย ภูเขาเวอายังคงเป็นภูเขาไฟที่ยังคุกรุ่นอยู่ และเมื่อแมกมาที่ปะทุขึ้นเย็นตัวลงในน้ำทะเล ก็จะเกิดแผ่นดินใหม่ขึ้น

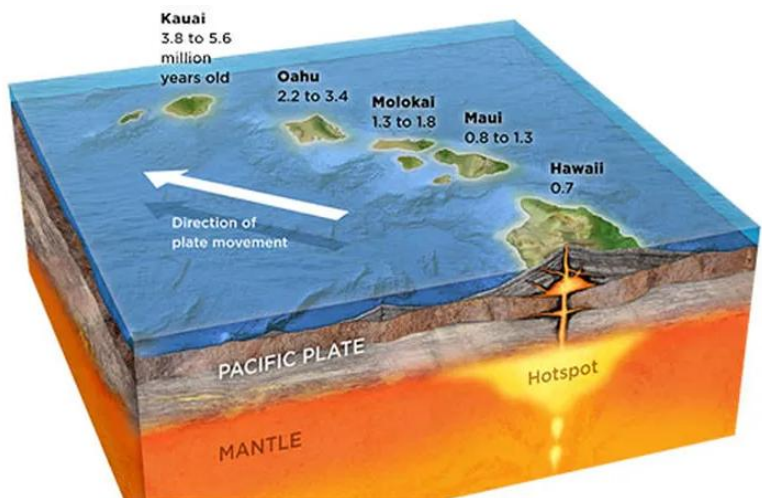
แผ่นดินที่เพิ่งก่อตัวขึ้นจะเคลื่อนตัวไปทางตะวันตกเฉียงเหนือด้วยอัตราประมาณ 7-10 ซม. ต่อปีอันเนื่องมาจากแผ่นเปลือกโลก และกระบวนการนี้ได้สร้างเกาะต่างๆ ของฮาวายขึ้น ซึ่งยังคงเกิดขึ้นอยู่จนถึงทุกวันนี้ และเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่อาจปฏิเสธได้

หากพิจารณาจากความเร็วของการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก

อายุของหมู่เกาะฮาวายโดยประมาณมีดังนี้ เกาะใหญ่มีอายุ 400,000 ปี เกาะเมาอีมีอายุ 1 ล้านปี เกาะโมโลไคมีอายุ 1.5-2 ล้านปี เกาะโออาฮู (ซึ่งเป็นที่ตั้งของเกาะไวทีกิ) มีอายุ 3-4 ล้านปี และเกาะคาไวมีอายุประมาณ 5 ล้านปี ในเกาะใหญ่

จะเห็นได้ว่าพื้นดินส่วนใหญ่ยังคงปกคลุมไปด้วยดินภูเขาไฟสีดำ ซึ่งบ่งชี้ถึงการผุกร่อนเพียงเล็กน้อย ในทางตรงกันข้าม เกาะคาไวได้รับการผุกร่อนอย่างมาก ทำให้พืชพรรณเจริญเติบโตได้ดี จึงได้รับฉายาว่า "เกาะสวน"

ตัวอย่างนี้ให้หลักฐานโดยตรงว่าโลกมีอายุอย่างน้อยหลายล้านปี



มะเคือ. 1. 1 2. ประวัติศาสตร์ทางธรณีวิทยาของหมู่เกาะฮาวาย

หากจะเข้าใจโดยตรงว่าจักรวาลมีอายุอย่างน้อยหลายล้านปี

เราก็ต้องยอมรับว่าแสงเดินทางด้วยความเร็ว 300,000 กม. ต่อวินาที ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลก 150 ล้านกม. ดังนั้นแสงอาทิตย์ที่เราได้รับในขณะนี้เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์เมื่อ 8.3 นาทีที่แล้ว ดวงอาทิตย์มี ขนาดใหญ่กว่าดวงจันทร์ประมาณ 400 เท่า แต่เนื่องจากอยู่ไกลกว่ามาก จึงดูเหมือนว่าดวงอาทิตย์จะมีขนาดเท่ากับดวงจันทร์บนท้องฟ้า ไม่มีใครปฏิเสธเรื่องนี้ได้ กาแล็กซีแอนดรอเมดามีขนาดใกล้เคียงกับทางช้างเผือกของเรา แต่ห่างออกไป 2.5 ล้านปีแสง ทำให้ดูเหมือนว่ามีขนาดใหญ่กว่า ดวงจันทร์ประมาณ 4 เท่า

ความจริงที่ว่าเราสามารถมองเห็นกาแล็กซีแอนดรอเมดาได้

หมายความว่าแสงที่เรากำลังสังเกตเห็นถูกสร้างขึ้นในกาแล็กซีแอนดรอเมดาเมื่อ 2.5 ล้านปีที่แล้วและเพิ่งมาถึงเราในตอนนี้ หากคุณเคยเห็นกาแล็กซีแอนดรอเมดาแล้ว คุณก็ปฏิเสธข้อเท็จจริงนี้ไม่ได้

นี่เป็นหลักฐาน โดยตรงที่แสดงว่าจักรวาลมีอายุอย่างน้อยหลายล้านปี

แม้จะมีข้อเท็จจริงดังกล่าว แต่หากเรายังคงยืนยันว่าโลกมีอายุ 6,000 ปี

โลกก็อาจกลายเป็นอุปสรรคมากกว่าที่จะช่วยเผยแพร่วาทะกิตติคุณ

ซึ่งอาจทำให้ผู้คนจำนวนมากห่างเหินจากพระกิตติคุณ ดังนั้น

แทนที่จะสนับสนุนแนวคิดการสร้างโลกเมื่ออายุน้อย

อาจจะสมเหตุสมผลมากกว่าที่จะอ่านปฐมกาลในพระคัมภีร์อย่างละเอียดและพยายามหาทางแก้ไข

สำหรับมนุษย์ เวลาจะไหลจากปัจจุบันไปสู่อนาคตเสมอ และไม่เคยไหลย้อนกลับ

เราให้คำจำกัดความ 1 วันว่าเท่ากับ 24 ชั่วโมง แต่ถ้าเราถูกสร้างขึ้นบนดาวดวงอื่น 1

วันก็จะไม่ใช่ 24 ชั่วโมง ตัวอย่างเช่น ถ้าเราถูกสร้างขึ้นบนดาวศุกร์ 1 วันก็จะเท่ากับ 243

วันบนโลก และบนดาวพฤหัสบดี 1 วันก็จะเท่ากับ 10 ชั่วโมงบนโลก ดังนั้น

เว้นแต่เราจะเปลี่ยนคำจำกัดความและการรับรู้ของเราเกี่ยวกับเวลาจากมุมมองที่โลกเป็นศูนย์กลาง

าง การจะแก้ไขปัญหานี้ก็คงเป็นเรื่องยาก มหาหรือกันต่อโดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงเหล่านี้

ฉันทัน. วันในปฐมกาล

ก่อนอื่นเรามาดูอายุของจักรวาลโดยอ้างอิงจากบันทึกในปฐมกาล

ตามบันทึกปฐมกาล พระเจ้าทรงสร้างจักรวาลและทุกสิ่งทุกอย่างในนั้นเป็นเวลาหกวัน เวลา

ที่ผ่านไปตั้งแต่อาดัมถึงโนอาห์สามารถประมาณได้จากบันทึกลำดับวงศ์ตระกูลในปฐมกาล

5:3–32 น้ำท่วมโลกของโนอาห์เกิดขึ้นเมื่อโนอาห์อายุ 600 ปี

และจำนวนปีทั้งหมดตั้งแต่อาดัมถึงน้ำท่วมโลกคือ 1,656 ปี

เราไม่ทราบว่าน้ำท่วมโลกของโนอาห์เกิดขึ้นเมื่อใด

นักวิชาการด้านพระคัมภีร์และนักประวัติศาสตร์บางคนพยายามหาอายุของน้ำท่วมโลกโดยใช้

ลำดับวงศ์ตระกูลในพระคัมภีร์ โดยประมาณว่าเกิดขึ้นประมาณ 2,300–2,400 ปีก่อนคริสตกาล

ดังนั้น ตามการตีความนี้ อายุของจักรวาลคือ 7 วัน + 1,656 ปี + 4,400 ปี = 6,056 ปี

นี่คือพื้นฐานทางทฤษฎีของคำกล่าวอ้างของผู้ที่เชื่อว่าโลกมีอายุน้อยว่าโลกมีอายุ 6,000 ปี

เพื่อ แก้ ปัญหาเรื่องวัน-อายุ เรามา ดูที่หนังสือปฐมกาล กันอีกครั้ง

แม้ว่าจะดูเหมือนไม่มีปัญหาใดๆ กับบันทึกลำดับวงศ์ตระกูลในหนังสือปฐมกาล

แต่ก็อาจมีการถกเถียงกันเกี่ยวกับปีที่น้ำท่วมโลกของโนอาห์ที่แน่นอน อย่างไรก็ตาม

ไม่ว่าน้ำท่วมโลกของโนอาห์จะเกิดขึ้นเมื่อ 4,400 ปีก่อนหรือ 44,000 ปีก่อนก็ตาม

ก็ไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่ออายุของจักรวาลตามที่เข้าใจกันในบริบททางวิทยาศาสตร์
ที่ 13,800 ล้านปี ดังนั้น ฤกษ์สำคัญในการแก้ปัญหาเรื่องวัน-อาอยู่อยู่ที่ไหน

บางทีคุณอาจสังเกตเห็นแล้วว่าฤกษ์สำคัญอยู่ที่การตีความเจ็ดวันแรกของการสร้างสรรค์

เหตุผลนั้นง่ายมาก นั่นคือ

วันหนึ่งถูกกำหนดให้เป็นช่วงเวลาการหมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์ที่เราอาศัยอยู่

เพื่อจะกำหนดวัน จะต้องมีความอาทิตย์และโลกอยู่ก่อนแล้ว อย่างไรก็ตาม หนังสือปฐมกาล

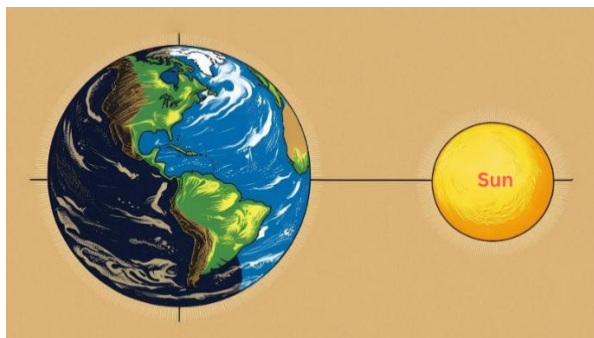
บันทึกไว้ว่า โลกถูกสร้างขึ้นในวันที่สาม และดวงอาทิตย์ในวันที่สี่ แต่พระเจ้าใช้คำว่า "วัน"

และ "คืน" ก่อนที่พวกมันจะถูกสร้างขึ้นเสียอีก นั่นหมายความว่า "วัน"

ในหนังสือปฐมกาล ไม่ได้หมายถึงวันที่มี 24 ชั่วโมงตามที่เรากำหนดไว้แต่เป็น "วัน"

ตามที่พระเจ้าได้ให้คำจำกัดความไว้ ความเข้าใจผิดของผู้ที่เชื่อในพระเจ้าใน ยุคเยเรมีย์ว่าโลกมี 24

ชั่วโมงตามตัวอักษร ซึ่งทำให้การตีความคำว่า "วัน" ในหนังสือปฐมกาล ผิดไป



รูปที่ 1.13 การจะกำหนดวันได้ จะต้องมีความอาทิตย์อยู่ก่อน

หากวันในปฐมกาลไม่ใช่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงตามที่มนุษย์กำหนดไว้ คุณอาจสงสัย

ว่า "วันในปฐมกาลยาวนานเท่าใดเมื่อเทียบกับวันของมนุษย์?" แม้ว่าเราจะไม่ทราบคำตอบที่แน่ชัด

แต่เราสามารถประมาณระยะเวลาโดยประมาณได้โดยเปรียบเทียบเหตุการณ์การสร้างสวรรค์ที่

บรรยายไว้ในปฐมกาลกับเหตุการณ์บิกแบง

เหตุการณ์หลักในวันแรกของการสร้างโลกคือการสร้างแสง

ยุคโฟตอนในบิกแบงสอดคล้องกับเหตุการณ์นี้ โดยมนุษย์ใช้เวลา 380,000 ปีในวันที่หนึ่ง

เหตุการณ์หลักในวันที่สองของการสร้างโลกคือการสร้างท้องฟ้า
 ยุคการรวมตัวกันใหม่สอดคล้องกับเหตุการณ์นี้ โดยมนุษย์ใช้เวลา 100,000 ปีในวันที่สอง
 เหตุการณ์หลักในวันที่สามคือการสร้างโลก ดังที่เราได้เห็นในหัวข้อก่อนหน้านี้
 โลกใช้เวลาประมาณ 10 ล้านปีในการก่อตัว ดังนั้นวันที่สามของการสร้างโลกจึงยาวนานกว่า
 10 ล้านปี ในทำนองเดียวกัน เหตุการณ์หลักในวันที่สี่คือการสร้างดวงอาทิตย์
 เนื่องจากดวงอาทิตย์ใช้เวลาประมาณ 40 ถึง 50 ล้านปีในการก่อตัว
 ดังนั้นวันที่สี่ของการสร้างโลกจึงยาวนานกว่า 40 ล้านปี ตารางต่อไปนี้สรุปผลลัพธ์ข้างต้น

วันแห่งการสร้างสร รค์	เหตุการณ์ในปฐมภ ว	เหตุการณ์ทางดาราศาสตร์	มนุษย์ เวลา
วันที่ 1	การสร้างแสงสว่าง	การสร้างแสงในยุคโฟตอน	380,000 ปี
วันที่ 2	การสร้างท้องฟ้า	การสร้างท้องฟ้าในยุคการรวมตัวใหม่	100,000 ปี
วันที่ 3	การสร้างโลก	การสร้างโลก	> 10 ล้าน ปี
วันที่ 4	การสร้างดวงอาทิตย์	การสร้างดวงอาทิตย์	> 40 ล้าน ปี

ตาราง 1.2 วันแห่งการสร้างสรรคในปฐมกาลที่ดีความตามกาลเวลาของมนุษย์

ตรงนี้ เราสังเกตเห็นข้อเท็จจริงที่ไม่คาดคิดเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องเวลาตามที่พระเจ้าใช้
 วันในบันทึกการสร้างโลกนั้นยาวนานกว่ามากเมื่อเทียบกับ 24 ชั่วโมงในหนึ่งวันของมนุษย์
 ยิ่งไปกว่านั้น เวลาของพระเจ้าไม่ได้ถูกกำหนดตายตัว แต่แปรผัน
 ตั้งแต่หลายแสนปีไปจนถึงมากกว่า 40 ล้านปี เราจะเข้าใจเรื่องนี้ได้อย่างไร? ในบางแง่มุม
 นี่อาจไม่ใช่ผลลัพธ์ที่น่าประหลาดใจ แต่เป็นผลลัพธ์ที่คาดการณ์ไว้

ii. ผู้สร้างกาลเวลา

วัน ' ที่ใช้ใน ปฐมกาล คือ yom (יוֹם) ในภาษาฮีบรู Yom สามารถตีความได้ หลายวิธี

รวมถึงวิธีหนึ่ง ที่หมายถึง อายุหรือช่วงเวลาที่ยาวนาน การตีความนี้แสดงให้เห็นว่าแต่ละ "วัน" ของการสร้างสรรค์หมายถึงยุคสมัยที่ยาวนานซึ่งมีการสร้างสรรค์เฉพาะบางอย่างเกิดขึ้น การตีความอีกอย่างหนึ่งก็คือ "Yom" หมายถึงช่วงเวลาที่ไม่มีกำหนด

ทัศนคตินี้ตั้งสมมติฐานว่าวันของพระเจ้าไม่ได้ถูกจำกัดด้วยข้อจำกัดด้านเวลาของมนุษย์ โดยยอมรับว่า พระเจ้าในฐานะผู้สร้างเวลาทรงดำเนินการอยู่นอกเหนือขีดจำกัดทางเวลาของเรา ตัวอย่างของการตีความนี้สามารถพบได้ในพระคัมภีร์

ใน 2 เปโตร ในพันธสัญญาใหม่ เขียนไว้ว่า :

“แต่พวกที่รักทั้งหลาย อย่าลืมข้อนี้เสียก่อน คือ ในพระ คำสั่งของ พระเจ้า วันหนึ่งก็เหมือนพันปี และพันปีก็เหมือนวันเดียว ” (2 เปโตร 3:8)

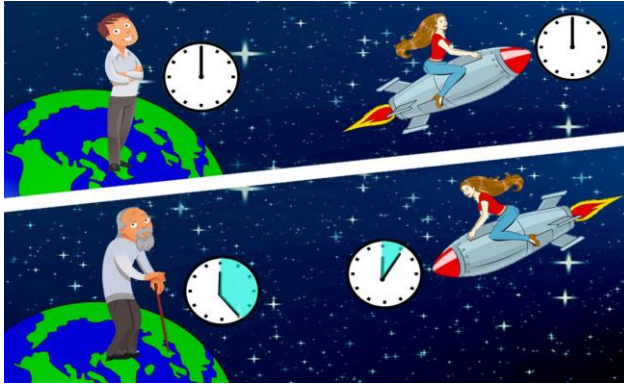
ข้อความนี้มีไว้เพื่อเป็นกำลังใจให้กับผู้ที่รอคอยคำสัญญาของพระเจ้าให้อดทนรอ นอกจากนั้น

ข้อความนี้ยังอาจบอกเป็นนัยว่ามุมมองของพระเจ้าเกี่ยวกับเวลานั้นแตกต่างจากมุมมองของมนุษย์ ซึ่งหมายความว่าพระเจ้าสามารถขยายหรือหดเวลาได้ตามพระประสงค์

เราเข้าใจว่าเวลาไม่ใช่ปริมาณที่แน่นอน ตามทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ เวลา จะเคลื่อนที่ช้ากว่าสำหรับ ผู้สังเกตที่กำลังเคลื่อนที่เมื่อเทียบกับผู้สังเกตที่อยู่นิ่งในกรอบเฉื่อยเดียวกัน

($t = t_0/\sqrt{1 - (v/c)^2}$) โดยทั่วไปทฤษฎีสัมพัทธภาพ

เวลาจะผ่านไปช้ากว่าในสนามโน้มถ่วงที่มีพลัง ($t = t_0\sqrt{1 - (2GM/rc^2)}$)



รูปที่ 1.14 ภาพประกอบการขยายเวลา

พระเจ้าไม่เพียงแต่ขยายหรือหดตัว แต่ยังหยุดเวลาด้วย
ในหนังสือ โยชูวา แห่งพันธสัญญาเดิม เขียนไว้ว่า :

“ดวงอาทิตย์หยุดนิ่งอยู่กลางท้องฟ้าและตกช้ากว่ากำหนดประมาณหนึ่งวันเต็ม” (โยชูวา 10:13) .

ปาฏิหาริย์นี้เกิดขึ้นระหว่างที่โยชูวาทำศึกกับพวกอโมไรต์
และแสดงให้เห็นว่าพระเจ้าทรงมีอำนาจที่จะหยุดเวลาได้ นอกจากนี้ พระเจ้าทรงแสดง
ปาฏิหาริย์ที่น่าอัศจรรย์ยิ่งกว่านั้น ดังบันทึกไว้ใน 2 พงศกัมภีร์แห่งพันธสัญญาเดิม:

“แล้วผู้เผยพระวจนะอิสยาห์ก็ร้องเรียกพระ เยโฮวาห์ และ พระเยโฮวาห์
ทรงให้เงาถอยกลับไปสืบขึ้นที่ลงไปบนบันไดของอาหัส” (2 พงศกัมภีร์ 20:11)

ข้อพระคัมภีร์ข้างต้นสะท้อนถึงการตอบสนองของพระเจ้าต่อคำอธิษฐานของกัมภีร์ยิฮิสคียา
ห้ที่แหล่งน้ำดาเพื่อขอชีวิตที่ยืนยาวขึ้น ด้วยความเมตตาของพระองค์
พระเจ้าทรงฟังอิสคียาห์และประทานชีวิตเพิ่มเติมแก่เขาอีก 15 ปี
เพื่อยืนยancamสัญญาของพระองค์ พระเจ้าทรงทำสัญลักษณ์อันน่าอัศจรรย์
โดยทำให้เงาบนบันไดของอาหัส (นาฬิกาแดด) ถอยหลังไปสืบขึ้น ปาฏิหาริย์นี้บ่งบอกว่า

พระเจ้า ทรงมีพลังในการย้อนเวลา

ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกินขอบเขตความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของเราในปัจจุบัน



รูปที่ 1.15 บันไดอาหัท (นาฬิกาแดด)

สำหรับมนุษย์เวลาไหลไปในทิศทางเดียวจากปัจจุบันไปสู่อนาคต แต่สำหรับพระเจ้าตามที่ปรากฏในพระคัมภีร์ เวลาคือตัวแปรที่พระองค์ควบคุมได้ พระเจ้าสามารถทำให้เวลาสั้นลง ขยายเวลา หยุดนิ่ง หรือ แม้กระทั่ง ย้อนเวลาได้ แสดงให้เห็นถึงอำนาจอธิปไตยของพระองค์เหนือกฎธรรมชาติ และเน้นความแตกต่างระหว่างข้อจำกัดของมนุษย์กับ พลังอำนาจอันไม่มีขอบเขต ของพระองค์

๔. จักรวาลที่ได้รับการปรับแต่งอย่างประณีต

จักรวาลที่ได้รับการปรับแต่งอย่างละเอียด แสดงให้เห็นถึง ความจริงที่ว่าค่าคงที่ทางกายภาพ พื้นฐาน ที่ประกอบกันและควบคุมจักรวาลนั้นได้รับการปรับแต่งอย่างละเอียด ด้วยความแม่นยำสูงเพื่อให้ชีวิต ดำรงอยู่ในจักรวาลได้ หากความหนาแน่นของเอกภพมากกว่าความหนาแน่นวิกฤต เอกภพจะหดตัวทันทีหลังจากการก่อตัวของเอกภพ ในทางกลับกัน หากความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นวิกฤต เอกภพจะขยายตัวอย่างรวดเร็วเกินไป ทำให้การก่อตัวของดวงดาวและกาแล็กซีไม่เกิดขึ้น ไม่ว่ากรณีใด เราจะไม่ได้อยู่จริงในโลกนี้ ในหนังสือเรื่อง *The Emperor's New Mind* เพน โรสใช้สูตรของเบเคนสไตน์-ฮอว์คิงสำหรับเอนโทรปีของหลุมดำเพื่อประมาณความน่าจะเป็นของบิกแบง เขาคำนวณว่าโอกาสที่จักรวาลจะถือกำเนิดขึ้นในลักษณะที่จะพัฒนาและรองรับชีวิตตามที่เรารู้

จักคือ 1 ใน 10 ยกกำลัง 10¹²³

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจักรวาลของเราไม่ได้เกิดขึ้นจากโอกาสหรือกระบวนการที่เกิดขึ้น โดยบังเอิญ แต่เกิดจากการปรับแต่งอย่างพิเศษสุดของผู้สร้างอันศักดิ์สิทธิ์!

ค่าคงที่พื้นฐานของฟิสิกส์ เช่น ค่าคงที่ ของแรงโน้มถ่วง ความเร็วแสงในสุญญากาศ
ค่าคงที่ของพลังค์ ค่าคงที่ของ โบ ลต์ซมันน์ ค่าคงที่ไฟฟ้า ประจุพื้นฐาน และ
ค่าคงที่ของโครงสร้างละเอียด เป็นต้น

จะต้องได้รับการปรับให้เหมาะสมเพื่อให้ชีวิตดำรงอยู่ในจักรวาลได้

หากค่าคงที่เหล่านี้แตกต่างกันแม้เพียงเล็กน้อย จักรวาลก็ไม่สามารถรองรับชีวิต ได้

ตัวอย่างเช่น หากค่าคงที่ของแรงโน้มถ่วงมีค่าน้อย กว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน
แรงโน้มถ่วงก็จะอ่อนลง แรงดึงดูดที่ลดลงนี้จะทำให้สสารไม่สามารถรวมตัวกันเป็นดวงดาว
กาแล็กซี และดาวเคราะห์ได้ รวมถึงโลกที่เราอาศัยอยู่ทุกวันนี้ด้วย

หากค่าคงที่ของพลังค์มีค่ามากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

การเปลี่ยนแปลงพื้นฐานหลายประการในจักรวาลทางกายภาพก็จะเกิดขึ้น ประการแรก
ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์จะลดลง ทำให้พลังงานที่ส่งถึงโลกจากดวงอาทิตย์น้อยลง
การลดลงของพลังงานนี้จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางธรรมชาติหลายอย่าง

รวมถึงสภาพภูมิอากาศและรูปแบบสภาพอากาศ นอกจากนี้

ค่าคงที่ของพลังค์ที่สูงขึ้นจะทำให้ขนาดของอะตอมเพิ่มขึ้น

เนื่องจากการวัดปริมาณพลังงานอะตอมจะเปลี่ยนไป

การเพิ่มขึ้นนี้จะทำให้ความแข็งแรงของพันธะของอะตอมและ โมเลกุลลดลง

ทำให้ปฏิกิริยาเคมีมีความเสถียรน้อยลง

การสังเคราะห์แสงในพืชซึ่งต้องอาศัยการดูดซับพลังงานแสงที่แม่นยำเพื่อแปลงคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นกลูโคสก็จะมีประสิทธิภาพน้อยลง

กระบวนการทางชีวเคมีและฟิสิกส์โดยรวมที่ขึ้นอยู่กับสมดุลของกลศาสตร์ควอนตัมในปัจจุบัน
จะเปลี่ยนไป ส่งผลให้สภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิตแตกต่างไปอย่างมากและมีเสถียรภาพน้อยลง

ในบรรดาค่าคงที่พื้นฐาน ค่าคงที่โครงสร้างละเอียด

ดึงดูดความสนใจจากนักฟิสิกส์เป็นพิเศษ ค่าคงที่โครงสร้างละเอียดซึ่งแสดงด้วยอักษรกรีกนั้น
 α ระบุปริมาณความแรงของปฏิสัมพันธ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างอนุภาคที่มีประจุพื้นฐาน

$$\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\hbar c} \approx \frac{1}{137}$$

มันคือปริมาณไร้มิติที่มีค่าประมาณ 1/137

ซึ่งเป็นตัวเลขที่สร้างความสงสัยให้กับนักฟิสิกส์มาตั้งแต่มีการค้นพบ

ค่าที่แม่นยำของมันมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเสถียรภาพของจักรวาลและการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต หากมัน แตกต่างไปจากค่าปัจจุบันเพียงเล็กน้อย ชีวิตตามที่เรารู้จักก็คงจะไม่มีอยู่

หาก α มีค่ามากกว่า 1/137 ปฏิสัมพันธ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างอนุภาคจะแข็งแกร่งขึ้น ส่งผลให้อิเล็กตรอนถูกผูกติดกับนิวเคลียสแน่นขึ้น ทำให้ขนาดของอะตอมเล็กลง และทำให้ธาตุหนักก่อตัวได้ง่ายขึ้น ในขณะที่ธาตุเบา เช่น ไฮโดรเจน มีโอกาสก่อตัวน้อยลง เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับปฏิกิริยาฟิวชันนิวเคลียร์

การเปลี่ยนแปลงนี้จะส่งผลโดยตรงต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต

โดยจำกัดปริมาณไฮโดรเจนที่จำเป็นสำหรับการผลิตพลังงานในดวงอาทิตย์ และ ดวงดาว

ในทางกลับกัน หาก α มีค่าน้อยกว่า 1/137

ปฏิสัมพันธ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างอนุภาคจะอ่อนแอลง

อิเล็กตรอนจะถูกผูกติดกับนิวเคลียสแน่นน้อยลง ทำให้อะตอมและโมเลกุลไม่เสถียร

ความไม่เสถียรดังกล่าวจะทำให้อะตอมและโมเลกุลสลายตัวได้ง่ายขึ้น ทำให้โมเลกุลที่ซับซ้อน เช่น ดีเอ็นเอและโปรตีน ซึ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตไม่สามารถก่อตัวได้ ดังนั้น

การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญใดๆ

ในค่าคงที่ของโครงสร้างละเอียดจะส่งผลอย่างมากต่อการก่อตัวของสสารและศักยภาพในการดำรงชีวิตในจักรวาล

เราไม่ทราบที่มาของค่าตัวเลข $\alpha \approx 1/137$ ของมัน ดิแรก ได้ พิจารณาที่มาของ α จะเป็น

'ปัญหาพื้นฐานที่สุดของ ฟิสิกส์ที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข' โฟนแมนได้อธิบาย α เป็น

“ตัวเลขของพระเจ้า” หรือ “ตัวเลขมหัศจรรย์” ที่หล่อหลอมจักรวาล

และมาถึงเราโดยที่เราไม่เข้าใจ คุณอาจพูดได้ว่า “พระหัตถ์ของพระเจ้า” เขียนตัวเลขนั้น และ

“เราไม่รู้ว่พระองค์ทรงผลักดันสอของพระองค์อย่างไร”

หากเราเขียนสมการใหม่ สมการ α สามารถแสดงอัตราส่วนได้หลายค่า ได้แก่
ความเร็วของอิเล็กตรอนต่อความเร็วแสง (กล่าวคือ แสงเดินทางเร็วกว่าอิเล็กตรอน 137 เท่า)
แรงผลักไฟฟ้าสถิตต่อพลังงานของโฟตอนเดี่ยว
และรัศมีอิเล็กตรอนแบบคลาสสิกต่อความยาวคลื่นคอมป์ตันที่ลดลงของอิเล็กตรอน นอกจากนี้
อัตราส่วนของความแรงของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าต่อแรงโน้มถ่วงคือ 10^{36}
และอัตราส่วนของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าต่อแรงที่รุนแรงคือ $1/137$ ดังนั้น
ค่าตัวเลขของค่าคงที่ไร้มิติ α สามารถใช้เป็นจุดอ้างอิงสำหรับแรงพื้นฐานทั้งสี่ได้

ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 “ฟิสิกส์อนุภาคและการสร้าง” สสารทั้งหมดในจักรวาล (แบรียออน)
ประกอบด้วยอนุภาคพื้นฐานที่อธิบายโดยแบบจำลองมาตรฐาน ได้แก่ ควาร์ก เลปตอน
โบซอนเกจ และฮิกส์โบซอน ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 17 อนุภาค แต่ละอนุภาคมีมวล ประจุ
และสปินเฉพาะตัว หากคุณสมบัติพื้นฐานเหล่านี้มีความแตกต่างกันแม้เพียงเล็กน้อย
โครงสร้างอะตอม โมเลกุล ชีวิตยา และจักรวาลที่เรารู้จักก็จะไม่มีอยู่จริง

ตัวอย่างเช่น หากความแตกต่างของมวลระหว่างควาร์กอัพและดาวน์ควาร์กเปลี่ยนแปลงไป
สมดุลอันละเอียดอ่อนที่ทำให้โปรตอนเสถียรและนิวตรอนหนักขึ้นเพียงเล็กน้อยก็จะถูกทำลาย
ในกรณีเช่นนี้ ไฮโดรเจนจะไม่สามารถก่อตัวได้

หรือไม่สามารถสังเคราะห์นิวเคลียสที่หนักกว่าได้ ทำให้อะตอมไม่สามารถเกิดขึ้นได้

หากมวลของอิเล็กตรอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ขนาดอะตอมและระดับพลังงานจะเปลี่ยนแปลง และพันธะเคมีที่เสถียรจะไม่เกิดขึ้นอีกต่อไป
ซึ่งจะขัดขวางการก่อตัวของโมเลกุลที่ซับซ้อน หากคุณสมบัติของฮิกส์โบซอนเปลี่ยนแปลงไป
กลไกที่ให้มวลแก่อนุภาคมูลฐานทั้งหมดก็จะเปลี่ยนแปลงไป

ส่งผลให้โครงสร้างของจักรวาลเปลี่ยนแปลงไป

ยิ่งไปกว่านั้น หากประจุไฟฟ้าของโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากันและตรงข้ามกัน
อะตอมที่เป็นกลางก็จะไม่สามารถดำรงอยู่ได้ หากประจุของควาร์กแตกต่างกัน
คุณสมบัติของโปรตอนและนิวตรอนก็จะเปลี่ยนแปลงไป

ทำลายความเป็นไปได้ที่จะมีนิวเคลียสของอะตอม หากอิเล็กตรอนไม่มีสปินเท่ากับครึ่งหนึ่ง
หลักการกีดกันของเพาลีก็จะใช้ไม่ได้ และอะตอมก็จะไม่สามารถคงโครงสร้างของมันไว้ได้
ในทำนองเดียวกัน หากโบซอนไม่มีค่าสปินเป็นจำนวนเต็ม

กรอบการทำงานของสนามควอนตัมที่ยอมให้แรงต่างๆ เช่น แม่เหล็กไฟฟ้า แรงเข้ม
และแรงอ่อน สามารถทำงานได้ก็จะพังทลายลง สุดท้าย หากอีกสโบซอนไม่ใช่อนุภาคสปิน-0
กลไกการสร้างมวลก็จะล้มเหลว และอนุภาคก็จะไม่สามารถดำรงอยู่ได้ในรูปแบบปัจจุบัน

จักรวาลที่ได้รับการปรับแต่งอย่างละเอียดถี่ถ้วนสะท้อนถึงความสมดุลและความแม่นยำอัน
น่าอัศจรรย์ ซึ่งเป็นรากฐานของการดำรงอยู่ของสรรพสิ่ง

ตั้งแต่ความหนาแน่นวิกฤตของจักรวาลที่ถูกตั้งไว้อย่างแม่นยำเกินจินตนาการ
ไปจนถึงการคำนวณความน่าจะเป็นอันน้อยนิดของสภาวะเริ่มต้นดังกล่าวของเพนโรส
ไปจนถึงค่าคงที่โน้มถ่วง ค่าคงที่ของพลังค์ และค่าคงที่โครงสร้างละเอียด

ทุกรายละเอียดล้วนชี้ให้เห็นถึงจักรวาลที่ได้รับการปรับเทียบอย่างประณีตเพื่อชีวิต
แม้แต่อนุภาคมูลฐานเอง เช่น ควาร์ก เลปตอน โบซอน และฮิกส์ ก็มีมวล ประจุ
และสปินที่เหมาะสมพอดี เพื่อให้อะตอม โมเลกุล ดวงดาว และสิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้
ความกลมกลืนเช่นนี้ไม่อาจอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผลว่าเกิดจากความบังเอิญอย่างห้วนๆ

ความแม่นยำอันน่าทึ่งนี้ไม่เพียงแต่สร้างความประทับใจ
แต่ยังผลักดันให้เราตั้งคำถามที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับต้นกำเนิดและจุดประสงค์ของจักรวาล
ปฏิสัมพันธ์อันแนบแน่นของกฎทางฟิสิกส์มีเครื่องหมายของการออกแบบโดยเจตนา
และแนวคิดเรื่องการสร้างสรรค์อันศักดิ์สิทธิ์ได้นำเสนอคำอธิบายที่ลึกซึ้งและทรงพลัง ฉะนั้น
วงออร์เคสตราบรรเลงซิมโฟนีอันไพเราะได้ก็ต่อเมื่อเครื่องดนตรีทุกชิ้นถูกปรับเสียงอย่างสมบูรณ์
รูปแบบ จักรวาลก็เป็นพยานถึงพระปรีชาญาณและพระอานุภาพของพระเจ้าผู้สร้าง
ผู้ทรงกำหนดสรรพสิ่งอย่างมีจุดมุ่งหมายและความหมาย ฉะนั้น
หากผู้ที่ค้นพบหลักการพื้นฐานของจักรวาล เช่น แรงโน้มถ่วง สัมพัทธภาพ
หลักความไม่แน่นอน หลักการกีดกันของเพาลี และกลไกฮิกส์
ได้รับเกียรติในฐานะอัจฉริยะและได้รับรางวัลโนเบล

พระเจ้าผู้ทรงสร้างผู้ไม่เพียงแต่ทรงบัญญัติกฎและหลักการเหล่านี้
แต่ยังทรงสร้างจักรวาลทั้งหมดให้เกิดขึ้น จะยิ่งใหญ่กว่ามากเพียงใด

2. ผลงานชิ้นเอก ของ พระเจ้า โลก

โลกที่เราอาศัยอยู่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมหลายประการซึ่งจำเป็นต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต

สภาพแวดล้อมเหล่านี้มีความละเอียดอ่อนมากจนมักทำหน้าที่เป็นส่วนขยายของจักรวาลที่ได้รับการออกแบบอย่างพิถีพิถัน

ในบริบทนี้ เราจะสำรวจสถานะพิเศษ 10

ประการของโลกซึ่งมีความพิเศษและความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตตามที่เรารู้จัก

สถานะเหล่านี้เน้นย้ำถึงความสมดุลและความแม่นยำอันพิเศษที่จำเป็นต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต ทำให้โลกของเราเป็นไอเอซิสอันยอดเยี่ยมในจักรวาลอันกว้างใหญ่

เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะพิเศษเหล่านี้

เราจะสามารถเข้าใจปฏิสัมพันธ์อันซับซ้อนของปัจจัยต่างๆ

ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้บนโลกได้มากขึ้น

ก. ระยะ ห่าง จาก ดวงอาทิตย์

การมีน้ำในสถานะของเหลวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต หาก

ต้องการมีน้ำในสถานะของเหลว

ดาวเคราะห์จะต้องโคจรอยู่ในบริเวณเฉพาะรอบดาวฤกษ์ที่อยู่ตรงกลาง

หากดาวเคราะห์อยู่ใกล้ดาวฤกษ์มากเกินไป น้ำทั้งหมดจะเดือดและหากอยู่ไกลเกินไป

น้ำทั้งหมดจะแข็งตัว ระยะโคจรที่น้ำไม่เดือดหรือแข็งตัว เรียกว่า "เขตอยู่อาศัยได้"

เขตอยู่อาศัยได้โดยประมาณในระบบสุริยะของเราอยู่ระหว่าง 0.95 AU ถึง 1.15 AU (1 AU

คือระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์) ดังนั้น หากโลกอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากขึ้น 5% หรือไกลขึ้น

15% โลกก็จะไม่อยู่ที่นี้

เปอร์เซ็นต์ของเขตอยู่อาศัยที่ครอบคลุมระนาบสุริยวิถีที่ทอดยาวไปถึงดาวเนปจูน (30 AU)

มีเพียง 0.05% เท่านั้น

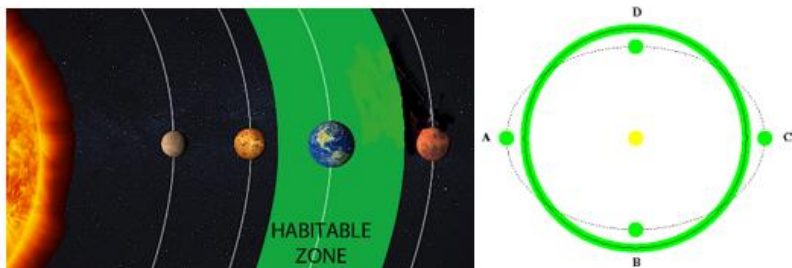
ความเอียงศูนย์กลางของวงโคจรของโลกเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อระยะของเขตอยู่อาศัย

ตัวอย่างเช่น หากความเอียงศูนย์กลางมากกว่า 0.5 น้ำทั้งหมดจะเดือด

ปีละสองครั้งใกล้จุดใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด

และจะแข็งตัวปีละสองครั้งใกล้จุดไกลดวงอาทิตย์ที่สุด

โชคคือความเอียงศูนย์กลางของโลกอยู่ที่เพียง 0.017 เท่านั้น ส่งผลให้วงโคจรเกือบเป็นวงกลม



รูปที่ 2.1 เขตอยู่อาศัย (สีเขียว) ในระบบสุริยะ

ข. ด้านขนา A xial Tilt

แกนหมุนของโลกเอียงประมาณ 23.5 องศา ทำให้เรามีเวลา 4 ฤดูกาล และ อากาศอบอุ่น จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแกนหมุนไม่เอียง (0 องศา เทียบ กับ แกนเอียงของดาวพุธ = 0.0 องศา) หรือเอียงอย่างสมบูรณ์ (90 องศา เทียบกับ แกนเอียงของดาวยูเรนัส = 82.2 องศา)

หากแกนหมุนของโลกไม่เอียง

จะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญหลายประการในแง่ของสภาพอากาศ ฤดูกาล และความสามารถในการอยู่อาศัย เส้นศูนย์สูตร จะได้รับแสงแดดโดยตรงตลอดเวลาตลอดทั้งปี ส่งผลให้มีอุณหภูมิที่ร้อนตลอดเวลา ในทางกลับกัน ขั้วโลกจะได้รับแสงแดดเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้นาวเย็นตลอดเวลา

ความแตกต่างของอุณหภูมิที่รุนแรงนี้จะส่งผลต่อสภาพอากาศและรูปแบบสภาพอากาศของโลกอย่างมาก

การไม่มีฤดูกาลจะส่งผลกระทบต่ออย่างลึกซึ้งต่อระบบนิเวศและเกษตรกรรม

ภูมิภาคใกล้เส้นศูนย์สูตรอาจร้อนเกินไปจนพืชผลและสิ่งมีชีวิตหลายชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ในขณะที่ภูมิภาคขั้วโลกจะยังคงหนาวเย็นจนไม่เหมาะสม

ละติจูดกลางจะกลายเป็นเขตที่อยู่อาศัยหลัก

แต่แม้แต่พื้นที่เหล่านี้ก็ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

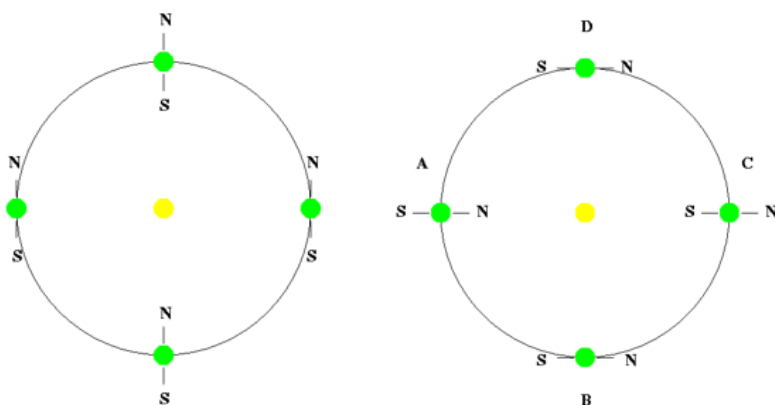
ซึ่งพืชและสัตว์หลายชนิดพึ่งพาอาศัยเพื่อวงจรชีวิตและการสืบพันธุ์

สังคมมนุษย์จะเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญ

รวมถึงผลผลิตทางการเกษตรที่ลดลงและแรงกดดันที่เพิ่มขึ้นต่อพื้นที่ที่อยู่อาศัย

การขาดสัญญาณตามฤดูกาลอาจรบกวนกิจกรรมทางวัฒนธรรมและเศรษฐกิจที่ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล โดยรวมแล้ว

โลกที่ไม่เอียงจะนำไปสู่สภาพแวดล้อมที่ไม่กล่่งตัวและไม่เอื้อต่อการดำรงชีวิต



รูปที่ 2.2 แกนโลกเอียง ไม่เอียง (ซ้าย) และ เอียง 90 องศา (ขวา)

หากแกนหมุนของโลกเอียง 90 องศาอย่างสมบูรณ์

จะส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงและรุนแรงต่อสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมของโลก

ในสถานการณ์ดังกล่าว ซีกโลกหนึ่งจะได้รับแสงแดดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาครึ่งปี

ในขณะที่อีกซีกโลกหนึ่งจะมีตลอดเวลา และสถานการณ์จะเปลี่ยนไปในอีกครึ่งปีข้างหน้า

แต่ละซีกโลกจะต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่รุนแรง ในช่วงฤดูร้อน

ซีกโลกหนึ่งจะได้รับแสงแดดตลอดเวลา ทำให้เกิด

ความร้อนจัดเป็นเวลานานและอาจมีสภาพอากาศคล้ายทะเลทราย ในทางกลับกัน

ในช่วงฤดูหนาว

ซึ่งโลกเดียวกันจะต้องเผชิญกับความมืดมิดและอุณหภูมิที่เย็นยะเยือกอย่างต่อเนื่อง

การเปลี่ยนแปลงของแสงและอุณหภูมิอย่างรุนแรงจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างรุนแรง พืชและสัตว์หลายชนิดปรับตัวเข้ากับวัฏจักรฤดูกาลปัจจุบันได้

และการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงดังกล่าวอาจคุกคามการอยู่รอดของพวกมัน

เกษตรกรรมซึ่งต้องพึ่งพาฤดูกาลที่คาดเดาได้จะได้รับผลกระทบอย่างมาก ภูมิภาคที่เหมาะสมกับการทำเกษตรกรรมในปัจจุบันอาจกลายเป็นที่อยู่อาศัยไม่ได้ ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนอาหารและต้องมีการปรับเปลี่ยนครั้งใหญ่ในแนวทางปฏิบัติด้านการเกษตร

โดยรวมแล้ว แกนที่เอียงอย่างสมบูรณ์จะทำให้โลกไม่เอื้อต่อสิ่งมีชีวิตมากนัก ส่งผลให้เกิดสภาพแวดล้อมที่รุนแรงและไม่มั่นคง

ค . การหมุน ขว และ คาบ วง วง โคจร

ระยะเวลาการหมุนรอบตัวเองของโลกคือ 24 ชั่วโมง โดยใช้เวลากลางวันประมาณ 12 ชั่วโมง และกลางคืนประมาณ 12 ชั่วโมง

จังหวะชีวิตของเราถูกกำหนดโดยระยะเวลาการหมุนรอบตัวเองของโลก

ระยะเวลาการหมุนรอบ ตัวเอง 24 ชั่วโมงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมง การนอนหลับ 8 ชั่วโมง และการพักผ่อน 8 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม

ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะไม่ได้มีระยะเวลาการหมุนรอบตัวเองที่เหมาะสมเสมอไป ตัวอย่างเช่น ระยะเวลาการหมุนรอบตัวเองของดาวพฤหัสบดีอยู่ที่ประมาณ 10 ชั่วโมง ในขณะที่ดาวศุกร์มีระยะเวลา 243 วัน

หากระยะเวลาการหมุนรอบตัวเองของโลกสั้นลงเหลือ 10 ชั่วโมง

จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อสิ่งแวดล้อมและชีวิตบนโลก

การหมุนรอบตัวเองที่เร็วขึ้นจะทำให้วันและคืนสั้นลง

ส่งผลให้เกิดการสลับระหว่างกลางวันและกลางคืนอย่างรวดเร็ว

ซึ่งอาจไปรบกวนจังหวะการทำงานของร่างกายในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด

ส่งผลต่อรูปแบบการนอนหลับ พฤติกรรมการกิน และ วงจรการสืบพันธุ์

ความเร็วในการหมุนที่เพิ่มขึ้นจะนำไปสู่ผลกระทบของ Coriolis ที่รุนแรงขึ้น ทำให้สภาพอากาศมีความรุนแรงมากขึ้น และอาจทำให้เกิดพายุและเฮอริเคนที่รุนแรงมากขึ้น การหมุนที่เร็วขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางธรณีภาคของโลก แรงเหวี่ยงที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้เกิดแผ่นดินไหวและภูเขาไฟระเบิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น ในทางกลับกัน, หาก ระยะเวลาการหมุนรอบตัวเองของโลกคือ 24.3 วัน เช่นเดียวกับดาวศุกร์ ผลกระทบต่อโลกและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลกจะร้ายแรงมาก การหมุนรอบตัวเองที่ช้าเช่นนี้จะส่งผลให้มีกลางวันและกลางคืนยาวนานขึ้น โดยแต่ละวันกินเวลาประมาณ 120 วัน

ด้านที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์จะต้องเผชิญกับความร้อนเป็นเวลานาน ส่งผลให้มีอุณหภูมิที่ร้อนจัด ในขณะที่ด้านที่หันออกจะต้องเผชิญกับความมืดเป็นเวลานานและอากาศเย็นจัด ซึ่งอาจเกิดการแข็งตัวได้ อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ช่วงเวลาแห่งความร้อนและความเย็นที่ยาวนานจะรบกวนการหมุนเวียนของบรรยากาศ ซึ่งอาจทำให้เกิดสภาพอากาศแปรปรวนรุนแรงได้ พายุเฮอริเคน พายุรุนแรง และภัยแล้งหรือน้ำท่วมที่ยาวนานอาจเกิดขึ้นได้บ่อยครั้ง

ระยะเวลาที่ยาวนานของกลางวันและความมืดจะรบกวนวงจรชีวิตของพืชและสัตว์อย่างรุนแรง ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสง การสืบพันธุ์ และรูปแบบการกินอาหาร

กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เกษตรกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน จำเป็นต้องมีการปรับตัวอย่างมากเพื่อรับมือกับสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายและเปลี่ยนแปลงไปมา ซึ่งถือเป็นความท้าทายอันยิ่งใหญ่ต่อการอยู่รอดและการใช้ชีวิตประจำวัน

ระยะเวลาการโคจรของโลกก็มีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์เช่นกัน ระยะเวลาการโคจรของโลกคือ 365 วัน โดยแบ่งเป็นฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว 3 เดือน ความยาวของฤดูกาลแต่ละฤดูกาลนั้นสมดุลกันดี ทำให้ไม่มีฤดูกาลใดสั้นหรือยาวเกินไป ความสมดุลนี้มีความสำคัญต่อวัฏจักรการเกษตร การเจริญเติบโตของพืช ช่วงเวลาการอพยพของสัตว์ และกระบวนการทางนิเวศวิทยาอื่นๆ

จะเกิดอะไรขึ้นหากโลกมีการโคจรสั้นเพียง 88 วัน คล้ายกับ ดาวพุธ ในสถานการณ์นี้ ฤดูกาลแต่ละฤดูกาลจะกินเวลาเพียงประมาณ 3 สัปดาห์ พืชผลส่วนใหญ่บนโลกต้องใช้เวลา 6 ถึง 9 เดือนตั้งแต่เริ่มหว่านเมล็ดในฤดูใบไม้ผลิจนถึงเก็บเกี่ยวในฤดูใบไม้ร่วง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากฤดูกาลเปลี่ยนแปลงทุก 3 สัปดาห์ พืชผลจึงไม่มีเวลาเพียงพอที่จะเจริญเติบโต ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนอาหารอย่างรุนแรงและส่งผลโดยตรงต่อการอยู่รอดของมนุษย์

ในทางกลับกัน จะเกิดอะไรขึ้นหากโลกมีการโคจรที่ยาวนานถึง 164 ปี คล้ายกับ ดาวเนปจูน แต่ละฤดูกาลจะกินเวลาประมาณ 40 ปี

ฤดูร้อนที่ยาวนานจะนำไปสู่คลื่นความร้อนที่ช็อคและอาจกลายเป็นทะเลทราย ในขณะที่ฤดูหนาวที่ยาวนานจะทำให้เกิดความหนาวเย็นและน้ำแข็งเป็นเวลานาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อเกษตรกรรมและระบบนิเวศ

ในขณะที่มนุษย์อาจต้องปรับตัวเพื่อหลีกเลี่ยงการขาดแคลนอาหาร สัตว์ป่าจะต้องดิ้นรนเพื่อหาอาหารในช่วงฤดูหนาวที่ยาวนานถึง 40 ปี สภาพแวดล้อมที่เลวร้ายเป็นเวลานานจะทำให้สัตว์ป่าส่วนใหญ่แทบจะไม่มีทางอยู่รอดได้ ส่งผลให้สัตว์สูญพันธุ์ไปเป็นจำนวนมาก

d. ขนาด ที่ เหมาะสม

คุณอาจไม่เคยคิดถึงเรื่องนี้มาก่อน แต่ขนาดของโลกมีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์ ขนาดของโลกส่งผลต่อแรงดึงดูดของโลก ซึ่งส่งผลต่อทุกอย่างตั้งแต่การรักษาชั้นบรรยากาศที่หล่อเลี้ยงชีวิตไปจนถึงความสามารถในการรองรับแหล่งน้ำที่มั่นคงและรักษาสวนแม่เหล็กป้องกัน

หากโลกมีขนาดครึ่งหนึ่งของขนาดปัจจุบัน แรงโน้มถ่วงจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของขนาดปัจจุบัน แรงโน้มถ่วงที่ลดลงจะส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงและอาจส่งผลร้ายแรงต่อความสามารถของดาวเคราะห์ในการรองรับสิ่งมีชีวิต แรงโน้มถ่วง ที่ลดลง อาจไม่เพียงพอที่จะรักษาชั้นบรรยากาศที่หนาแน่นไว้ ชั้นบรรยากาศที่เบาบางลงนี้จะป้องกันรังสีดวงอาทิตย์และอุกกาบาตที่เป็นอันตรายได้น้อยลง และอาจไม่รองรับรูปแบบสภาพอากาศที่เสถียรซึ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต

แรงโน้มถ่วงที่ลดลงจะส่งผลกระทบต่อการกักเก็บน้ำเหลว
ส่งผลให้มีการระเหยเพิ่มขึ้นและอาจสูญเสียน้ำผิวดินไปในที่สุด ซึ่งจะทำให้มหาสมุทร แม่น้ำ
และทะเลสาบซึ่งมีความสำคัญต่อการรองรับระบบนิเวศที่หลากหลายและอารยธรรมของมนุษย์
ดำรงอยู่ได้ยาก

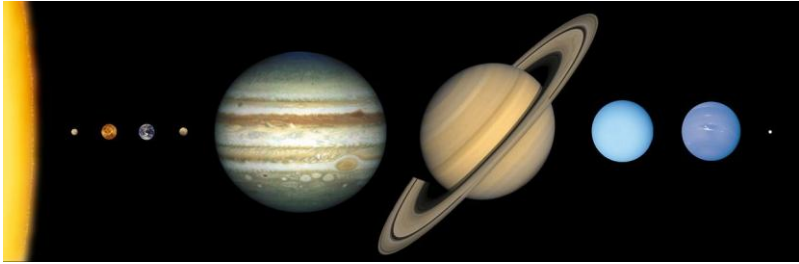
นอกจากนี้ โลกที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีสนามแม่เหล็กที่ลดลง
ทำให้ป้องกันลมสุริยะได้น้อยลง
ซึ่งอาจทำลายชั้นบรรยากาศและทำให้พื้นผิวสัมผัสกับรังสีคอสมิกและดวงอาทิตย์ที่เป็นอันตราย
มากขึ้น ทำให้โลกไม่เอื้อต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มากนัก

หากโลกมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นสองเท่าของขนาดปัจจุบัน
ผลกระทบต่อแรงโน้มถ่วงและความเร็วหลุดพ้นจะมีความสำคัญและส่งผลอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิต
บนโลก แรงโน้มถ่วงจะเพิ่มขึ้น ทำให้ทุกสิ่งบนโลกดูหนักขึ้น
และความเร็วหลุดพ้นก็จะเพิ่มเป็นสองเท่าเช่นกัน

แรงโน้มถ่วงที่สูงขึ้นจะทำให้มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เคลื่อนไหวได้ลำบากมากขึ้น
ซึ่งอาจนำไปสู่ความเครียดทางกายภาพและการปรับตัวที่มากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

แรงโน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้นและความเร็วหลุดพ้นจะส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศด้วย
แรงดึงดูดที่มากขึ้นจะกักเก็บก๊าซต่างๆ ไว้ได้มากขึ้น รวมถึงก๊าซพิษ เช่น มีเทนและแอมโมเนีย
ซึ่ง คล้ายกับ ชั้นบรรยากาศของดาวเสาร์และดาวพฤหัสบดี ก๊าซเหล่านี้อาจสะสมตัวจน
เป็นอันตราย ก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษซึ่งไม่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่

นอกจากนี้ แรงโน้มถ่วงที่เพิ่มมากขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางธรณีวิทยา
ส่งผลให้ภูเขาไฟระเบิดรุนแรงขึ้นและมีภูเขาสูงขึ้น โดยรวมแล้ว
โลกที่มีขนาดใหญ่ขึ้นพร้อมแรงโน้มถ่วงและความเร็วหลุดพ้นที่เพิ่มขึ้นจะนำไปสู่ความท้าทาย
อย่างมากต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต
ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เป็นมิตรและไม่เสถียรมากขึ้น



รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบขนาดของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

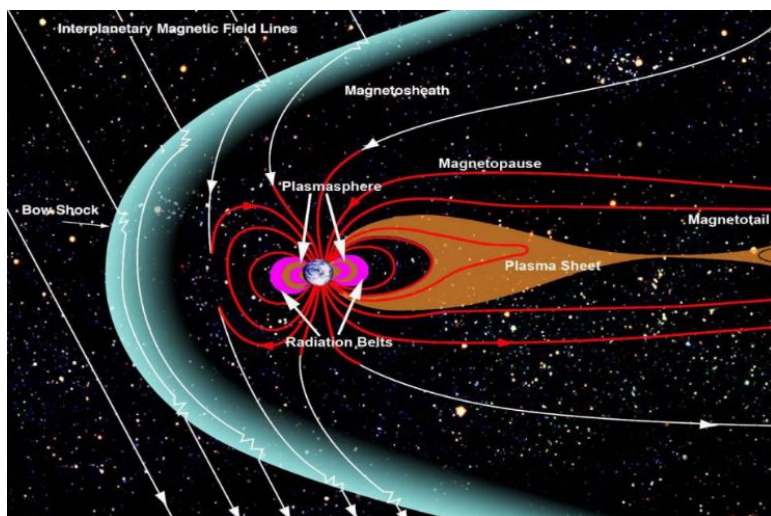
ง. การมีอยู่ของ แมกนี โดสเฟียร์

โลกถูกล้อมรอบด้วยระบบสนามแม่เหล็กที่เรียกว่าแมกนีโตสเฟียร์ ซึ่งปกป้องโลกจากรังสีดวงอาทิตย์และคอสมิกที่เป็นอันตราย เกราะป้องกันนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตบนโลก การจะมีแมกนีโตสเฟียร์นั้น จำเป็นต้องมีปัจจัยสองประการ ได้แก่ ความเร็วในการหมุนที่เหมาะสมและการมีแกนกลางของเหลวโลหะภายนอก โลกคือที่โลกมีทั้งสองปัจจัย การหมุนของดาวเคราะห์กระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของของไหล (การพาความร้อน) ภายในแกนกลางของเหลวภายนอก ส่งผลให้เกิดสนามแม่เหล็กที่รุนแรงซึ่งก่อตัวเป็นแมกนีโตสเฟียร์

ถ้าเราไม่มีแมกนีโตสเฟียร์จะเกิดอะไรขึ้น? หากโลกไม่มีแมกนีโตสเฟียร์ สิ่งมีชีวิตและชั้นบรรยากาศจะได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง หากไม่มีเกราะป้องกันนี้ รังสีดวงอาทิตย์และรังสีคอสมิกที่เป็นอันตรายจะ โจมตีโลก ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งและการกลายพันธุ์ทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นอย่างมาก นอกจากนี้

แมกนีโตสเฟียร์ยังช่วยป้องกันการสูญเสียบรรยากาศโดยเบี่ยงเบนอนุภาคที่มีประจุจากลมสุริยะ หากไม่มีแมกนีโตสเฟียร์ อนุภาคเหล่านี้จะกัดกร่อนชั้นบรรยากาศในที่สุด โดยกระบวนการสปีดเตอร์ ทำให้ก๊าซที่จำเป็น เช่น ออกซิเจนและไนโตรเจนหมดไป การกัดเซาะในชั้นบรรยากาศนี้จะส่งผลให้ชั้นบรรยากาศบางลง ความดันพื้นผิวลดลง และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ทำให้โลกไม่เอื้อต่อสิ่งมีชีวิต

ความเข้มของสนามแม่เหล็กบนดาวอังคารอยู่ที่ประมาณ 0.01% ของโลก
 เนื่องจากสนามแม่เหล็กอ่อน จึงไม่สามารถกักตัวเป็นแมกนีโตสเฟียร์บนดาวอังคารได้
 และส่งผลให้อวกาศส่วนใหญ่ถูกกำจัดออกไปด้วยกระบวนการสปีดเตอร์



รูปที่ 2.4 แมกนีโตสเฟียร์ของโลกเบี่ยงเบนรังสีคอสมิกอันเป็นอันตราย

เส้นสนามแม่เหล็ก ของแมกนีโตสเฟียร์ มาบรรจบกันที่ ขั้ว โกลีอาร์กติกและแอนตาร์กติก
 ทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กอ่อนลงตามธรรมชาติ
 ซึ่งอาจส่งผลให้ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากขึ้นในบริเวณเหล่านี้ อนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้า
 พลังงานสูงจะแตกตัวเป็นไอออนและกระตุ้นอะตอมในชั้นบรรยากาศด้านบน
 และก่อให้เกิดแสงเหนือและแสงใต้ที่มีสีสันสวยงาม

ง. การมีอยู่ของ ดวงจันทร์ที่มีขนาดใหญ่มาก

โลกมีดวงจันทร์ที่ใหญ่มากเมื่อเทียบกับ ดาวเคราะห์ดวง อื่น
 ในบรรดาดาวเคราะห์ประเภทหิน มีเพียงโลกและดาวอังคารเท่านั้นที่มีดวงจันทร์
 ดาวอังคารมีดวงจันทร์ขนาดเล็กสองดวงคือ โฟบอสและดีมอส

ซึ่งตั้งชื่อตามตัวละครฝาแฝดจากเทพนิยายกรีก โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 22.2 กม. และ 12.6 กม. ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม ดวงจันทร์ของโลกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3,475 กม. ซึ่งใหญ่กว่าดวงจันทร์ของดาวอังคารมาก

การมีดวงจันทร์ขนาดใหญ่มีบทบาทสำคัญสองประการในการช่วยให้มนุษย์ดำรงอยู่ได้ต่อไปได้แก่ i) รักษาเสถียรภาพแกนหมุนของโลก และ ii) รักษาขอบเขตของเขตอาศัยได้

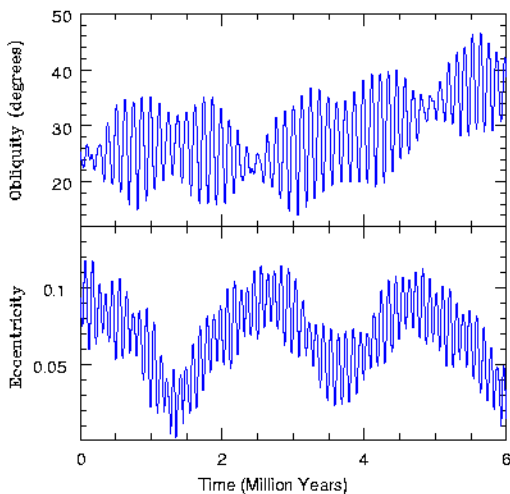
หากไม่มีดวงจันทร์

แรงโน้มถ่วงที่ใหญ่ที่สุดที่กระทำต่อโลกจะมาจากดวงอาทิตย์และดาวพฤหัสบดี ขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์

แรงโน้มถ่วงในระดับที่แตกต่างกันจากดวงอาทิตย์และดาวพฤหัสบดีจะทำให้แกนหมุนของโลกไม่เสถียร หากแกนหมุนของโลกสั่นคลอนอย่างมาก เราจะ...

ประสบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้

ในความเป็นจริง ในช่วง 6 ล้านปีที่ผ่านมา ดาวอังคารประสบกับการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในแกนหมุนและความเอียงศูนย์กลางทุกๆ ประมาณ 150,000 ปี เนื่องจากไม่มีดวงจันทร์ขนาดใหญ่ ที่ช่วยรักษาเสถียรภาพ ในช่วงเวลานี้ แกนหมุนมีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 15 ถึง 45 องศา ในขณะที่ความเอียงศูนย์กลางมีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0 ถึง 0.11 องศา



รูปที่ 2.5 การเปลี่ยนแปลงแกนหมุนและความเอียงศูนย์กลางของดาวอังคาร

กระแสน้ำขึ้นน้ำลงเกิดจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์เป็นหลัก
กระแสน้ำขึ้นน้ำลงจะส่งออกซิเจนไปยังแพลงก์ตอนลอยน้ำและกระจายไปทั่วบริเวณกว้าง
ซึ่งปลาตัวเล็กจะกินแพลงก์ตอนเหล่านี้ นอกจากนี้
กระแสน้ำยังผสมน้ำจืดที่มีสารอาหารอุดมสมบูรณ์เข้ากับน้ำเค็ม
ส่งผลให้แพลงก์ตอนและปลาตัวเล็กได้รับสารอาหารเหล่านี้ หากไม่มีกระแสน้ำขึ้นน้ำลง
น้ำจืดที่มีสารอาหารอุดมสมบูรณ์จะไม่ผสมกับน้ำเค็ม
ทำให้เกิดการบานของสาหร่ายที่ควบคุมไม่ได้ หากสาหร่ายมีสารพิษ
การบานของสาหร่ายเหล่านี้จะก่อให้เกิดน้ำขึ้นสีแดงหรือการบานของสาหร่ายที่เป็นอันตราย
(HABs) ซึ่งสามารถฆ่าปลา นกทะเล สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และแม้แต่มนุษย์ได้
แม้ว่าสาหร่ายจะไม่มีพิษ แต่พวกมันจะกินออกซิเจนในน้ำทั้งหมดในขณะที่มันสลายตัว
ทำให้เหงือกของปลาและสัตว์ทะเลอื่นๆ อุดตัน หากไม่มีดวงจันทร์
ระบบนิเวศทางทะเลจะถูกทำลายไปนานแล้ว นอกจากนี้ เรายังจะไม่มีอาหารทะเล เช่น กุ้งมังกร
กุ้ง และหอย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าโลกจะมีดวงจันทร์ที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าขนาดปัจจุบัน
หรือหากดวงจันทร์อยู่ไกล หรือใกล้กว่าตำแหน่งปัจจุบัน
เรายังอาจต้องเผชิญกับปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

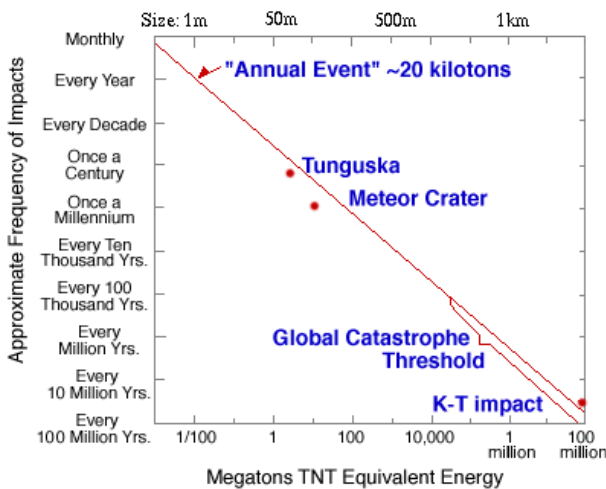


รูปที่ 2.6. น้ำ ขึ้นน้ำลง

ก. การ มีอยู่ของ ดาวพฤหัสบดีผู้พิทักษ์โลก

ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ มีขนาดใหญ่กว่าโลก 11.2 เท่าและหนักกว่าโลก 318 เท่า การปรากฏตัวของดาวพฤหัสบดีมีความสำคัญต่อการอยู่รอดของเรา โลกถูก อุกกาบาต โจมตีอยู่ตลอดเวลา (ส่วนใหญ่เป็น ดาวเคราะห์ น้อย ที่ แดกเป็นเสี่ยงๆ และเศษซากของดาวหาง) อุกกาบาตตกบ่อยมาก ขนาด 1 เมตร ตกทุกชั่วโมง ตกวันละไม่กี่ เมตร ตกปีละไม่กี่เมตรถึง 10 เมตร ตก สิบ เมตรทุกทศวรรษ และตกสิบเมตรทุก สิบปี จากขนาดเมตร เป็น ขนาด 100 เมตร ทุกศตวรรษ

เมื่อกูกาบาตที่มีขนาดต่ำกว่า 10 เมตรเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ อุกกาบาตส่วนใหญ่จะเผาไหม้เนื่องจากแรงเสียดทานและแรงอัดของชั้นบรรยากาศ อย่างไรก็ตาม หากอุกกาบาตมีขนาดใหญ่กว่า 10 เมตร อาจเกิดเหตุการณ์เลวร้ายได้ ในปี 1908 อุกกาบาต ขนาดประมาณ 55 เมตร ระเบิดที่ระดับความสูง 5-10 กิโลเมตร ใน ภูมิภาค ทังกูสกา และทำให้ดินไม้ประมาณ 80 ล้านตันในพื้นที่ 2,150 ตารางกิโลเมตรแบนราบ เหตุการณ์ ^{ทั้ง กูกา} ครั้งนี้ ถือเป็นเหตุการณ์การชนครั้งใหญ่ที่สุดบนโลกในประวัติศาสตร์ที่บันทึกไว้



รูปที่ 2.7 ขนาด และความถี่ของอุกกาบาตที่ตกลงมาบนพื้นโลก



รูปที่ 2.8 ต้นไม้ล้มลงเพราะอุกกาบาตที่ตกลงมาบนทั้งกุสกา

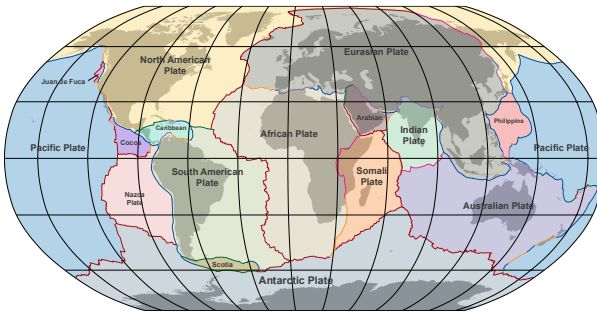
ดาวพฤหัสบดีมีความสำคัญเนื่องจากทำหน้าที่เป็นเครื่องดูดฝุ่นในจักรวาล โดยดักจับอุกกาบาตและดาวหางที่อาจพุ่งชนโลกและก่อให้เกิดเหตุการณ์ร้ายแรง เช่น เหตุการณ์ทั้งกุสกา จากการจำลองพบว่าดาวพฤหัสบดีดักจับดาวหางได้คิดกว่า โลกประมาณ 5,000 เท่า ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือในปี 1994 ดาวพฤหัสบดีดักจับดาวหางซูเมกเกอร์-เลวี 9 ที่ตกเป็นเสี่ยงๆ ซึ่งคาดว่ามีความยาวประมาณ 1.8 กิโลเมตร หากดาวหางดวงนี้พุ่งชนโลกแทน อาจส่งฝุ่นและเศษซากเข้าไปในชั้นบรรยากาศและบดบังแสงแดด การอุดหนุนนี้อาจกินเวลานานพอที่จะฆ่าพืชได้ทั้งหมด ส่งผลให้มนุษย์และสัตว์ต่างๆ ที่ต้องพึ่งพาพืชเพื่อการดำรงชีวิต ต้องสูญพันธุ์



รูปที่ 2.9 Fragmented Shoemaker-Levy 9 และผลกระทบต่อดาวพฤหัสบดี

ข. การมีอยู่ของเทคโทนิคส์ ปลาย

ทฤษฎีแผ่นธรณีภาคเป็นทฤษฎีที่อธิบายการเคลื่อนตัวในระดับใหญ่ของเปลือกโลก ซึ่งถูกแยกออกเป็น แผ่นเปลือกโลกขนาดใหญ่ หลายแผ่น โดย การเคลื่อนที่ของพาความร้อนของเปลือกโลก ทฤษฎีนี้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาได้หลายอย่าง เช่น การเคลื่อนที่ของทวีป การก่อตัวของภูเขา แผ่นดินไหว และการระเบิดของภูเขาไฟ



รูป ที่ 2.10 แผ่น เปลือกโลก ที่ ก่อ ตัว เป็น เปลือกโลก

เปลือกโลก มี บทบาทสำคัญในด้านต่างๆ ของระบบโลกซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงและโดยอ้อมต่อการอยู่รอดของมนุษย์ หนึ่งในด้านที่สำคัญที่สุดของเปลือกโลกคือการควบคุมสภาพอากาศของโลกโดยอัตโนมัติผ่านวัฏจักรคาร์บอน

สภาพอากาศของโลกนั้น ถูกกำหนดโดยรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามา ค่าสะท้อนแสงของพื้นผิวโลก และองค์ประกอบของบรรยากาศเป็นหลัก โดยรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาจะเกือบคงที่เป็นเวลานาน ค่าสะท้อนแสงคืออัตราส่วนของรังสีที่เข้ามาต่อรังสีที่สะท้อนกลับ รังสีที่สะท้อนกลับจากพื้นผิวโลกจำนวนมากจะถูกดูดซับโดย โมเลกุล ของ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในชั้นบรรยากาศ รังสีที่ดูดซับจะทำให้โมเลกุลของ CO₂ ร้อนขึ้น และแผ่รังสีกลับไปในทุกทิศทาง โดยประมาณครึ่งหนึ่งของรังสีจะกลับสู่โลกในรูปของความร้อน

พลังงานความร้อนที่กักเก็บนี้จะเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิวโลกโดยเฉลี่ย

ซึ่งเรียกว่าปรากฏการณ์เรือนกระจก

วัฏจักร คาร์บอนคือกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร ดิน แร่ธาตุ หิน พืช และสัตว์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการควบคุมสภาพอากาศของโลก คาร์บอนเข้าสู่ชั้นบรรยากาศเมื่อ คาร์บอนไดออกไซด์ จากการหายใจ การเผาไหม้ และการปะทุของภูเขาไฟ พืชดูดซับ CO₂ ระหว่างการสังเคราะห์แสง โดยแปลงให้เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งสัตว์จะบริโภคและปล่อยกลับสู่ชั้นบรรยากาศผ่านการหายใจและการย่อยสลาย ในมหาสมุทร CO₂ จะถูก ละลาย และนำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิตในทะเลเพื่อสร้างเปลือกแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) เมื่อสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ตาย

เปลือกของพวกมันจะสะสมอยู่ที่พื้นมหาสมุทรและก่อตัวเป็นหินตะกอน

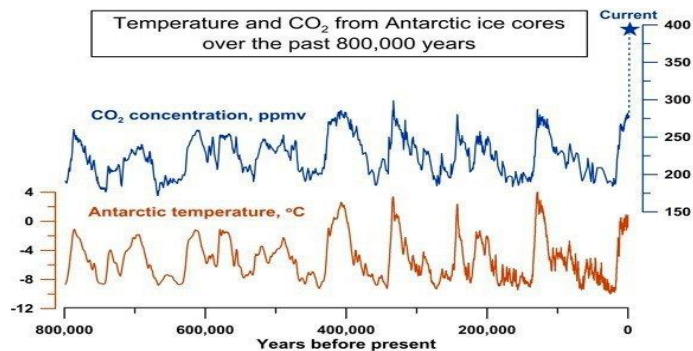
การสุกของหินบนบกยังดูดซับ CO₂ อีกด้วย โดยก่อให้เกิดคาร์บอเนตที่ถูกชะล้างลงสู่มหาสมุทร กระบวนการสุกของหิน นี้ ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ หาก มี มาก เกินไป CO₂ ในชั้นบรรยากาศและ อุณหภูมิ ที่สูงขึ้น จากปรากฏการณ์ เรือนกระจก ทำให้ กระบวนการสุกของหิน เพิ่มขึ้นและดูดซับ CO₂ มากขึ้น หาก CO₂ ใน ชั้น บรรยากาศ ถูก กักเก็บ ออกไป อุณหภูมิของโลกจะลดลง หากอุณหภูมิของโลกลดลง กระบวนการสุกของหิน จะลดลง และมี CO₂ น้อย ลง จะ ถูกกำจัดออกจากชั้นบรรยากาศ หากเกิดขึ้น CO₂ ที่สะสมจะก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกมากขึ้นและเพิ่มอุณหภูมิ กระบวนการนี้เรียกว่า " วงจรการผูกพัน ของ หินคาร์บอนไดออกไซด์" ในช่วงเวลาทางธรณีวิทยา กิจกรรมทางธรณีวิทยาสามารถผลักดันที่มีคาร์บอนสูงเหล่านี้ให้เคลื่อนตัวลงไปที่ชั้นแมนเทิลของโลกผ่านการมุดตัว

จากนั้นคาร์บอนจะถูกปล่อยกลับเข้าไปในชั้นบรรยากาศผ่านการปะทุของภูเขาไฟ ทำให้วงจรนี้สมบูรณ์

วัฏจักรการสุกของหินที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิจะควบคุมอุณหภูมิของโลกโดยอัตโนมัติตลอดช่วงเวลาทางธรณีวิทยา

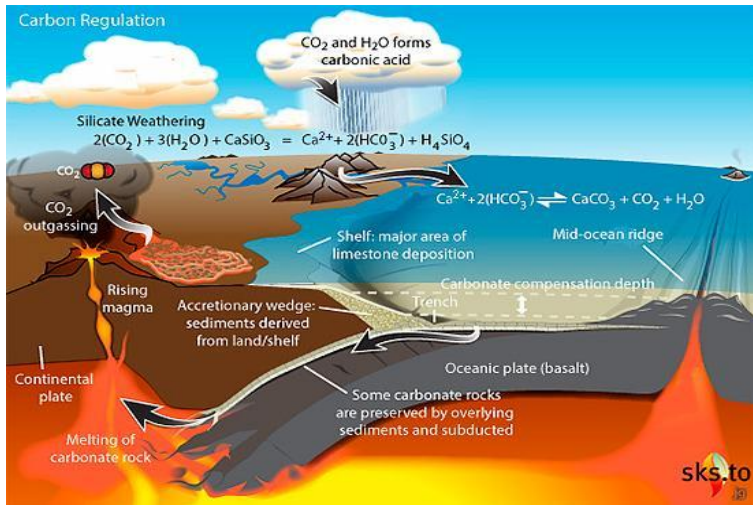
รูปภาพด้านล่างแสดงให้เห็นว่าวัฏจักรนี้ทำงานอย่างไรในช่วง 800,000 ปีที่ผ่านมา

เมื่อปริมาณคาร์บอน ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิของโลกก็จะเพิ่มขึ้น
 และเมื่อคาร์บอน ไดออกไซด์ลดลง อุณหภูมิของโลกก็จะลดลง



รูปที่ 2.1 1. ความสัมพันธ์ระหว่าง CO₂ และอุณหภูมิ

อย่างไรก็ตาม วัฏจักรการสุฟงของหินคาร์บอนไดออกไซด์
 จะไม่ทำงานหากไม่มีการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก ในกรณีดังกล่าว CO₂ ที่สะสมไว้
 จะไม่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่ ดังนั้น ผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกจึงลดลง
 หากไม่มีผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก อุณหภูมิของโลก จะลดลงอย่างรวดเร็ว และ น้ำ
 ทั้งหมด จะแข็งตัว หาก น้ำ ทั้งหมด แข็งตัว
 พลังงานแสงอาทิตย์ที่เข้ามาจะสะท้อนกลับเนื่องจากค่าสะท้อนแสงสูง และในที่สุด
 โลกจะเข้าสู่ ยุคน้ำแข็ง ที่ไม่สามารถย้อนกลับได้



รูปที่ 2.1 2. คาร์บอนไดออกไซด์ถูก หมุนเวียน ใหม่ โดยแผ่นเปลือกโลก

งานวิจัยล่าสุดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกแสดงให้เห็นว่าหากโลกมีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าปัจจุบันประมาณร้อยละ 20 หากเปลือกโลกประกอบด้วยโลหะ เช่น เหล็กและนิกเกิล เพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย หรือหากเปลือกโลกหนาขึ้น การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกก็คงไม่สามารถทำงานได้เหมือนในปัจจุบัน

โดยรวมแล้ว

การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกเป็นกระบวนการพื้นฐานที่สนับสนุนสิ่งมีชีวิตโดยรักษาเสถียรภาพทางธรณีวิทยาและสิ่งแวดล้อมของโลก

ฉัน. ขนาด ที่เหมาะสมของดวงอาทิตย์

ขนาด ของเขตอยู่อาศัย (HZ) ของ ดาวเคราะห์

จะแตกต่างกัน ไปขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของ ดาวเคราะห์ ดาว กลาง

สำหรับดาวฤกษ์ขนาดเล็ก เช่น ดาวแคระแดง HZ

จะอยู่ใกล้กับดาวฤกษ์เนื่องจากดาวฤกษ์เปล่งแสงและความร้อนน้อยกว่า ทำให้ระยะของ HZ แคบกว่าระยะรอบดวงอาทิตย์ เนื่องจากอยู่ใกล้กัน

ดาวเคราะห์ในเขตที่อยู่อาศัยได้ของดาวเคราะห์แดงจึงอาจเกิดการล็อกด้วยแรงไทดัลได้ เช่นเดียวกับดวงจันทร์ของเราที่ล็อกกับโลก หากเป็นเช่นนั้น

ดาวเคราะห์จะไม่สามารถสร้างสนามแม่เหล็กและสร้างแมกนีโตสเฟียร์ได้เนื่องจากการหมุนตัวที่ช้า หากไม่มีแมกนีโตสเฟียร์

รังสีที่เป็นอันตรายจากดาวฤกษ์อาจเข้าถึงพื้นผิวของดาวเคราะห์ได้อย่างอิสระ

ส่งผลให้เซลล์และดีเอ็นเอได้รับความเสียหาย นอกจากนี้

ด้านกลางวันจะได้รับแสงแดดตลอดเวลาและความร้อนจัด

ในขณะที่ด้านกลางคืนจะอยู่ในความมืดตลอดเวลาและหนาวเย็นจัด

สำหรับดาวฤกษ์ขนาดใหญ่ เช่น ดาวฤกษ์ยักษ์สีน้ำเงินหรือดาวฤกษ์ยักษ์แดง HZ

อยู่ไกลจากดาวฤกษ์มาก อย่างไรก็ตาม

ดาวเคราะห์ในเขตเหล่านี้ต้องเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญ

ดาวฤกษ์ยักษ์มีวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีมวลมาก เผาไหม้ไฮโดรเจนอย่างรวดเร็ว

ขยายตัวเป็นดาวฤกษ์ยักษ์แดง

และเกิดการหลอมรวมหลายขั้นตอนจนกระทั่งก่อตัวเป็นแกนกลางเหล็ก

แกนกลางนี้จะยุบตัวในที่สุด ส่งผลให้เกิดการระเบิดของซูเปอร์โนวา

และทั้งดาวนิวตรอนหรือหลุมดำไว้เบื้องหลัง อายุขัยทั่วไปของดาวฤกษ์ยักษ์คือเพียงไม่กี่ล้านปี

ซึ่งหมายความว่า ก่อนที่ดาวฤกษ์จะระเบิดเป็นซูเปอร์โนวา

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดาวเคราะห์ในเขต HZ

จะต้องหาดาวเคราะห์อื่นที่เหมาะสมเพื่ออพยพไปอยู่เพื่อความอยู่รอด นอกจากนี้

ดาวฤกษ์ยักษ์ยังปล่อยรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีเอกซ์ในระดับสูง

ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อดีเอ็นเอและเซลล์ ทำให้สภาพแวดล้อมบนพื้นผิวของดาวเคราะห์ในเขต

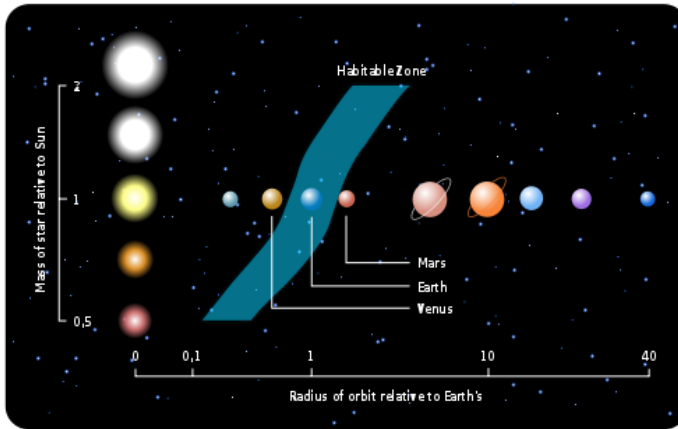
HZ ไม่เหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ ดาวฤกษ์ยักษ์อาจมี

พลังงานที่ส่งออกไปไม่แน่นอนอย่างมาก

ส่งผลให้สภาพอากาศบนดาวเคราะห์ที่โคจรรอบไม่เสถียร

ความไม่เสถียรดังกล่าวอาจทำให้เกิดความผันผวนของอุณหภูมิอย่างรุนแรง

จนทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้ยาก



รูปที่ 2.13 การเปลี่ยนแปลงของ เขต ที่อยู่อาศัย ตามขนาดของดาว

เขตอยู่อาศัย (Happiness Zone: HZ) รอบดาวฤกษ์คล้ายดวงอาทิตย์มีข้อดีมากมาย ดาวฤกษ์เหล่านี้มีพลังงานที่เสถียรค่อนข้างมากในช่วงเวลาอันยาวนาน ทำให้ให้แสงและความร้อนที่สม่ำเสมอแก่ดาวเคราะห์ในเขตอยู่อาศัยได้ เสถียรภาพนี้สนับสนุนการพัฒนาสภาพภูมิอากาศและระบบนิเวศที่เสถียร เขตอยู่อาศัยรอบดาวฤกษ์คล้ายดวงอาทิตย์อยู่ห่างออกไปปานกลาง ไม่ใกล้หรือไกลจากดาวฤกษ์เกินไป

สเปกตรัมแสงจากดาวฤกษ์คล้ายดวงอาทิตย์เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการสังเคราะห์แสง ช่วยให้พืชและสิ่งมีชีวิตสังเคราะห์แสงอื่นๆ

แปลงแสงอาทิตย์เป็นพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งก่อให้เกิดฐานของห่วงโซ่อาหารที่ยั่งยืน นอกจากนี้

ดาวฤกษ์คล้ายดวงอาทิตย์มักจะมีกิจกรรมดาวฤกษ์ที่เป็นอันตรายน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดาวฤกษ์ขนาดเล็ก เช่น ดาวแคระแดง

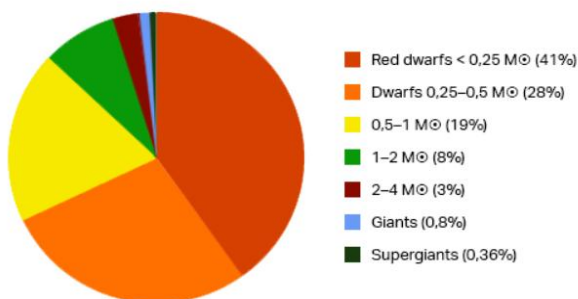
การเกิดเปลวสุริยะและกิจกรรมแม่เหล็กที่เข้มข้นน้อยกว่าทำให้ดาวเคราะห์ในเขตอยู่อาศัยได้รับรังสีที่เป็นอันตรายและการทำลายบรรยากาศน้อยลง

เศษส่วนของดาวฤกษ์คล้ายดวงอาทิตย์มีเพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์

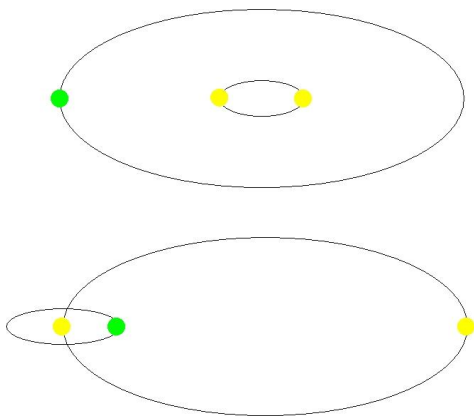
เนื่องจากดาวฤกษ์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและเบากว่าดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ดวงเดียว แต่ประมาณ 50% ถึง 60% ของดาวฤกษ์เป็นดาวฤกษ์คู่หรือระบบดาวหลายดวง

เขตที่อยู่อาศัยได้ในระบบดาวหลายดวงมีข้อจำกัดมากกว่ามากเนื่องจากวงโคจรที่ซับซ้อน แสงสว่างที่แปรปรวน การรบกวนจากแรงโน้มถ่วง และระดับรังสีที่อาจเกิดขึ้น



รูปที่ 2.14 การกระจายตัวของมวลของดวงดาว



รูปที่ 2.15 วงโคจรรอบดาวคู่ (ด้านบน) และวงโคจรรอบปฐมภูมิหรือรอบทุติยภูมิ (ด้านล่าง) ในระบบดาวคู่

จ. ระยะห่างที่เหมาะสมจากศูนย์กลางของกาแล็กซี

เช่นเดียวกับ HZ ในระบบสุริยะของเรา มีเขตที่อยู่อาศัยได้ของกาแล็กซี (GHZ)

อยู่ภายในกาแล็กซีที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุด สภาพแวดล้อมที่จำเป็นสำหรับ GHZ ได้แก่ ความเป็นโลหะ ความหนาแน่นของดาวฤกษ์ ระดับรังสี และสภาพแวดล้อมในวงโคจร

GHZ ต้องมีความเข้มข้นของธาตุหนัก (ธาตุที่หนักกว่าฮีเลียม) ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งจำเป็นต่อการก่อตัวของดาวเคราะห์และโมเลกุลอินทรีย์

แม้ว่าธาตุโลหะจะมีอยู่มากมายในใจกลางกาแล็กซี

แต่บริเวณนี้ไม่สามารถถือเป็นโซนที่เหมาะสมสำหรับ GHZ ได้

เนื่องจากมีความหนาแน่นของดาวฤกษ์สูง ซึ่งทำให้เกิดการระเบิดของซูเปอร์โนวา

การระเบิดของรังสีแกมมา (GRB) และเหตุการณ์พลังงานสูงอื่นๆ บ่อยครั้ง

การระเบิดของรังสีแกมมาที่เกิดขึ้นภายในระยะ 10,000

ปีแสงจากโลกอาจส่งผลกระทบร้ายแรงต่อชั้นบรรยากาศ ภูมิอากาศ และชีวมวลของโลก

ผลกระทบในทันทีอาจรวมถึงรังสี UV ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากชั้นโอโซนถูกทำลายประมาณ 40%

ในขณะที่ผลกระทบในระยะยาวอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่

เหตุการณ์ดังกล่าวอาจเป็นภัยคุกคามร้ายแรงต่ออารยธรรมของมนุษย์และโลกธรรมชาติ

การทำลายชั้นโอโซน 40% จะทำให้รังสี UV ที่เพิ่มขึ้นสามารถทำลาย DNA ได้มากกว่า 16 เท่า

แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นรากฐานของห่วงโซ่อาหารในทะเลมีความอ่อนไหวต่อรังสี UV

เป็นพิเศษ การได้รับรังสี UV

ที่เพิ่มขึ้นสามารถยับยั้งการเติบโตและการสืบพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช

ส่งผลให้จำนวนแพลงก์ตอนพืชลดลง

แพลงก์ตอนพืชมีบทบาทสำคัญในวงจรคาร์บอนโดยดูดซับ CO₂

ในระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสง การลดลงของแพลงก์ตอนพืชจะลดการกักเก็บคาร์บอน

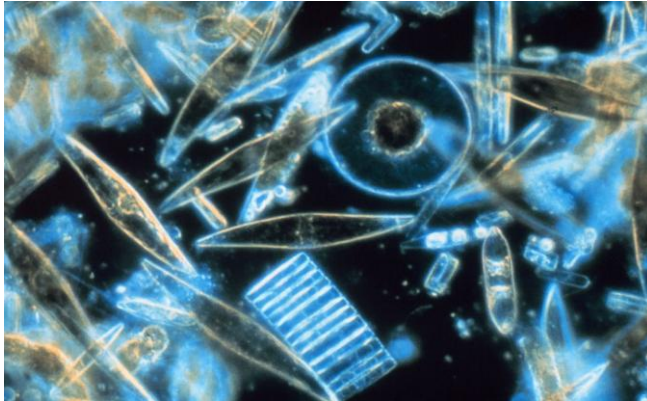
ซึ่งอาจทำให้การสะสม ของ CO₂ ในชั้นบรรยากาศ รุนแรงขึ้น และก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกมากขึ้น

มีหลักฐานบางอย่างที่บ่งชี้ว่าเหตุการณ์การสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ในอดีตบนโลกอาจเกิดจาก

GRB ในบริเวณใกล้เคียง ตัวอย่างเช่น เหตุการณ์การสูญพันธุ์ในยุคออร์โดวิเชียน-

ไซลูเรียนเมื่อประมาณ 450 ล้านปีก่อน

นักวิทยาศาสตร์บางคนตั้งสมมติฐานว่าได้รับอิทธิพลจาก GRB ที่เกิดขึ้นห่างจากโลกไป 6,000 ปีแสง



รูปที่ 2.16 แพลงก์ตอนพืช

ปัญหาอีกประการหนึ่งที่พบในใจกลางกาแล็กซีคือการเผชิญหน้าอย่างใกล้ชิดกับดวงดาวดวงอื่นบ่อยครั้ง

การเผชิญหน้าอย่างใกล้ชิดเหล่านี้ทำให้เกิดการรบกวนแรงโน้มถ่วงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจทำให้วงโคจรและแกนการหมุนของดาวเคราะห์ในระบบดาวเคราะห์ไม่เสถียร การรบกวนดังกล่าวอาจนำไปสู่การโคจรตัดกัน การชน หรือการดีดตัวออกจากระบบ อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของดวงดาวใกล้เคียงยังอาจรบกวนวงโคจรของวัตถุในเมฆออร์ตและแถบไคเปอร์ ส่งผลให้มีดาวหางและดาวเคราะห์น้อยจำนวนมากขึ้นในระบบสุริยะชั้นใน ซึ่งจะเพิ่มโอกาสที่ดาวเคราะห์ต่างๆ จะพุ่งชนได้ รวมถึงโลกด้วย

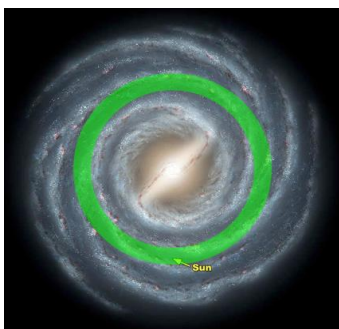
บริเวณรอบนอกของกาแล็กซีมีความหนาแน่นของดาวฤกษ์ต่ำและไม่มีปัญหาดังกล่าว แต่มีปัญหาคriticalประการหนึ่ง นั่นก็คือ อัตราการระเบิดของซูเปอร์โนวาที่ต่ำ ส่งผลให้สสารระหว่างดาวมีธาตุโลหะไม่เพียงพอต่อการก่อตัวของดาวเคราะห์ประเภทหิน ทำให้บริเวณรอบนอกของกาแล็กซีไม่เหมาะสำหรับ การเกิดสิ่งมีชีวิต

บริเวณที่เอื้ออำนวยคือ GHZ คือบริเวณที่มีธาตุหนักเพียงพอต่อการก่อตัวของดาวเคราะห์ มีซูเปอร์โนวาและเหตุการณ์อันตรายอื่นๆ น้อยกว่าสำหรับสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยต่อชีวิต

และพื้นที่ที่มีผู้คนพลุกพล่านน้อยกว่าสำหรับวงโคจรของดาวเคราะห์ที่เสถียร นอกจากนี้ ยังมีบริเวณที่ความเร็วการโคจรของดาวตรงกับความเร็วของรูปแบบแขนก้นหอยของกาแล็กซี ซึ่งเรียกว่ารัศมีโคโรเทชัน ภายในรัศมีโคโรเทชัน

ดาวฤกษ์และระบบดาวเคราะห์ของพวกมันจะประสบกับปฏิสัมพันธ์แรงโน้มถ่วงที่รบกวนกับแขนก้นหอยน้อยกว่า ทำให้มีแนวโน้มที่จะมีสภาพที่อยู่อาศัยได้อย่างยั่งยืน

เมื่อพิจารณาจากเงื่อนไขทั้งหมดนี้ GHZ จะอยู่ห่างจากใจกลางกาแล็กซีประมาณ 23,000 ถึง 29,000 ปีแสง โดยบังเอิญ ระบบสุริยะของเราอยู่ห่างจากใจกลางกาแล็กซีประมาณ 26,000 ปีแสง และตั้งอยู่ใจกลาง GHZ



รูปที่ 2.17 เขตที่อยู่อาศัยในกาแล็กซี

ในบทนี้ เราได้สำรวจสภาพแวดล้อมที่พิเศษและไม่เหมือนใคร 10 ประการที่ทำให้โลกเป็นดาวเคราะห์ที่พิเศษ สภาพแวดล้อมเหล่านี้มีความสมดุลและปรับตัวอย่างแม่นยำจนโอกาสที่สภาพแวดล้อมเหล่านี้จะเกิดขึ้นโดยบังเอิญนั้นต่ำมาก ความแม่นยำที่จำเป็นสำหรับระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ แกนเอียง คาบการหมุน สนามแม่เหล็ก บรรยากาศ และปัจจัยสำคัญอื่นๆ ก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่สามารถรองรับสิ่งมีชีวิตได้อย่างพิเศษ สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกันในที่อื่นในจักรวาลนั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย ซึ่งยังเน้นย้ำถึงความโดดเด่นของโลก นอกจากนี้ การปกป้องและเสถียรภาพที่โลกได้รับ—

การป้องกันจากเหตุการณ์ในจักรวาลที่เป็นอันตรายและการรักษาสมดุลทางระบบนิเวศที่ละเอียดอ่อน—นั่นยิ่งถึงเอกลักษณ์เฉพาะของโลกเมื่อเทียบกับ ดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ

ปัจจัยเหล่านี้เมื่อนำมารวมกันสนับสนุนแนวคิดที่ว่าโลกได้รับการออกแบบโดยเจตนาให้เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต โดยผู้สร้างอันศักดิ์สิทธิ์

ความสมดุลของสภาพแวดล้อมที่ปรับแต่งอย่างประณีตนี้ไม่ใช่แค่เรื่องบังเอิญ

แต่ยังแสดงให้เห็นถึงการออกแบบที่มีจุดประสงค์และชาญฉลาด

ทำให้โลกเป็นสภาพแวดล้อมที่พิเศษและเหมาะสมเป็นพิเศษสำหรับการดำรงอยู่ของ สิ่งมีชีวิต

3. การสร้างสรรค์ หรือ การวิวัฒนาการ ?

เราถูกสร้างขึ้นหรือวิวัฒนาการมา? การถกเถียงเกี่ยวกับต้นกำเนิดของชีวิตยังคงดำเนินต่อไป แต่ระบบการศึกษาปัจจุบันสอนว่าวิวัฒนาการคือทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับเกี่ยวกับต้นกำเนิดของชีวิต ในขณะที่ถือว่าการสร้างสรรค์โลกเป็นเพียงข้ออ้างที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีวิวัฒนาการ เริ่มต้น ด้วยสมมติฐานของการกำเนิดสิ่งมีชีวิตแบบ ไม่มีสิ่งมีชีวิตอื่น (abiogenesis) เพื่ออธิบายต้นกำเนิดของชีวิต ก่อนอื่นเราจะเจาะลึกประเด็นนี้โดยละเอียด

จากนั้นจึงสำรวจว่าทฤษฎีของดาร์วินควรเรียกว่า "ทฤษฎีวิวัฒนาการ" หรือ "ทฤษฎีการปรับตัวทางพันธุกรรม" เราจะพูดถึงคำถามที่ว่ามนุษย์วิวัฒนาการมาจากลิงหรือไม่ นอกจากนี้ เราจะ แนะนำการออกแบบอย่างชาญฉลาดและ

ตรวจสอบแนวคิดครีเอชันนิสม์ผ่านมุมมองของฟิสิกส์อนุภาค การดำรงอยู่ของชีวิตนอกโลก สัญชาตญาณของสัตว์ และคณิตศาสตร์ที่พบในธรรมชาติ

ก . กำเนิด ของ ชีวิต

สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตบนโลกเริ่มต้นจากการก่อตัวของกรดอะมิโนโดยธรรมชาติจากอะตอมที่มีคาร์บอน (abiogenesis) ในซูปดิงเคิมของโลกยุคแรก กรดอะมิโนเหล่านี้เชื่อมเข้าด้วยกันผ่านพันธะเปปไทด์เพื่อสร้างโปรตีนซึ่งทำหน้าที่สำคัญต่างๆ ภายในเซลล์ เช่น เร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีและให้การสนับสนุนโครงสร้าง เมื่อเวลาผ่านไป กรดนิวคลีอิก เช่น RNA และ DNA ก็ปรากฏขึ้น

ทำให้สามารถจัดเก็บและส่งต่อข้อมูลทางพันธุกรรมได้

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและกรดนิวคลีอิกช่วยให้เซลล์โพรคาริโอตแบบเรียบง่ายพัฒนาได้ ซึ่งในที่สุดก่อให้เกิดเซลล์ยูคาริโอตที่ซับซ้อนมากขึ้น เซลล์ยูคาริโอตเหล่านี้จึงวิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

โดยการแบ่งตัวของเซลล์นำไปสู่การพัฒนาของเนื้อเยื่อและอวัยวะเฉพาะทาง การเดินทางครั้งนี้สิ้นสุด ลงพร้อมกับ รูปแบบชีวิตที่หลากหลายและซับซ้อนที่เราเห็นในปัจจุบัน

เรามาดู ตรวจสอบ ว่า กระบวนการเหล่านี้ สามารถเกิดขึ้น เองได้ หรือไม่

เราจะสำรวจหัวข้อต่อไปนี้: i) การก่อตัวของกรดอะมิโน ii) การก่อตัวของ RNA iii)

การก่อตัวของโปรตีน iv) การก่อตัวของ DNA v) การก่อตัวของเซลล์ vi) การก่อตัวของเซลล์ยูคาริโอต vi i) การกำหนดตำแหน่งของออร์แกเนลล์ viii) การแบ่งตัวของเซลล์ i x) การก่อตัวของเนื้อเยื่อและอวัยวะ x) การก่อตัวของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

i. การ ก่อตัวของ กรดอะมิโน เอ

การก่อตัวของกรดอะมิโนภายใต้สภาวะก่อนยุคชีวภาพของโลกยุคแรกเป็นหัวข้อสำคัญในการทำความเข้าใจต้นกำเนิดของชีวิต การทดลองของ Miller-Urey ซึ่งดำเนินการในปี 1952 เป็นการ ศึกษา วิจัย ที่จำลองสภาวะบรรยากาศของโลกยุคแรกเพื่อศึกษา

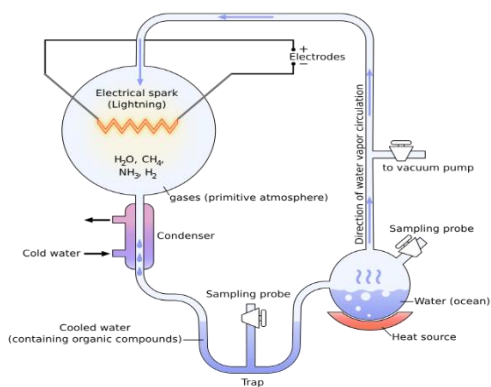
การก่อตัวของกรดอะมิโน

โดยใช้ส่วนผสมของก๊าซที่คิดว่ามีลักษณะคล้ายกับบรรยากาศในยุคแรก (มีเทน แอมโมเนีย ไฮโดรเจน และไอน้ำ) และใช้ประกายไฟฟ้าเพื่อเลียนแบบสายฟ้า

พวกเขาสังเคราะห์กรดอะมิโนหลายชนิดได้ รวมทั้งไกลซีนและอะลานีน

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าโมเลกุลอินทรีย์ที่จำเป็นต่อชีวิตสามารถก่อตัวได้จากสารประกอบอนินทรีย์ธรรมดาภายใต้สภาวะก่อนชีวภาพ

ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าชีวิตบน โลกสามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการทางเคมีตามธรรมชาติได้อย่างมีนัยสำคัญ การทดลองของมิลเลอร์-ยูเรย์สังเคราะห์ กรดอะมิโน บางส่วน ได้ สำเร็จ แต่ต้องเผชิญกับปัญหาหลายประการที่สำคัญที่ต้องพิจารณา



รูปที่ 3.1 แผนผังของ มิลเลอร์-ยูเรย์ การ ทดลอง

ของ มิลเลอร์-ยูเรย์ใช้ เครื่องปล่อยประจุไฟฟ้าเพื่อเลียนแบบ พายุ ตามธรรมชาติ แต่เครื่องมือของพวกเขา และพายุตามธรรมชาติมีความแตกต่างกันอย่างมากในหลายๆ ด้าน เครื่องมือของพวกเขา ใช้ แรงดัน ไฟฟ้า 50,000 โวลต์และ สร้าง ความร้อน 250 องศา ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าของ พายุคือ 100 ล้านโวลต์ และสร้างความร้อน 50,000 องศา

การปล่อยประจุไฟฟ้าในการทดลองของ Miller-Urey

ค่อนข้างต่อเนื่องและสามารถคงอยู่ได้เป็นระยะเวลาสั้น

ทำให้มั่นใจได้ว่ามีพลังงานที่สม่ำเสมอสำหรับปฏิกิริยาเคมี ในทางตรงกันข้าม

พายุไม่ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว และมีระยะเวลา สั้นมาก

โดยกินเวลาเพียงไม่กี่ไมโครวินาทีถึงมิลลิวินาทีเท่านั้น

ดาวหางเป็นซากของระบบสุริยะในยุคแรกและมีวัสดุก่อสร้างดั้งเดิมที่ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

องค์ประกอบของดาวหางสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าเกี่ยวกับองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศของโลกในยุคแรก องค์ประกอบหลักของดาวหาง คือ น้ำ (86%) คาร์บอนไดออกไซด์ (10%) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (2.6%) แอมโมเนียและมีเทนครอบครองน้อยกว่า 1%

ของทั้งสองอย่าง ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่า ก๊าซที่ใช้ใน การทดลองของ Miller-Urey ไม่สามารถแสดงถึงชั้นบรรยากาศของโลกในยุคแรกได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีมากที่สุดและ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งมีมาก ที่สุดเป็นอันดับสอง นอกจากนี้ คาร์บอนไดออกไซด์ยังเป็น ตัว ออกซิไดซ์ ซึ่งยับยั้งการก่อตัวของกรดอะมิโน

องค์ประกอบ	อัตราส่วน (%)	อ้างอิง
น้ำ (H ₂ O)	100 (86%)	ปีนโต และคณะ (2022)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	12 (10%)	ปีนโต และคณะ (2022)
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	3 (2.6%)	ปีนโต และคณะ (2022)

แอมโมเนีย (NH_3)	0.8 (0.7%)	รูสโซและคณะ (2016)
เอมีน เอเทน (CH_4)	0.7 (0.6%)	มัมมาและคณะ (1996)

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบของดาวหาง (น้ำ = 100)

การทดลองของ Miller-Urey

สันนิษฐานว่าบรรยากาศก่อนชีวภาพของโลกยุคแรกเป็นบรรยากาศที่ลดจำนวนลง

อย่างไรก็ตาม หากเป็นบรรยากาศออกซิไดซ์

บรรยากาศดังกล่าวจะขัดขวางการก่อตัวของกรดอะมิโน โดยการสลายหรือออกซิไดซ์โมเลกุลอินทรีย์

เงื่อนไขของบรรยากาศของโลกยุคแรกเป็นหัวข้อการสอบสวนและถกเถียงทางวิทยาศาสตร์อย่าง

ต่อเนื่อง Urey (1952), Miller (1953) และ Chyba & Sagan (1997) ได้แย้งเพื่อสนับสนุน

บรรยากาศ ที่ ลด จำนวนลง ในขณะที่ Albesson (1966), Pinto et al. (1980), Zahnle (1986) และ

Trail et al. (2011) ได้แย้งเพื่อสนับสนุนบรรยากาศออกซิไดซ์

บทความของ Trail et al. (2011) ที่ตีพิมพ์ในวารสาร Nature

ถือเป็นสิ่งที่ควรค่าแก่การกล่าวถึง

พวกเขาวิเคราะห์สถานะออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์จากยุคเฮเดียนโดยใช้อัตราส่วนของสถานะ

ออกซิเดชันของซีเรียม (Ce)

การวิเคราะห์บ่งชี้ว่าแมกมาเฮเดียนมีออกซิเดชันมากกว่าที่คิดไว้ก่อนหน้านี้

โดยมีสภาพเช่นเดียวกับก๊าซภูเขาไฟในปัจจุบัน

สถานะออกซิเดชันที่มากขึ้นของแมกมาเฮเดียนบ่งชี้ว่า

การปล่อยก๊าซของภูเขาไฟจะปล่อยไฮโดรเจน (H_2) น้อยลงและไอน้ำ (H_2O)

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มากขึ้น

พวกเขาสรุปว่าชั้นบรรยากาศของโลกยุคแรกน่าจะ รีดิวซ์ น้อยกว่า

และออกซิไดซ์มากกว่าที่เคยคิดกันไว้

ผลการค้นพบของพวกเขาทำให้เกิดคำถามเกี่ยวกับความถูกต้องของการทดลองของ Miller-

Urey

ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอาจเป็นไปได้ที่จะสร้างกรดอะมิโนผ่านการกำเนิดโดยไม่ได้อาศัยสิ่งมีชีวิตในโลกยุคแรกที่มีสิ่งมีชีวิตก่อน

กรดอะมิโนที่ผลิตขึ้นในการทดลองได้รับการเก็บรวบรวมและเก็บรักษาไว้ภายใต้สภาวะในห้องปฏิบัติการ ในสภาวะที่รุนแรงและแปรปรวนในยุคแรกๆ ของโลก

สารประกอบเหล่านี้อาจมีความเสถียรน้อยลงและมีแนวโน้มที่จะเสื่อมสภาพมากขึ้น

ความเข้มข้นของโมเลกุลอินทรีย์ในการทดลองได้รับการควบคุมและรักษาให้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ในยุคแรกๆ ของโลก

โมเลกุลเหล่านี้อาจเจือจางอย่างมากในมหาสมุทรขนาดใหญ่หรือถูกกระจายอย่างรวดเร็ว

ซึ่งอาจลดโอกาสของการวิวัฒนาการทางเคมีในอนาคต

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งคือความเป็นไครัล กรดอะมิโนที่ผลิตออกมาเป็นราซิมิก

ซึ่งหมายความว่ากรดอะมิโนเหล่านี้มีไอโซเมอร์มือซ้ายและมือขวาในปริมาณที่เท่ากัน

สิ่งมีชีวิตบนโลกใช้กรดอะมิโนมือซ้ายเป็นหลัก (99.3%)

และที่มาของความเป็นไครัลแบบโฮโมไนด์ยังคงไม่สามารถอธิบายได้จากการทดลองของมิลเลอร์-ยูเรย์

ii. การ ก่อตัวของ RNA

สิ่งมีชีวิตทั้งหมดประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิดที่แตกต่างกัน

เพื่อดำเนินการอภิปรายต่อไป สมมติว่ากรดอะมิโน 20 ชนิดเหล่านี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ขั้นตอนต่อไปในการดำรงชีวิตคือการก่อตัวของ RNA โปรตีน และ DNA

จนถึงขณะนี้ยังไม่มีทฤษฎีที่ได้รับการยืนยันเกี่ยวกับ

การก่อตัวของตามธรรมชาติของโมเลกุลเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์เสนอว่า RNA ปรากฏขึ้นก่อน

เนื่องจากเชื่อกันว่าเป็นโมเลกุลแรกๆ ที่สามารถเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมและเร่งปฏิกิริยาเคมีได้

การทำงานสองอย่างนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของ "สมมติฐาน โลกของ RNA"

ซึ่งเสนอว่าชีวิตเริ่มต้นจากโมเลกุล RNA ก่อนที่จะมีการก่อตัวของ DNA และโปรตีน

แม้ว่าสมมติฐาน โลกของ RNA จะให้กรอบความคิดที่น่าสนใจ

แต่ก็เผชิญกับความท้าทายที่สำคัญหลายประการ: (i) RNA

เป็นโมเลกุลที่ซับซ้อนเกินกว่าที่จะเกิดขึ้นในเชิงฟิสิกส์ (ii) RNA นั้นไม่เสถียร โดยเนื้อแท้ (iii) การเร่งปฏิกิริยาเป็นคุณสมบัติที่แสดงโดยชุดย่อยที่ค่อนข้างเล็กของลำดับ RNA ยาว และ (iv) คลังตัวเร่งปฏิกิริยาของ RNA นั้นจำกัดเกินไป

มาเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความท้าทายประการแรกกัน

นิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วยองค์ประกอบสามอย่าง ได้แก่ เบสไนโตรเจน (อะดีนีน กัวนีน ไซโทซีน และยูราซิล) น้ำตาลไรโบส และกลุ่มฟอสเฟต เพื่อให้ RNA ก่อตัวขึ้น องค์ประกอบเหล่านี้จะต้องเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติภายใต้สภาวะก่อนชีวภาพ มาตรวจสอบความเป็นไปได้ของกระบวนการนี้กัน

● การเกิดเบสไนโตรเจน

เบสไนโตรเจน เป็นโมเลกุลที่ซับซ้อนที่มีโครงสร้างวงแหวนที่ซับซ้อน การประกอบโมเลกุลเหล่านี้โดยธรรมชาติจากสารประกอบฟอสฟอไรต์ที่เรียบง่ายนั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย เนื่องจากต้องใช้ ปฏิกิริยาเคมีเฉพาะ สภาวะปฏิกิริยาเฉพาะ และตัวเร่งปฏิกิริยาจึงจะสร้างโครงสร้างวงแหวนได้ ซึ่งรวมถึงปฏิกิริยาอะมิเนชัน ซึ่งกลุ่มอะมีน (NH_2) ถูกเพิ่มเข้าไปในโครงคาร์บอน ต้องใช้สารประกอบไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย อัลดีไฮด์ หรือคีโตน ซึ่งมักได้รับการอำนวยความสะดวกโดยตัวเร่งปฏิกิริยาหรืออุณหภูมิสูง ปฏิกิริยาคีโตน-อัลดีไฮด์ ซึ่งกำจัดอะตอมออกซิเจน ต้องใช้ตัวรีดิวซ์ เช่น ไฮโดรเจนหรือก๊าซมีเทน การก่อตัวของวงแหวน ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างโครงสร้างฐานไนโตรเจน มักเกิดขึ้นในกระบวนการหลายขั้นตอนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงและแรงดันสูง ซึ่งมักได้รับการเร่งปฏิกิริยาโดยไอออนของโลหะ ในที่สุด การเติมเบสไนโตรเจนอาจต้องใช้สภาพแวดล้อมที่มีพลังงานสูงและสารประกอบสารตั้งต้นเฉพาะเพื่อทำให้กระบวนการเสร็จสมบูรณ์

เชื่อกันว่าสภาพแวดล้อมของโลกในยุคแรกนั้นแตกต่างกันอย่างมากในแง่ของอุณหภูมิ ค่า pH และสารประกอบเคมีที่มีอยู่

การสร้างเงื่อนไขที่แม่นยำซึ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์เบสไนโตรเจนนั้นเป็นเรื่องที่ทำนายอย่าง

ยิ่ง ตัวอย่างเช่น

เงื่อนไขที่มีพลังงานสูงซึ่งจำเป็นต่อการสร้างเบสเหล่านี้ อาจไม่มีอยู่หรือคงอยู่ตลอดเวลา แม้จะอยู่ในสภาวะห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สุด ผลผลิตของเบสในโตรเจนก็มักจะต่ำ สิ่งนี้ทำให้เกิดคำถามว่า เบสเหล่านี้สามารถผลิตได้ใน ปริมาณที่เพียงพอ

ตามธรรมชาติเพื่อสนับสนุนการก่อตัวของ RNA หรือกรดนิวคลีอิกอื่นๆ หรือไม่

เส้นทางที่นำไปสู่การสังเคราะห์เบสในโตรเจนนั้นเกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่างๆ

หลายขั้นตอนและสารประกอบกลาง

ความเป็นไปได้ที่เงื่อนไขและสารประกอบที่จำเป็นทั้งหมดจะพร้อมๆ

กันและในสัดส่วนที่ถูกต้องนั้นยังน่าสงสัย

การก่อตัวของเบสในโตรเจนโดยทั่วไปต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อขับเคลื่อนปฏิกิริยาเคมี ในโลกก่อนชีวภาพ

การปรากฏตัวของตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าวในความเข้มข้นและสภาวะที่เหมาะสมนั้น ไม่แน่นอน

หากไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าเกินไปจนไม่มีนัยสำคัญ

แม้ว่าเบสในโตรเจนจะสามารถก่อตัวได้เอง

แต่ความเสถียรของโมเลกุลในสภาพแวดล้อมก่อนชีวภาพนั้น น่าสงสัย

โมเลกุลเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะสลายตัวภายใต้รังสี UV การไฮโดรไลซิส

และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

ความไม่เสถียรนี้จะขัดขวางการสะสมและการนำไปใช้ในการสร้าง RNA ในภายหลัง

● การก่อตัวของน้ำตาลไรโบส

ปฏิกิริยาฟอริโมส ซึ่ง เกี่ยวข้องกับการเกิดพอลิเมอร์เซชันของฟอรัมาลดีไฮด์

ในสภาวะที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา สามารถผลิตไรโบสได้ ปฏิกิริยานี้ขาดความจำเพาะ

ทำให้ได้ไรโบสในปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับน้ำตาลชนิดอื่น นอกจากนี้ยังต้องมีเงื่อนไขเฉพาะ

เช่น การมีแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ซึ่งอาจไม่มีให้ใช้ทั่วไปหรือไม่เสถียรในสภาพแวดล้อมฟรีไบโอติก

หากต้องการให้ไรโบสมีประโยชน์ในการสังเคราะห์ RNA ฟรีไบโอติก

จำเป็นต้องสังเคราะห์และทำให้เสถียรอย่างเลือกสรร อย่างไรก็ตาม

ปฏิกิริยาฟอร์โมสไม่เอื้อต่อการสร้างไรโบสอย่างเลือกสรร

และส่วนผสมของน้ำตาลที่เกิดขึ้นทำให้การใช้ไรโบสในการสังเคราะห์ RNA มีความซับซ้อน

จำเป็นต้องมีกลไกในการทำให้ไรโบสเสถียรหรือคัดเลือกจากส่วนผสมที่ซับซ้อน ได้ มี การ

เสนอ สาร ทำให้ เสถียรที่มีศักยภาพ เช่น แร่โบเรต

แต่ความพร้อมใช้งานและประสิทธิภาพของสารเหล่านี้ในสภาวะฟรีไบโอติกยังไม่ชัดเจน

ปฏิกิริยาฟอร์โมสต้องการฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งต้องมีความเข้มข้นที่เพียงพอ

การผลิตและความเสถียรของฟอร์มัลดีไฮด์ภายใต้สภาวะฟรีไบโอติกเป็นไปได้

เนื่องจากฟอร์มัลดีไฮด์สามารถเกิดการพอลิเมอร์ไรเซชันหรือทำปฏิกิริยากับสารประกอบอื่นได้

ได้ง่าย

สภาพแวดล้อมเฉพาะที่จำเป็นสำหรับปฏิกิริยาฟอร์โมสเพื่อดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและผล

ผลิตไรโบส (เช่น ค่า pH ที่เหมาะสม อุณหภูมิ การมีตัวเร่งปฏิกิริยา) อาจไม่มี

การแพร่หลายหรือเสถียรในยุคแรกๆ ของโลก แม้แต่ภายใต้สภาวะห้องปฏิบัติการที่ควบคุม

ผลผลิตของไรโบสก็ยังคงต่ำ และปฏิกิริยาจะผลิตส่วนผสมที่ซับซ้อนของน้ำตาล

ซึ่งเน้นย้ำถึงความท้าทายในการแยกไรโบสในสภาพแวดล้อมฟรีไบโอติก

ไรโบสเป็นน้ำตาลเพนโทสที่ไม่เสถียรทางเคมีและมีแนวโน้มที่จะสลายตัวอย่างรวดเร็ว

โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาวะที่เชื่อกันว่าแพร่หลายในยุคแรกๆ ของโลก

ความไม่เสถียรนี้เกิดจากข้อเท็จจริงที่ว่าไรโบสสามารถไฮโดรไลซ์ได้ง่ายในสารละลายในน้ำ

และสามารถสลายตัวผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น ปฏิกิริยาไมยาร์ดและการคาราเมล นอกจากนี้

การศึกษายังแสดงให้เห็นว่าไรโบสมีอายุครึ่งชีวิตสั้น โดยเฉพาะในสภาวะที่เป็นด่าง

ทำให้ไม่น่าจะสะสมในปริมาณมากในช่วงเวลาทางธรณีวิทยา

- **การก่อตัวของกลุ่มฟอสเฟต**

การก่อตัวของกลุ่มฟอสเฟตในสภาวะฟรีไบโอติกต้องเผชิญกับความท้าทาย

เนื่องจากแหล่งฟอสเฟตที่หาได้ง่ายนั้นค่อนข้างหายากในยุคแรกๆ ของโลก

ฟอสเฟตมักพบในแร่ธาตุ เช่น อะพาไทต์ ซึ่งไม่ละลายน้ำได้ดี

ทำให้ฟอสเฟตหาได้ง่ายในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำซึ่งเชื่อกันว่ามีเคมีฟรีไบโอติกเกิดขึ้น
แร่ธาตุฟอสเฟตมีแนวโน้มที่จะเฉื่อยทางเคมีภายใต้สภาวะ pH เป็นกลาง
ปฏิกิริยาที่ดำเนินเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการรวมฟอสเฟตเข้ากับโมเลกุลอินทรีย์ที่จำเป็นต่อชีวิต
การก่อตัวของเอสเทอร์ฟอสเฟตซึ่งมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์นั้นต้องการพลังงานในปริมาณมาก ในสภาวะก่อนชีวภาพ
แหล่งพลังงานที่จำเป็นและกระบวนการเร่งปฏิกิริยาเพื่อเอาชนะอุปสรรคเหล่านี้จะ ถูกจำกัด
การศึกษาวิจัยบางกรณีแสดงให้เห็นว่าสภาวะที่มีพลังงานสูง เช่น
สภาวะที่เกิดจากฟ้าผ่าหรือกิจกรรมของภูเขาไฟ
สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการก่อตัวของโมเลกุลที่มีฟอสเฟต อย่างไรก็ตาม
สถานการณ์เหล่านี้ต้องการสภาวะเฉพาะและชั่วคราวที่อาจ ไม่ได้แพร่หลาย
การก่อตัวของโพลีฟอสเฟต ซึ่งเป็นห่วงโซ่ของกลุ่มฟอสเฟต โดยทั่วไปแล้ว ต้องมี
เงื่อนไขเฉพาะ เช่น อุณหภูมิสูง
หรือการมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่อาจหาได้ง่ายในสภาพแวดล้อมก่อนชีวภาพ
โพลีฟอสเฟตมีแนวโน้มที่จะเกิดการไฮโดรไลซิส
โดยสลายตัวเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่ง่ายกว่า
ความเสถียรของสารประกอบเหล่านี้ในสภาวะที่ผันผวนของโลกยุคแรกนั้นยังคงเป็นที่น่าสงสัย
แม้ว่าการทดลองบางอย่างจะแสดงให้เห็นการก่อตัวของโมเลกุลที่มีฟอสเฟตภายใต้สภาวะ
จำลองก่อนเกิดสิ่งมีชีวิต
แต่การทดลองเหล่านี้มักต้องการสภาวะที่เฉพาะเจาะจงและควบคุมได้สูงซึ่งอาจไม่สะท้อนสภาพ
แวดล้อมของโลกในยุคแรกๆ ได้อย่างสมจริง นอกจากนี้
ผลผลิตของโมเลกุลที่มีฟอสเฟตในการทดลองสังเคราะห์ก่อนเกิดสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปมักจะต่ำ
ทำให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ของกระบวนการเหล่านี้ที่เกิดขึ้นบน
โลกก่อนเกิดสิ่งมีชีวิตในระดับที่เพียงพอที่จะกำหนดต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิต

- การก่อตัวของนิวคลีโอไทด์ RNA ที่ทำหน้าที่

แม้ว่าจะเอาชนะความท้าทายทั้งหมดได้และสร้างเบสในโครเจน น้ำตาลไรโบส

และกลุ่มฟอสเฟตได้สำเร็จ แต่ยังคงมีอุปสรรคสำคัญอีกประการหนึ่งที่ยังคงอยู่

นั่นก็คือการก่อตัวของนิวคลีโอไทด์ RNA ที่ทำงานได้

มี RNA หลายประเภท: RNA ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน (mRNA, rRNA, tRNA เป็นต้น), RNA ที่เกี่ยวข้องกับการตัดแปลงหลังการถอดรหัส (snRNA, snoRNA เป็นต้น), RNA เชิงควบคุม (aRNA, miRNA เป็นต้น) และ RNA ปริมาณนิวคลีโอไทด์ในโมเลกุล RNA ขึ้นอยู่กับประเภทของโมเลกุล ตัวอย่างบางส่วน ได้แก่:

- mRNA และ rRNA - หลายร้อยถึงหลายพัน
- tRNA – 70 ถึง 90
- snRNA – 100 ถึง 300
- miRNA – 20 ถึง 25

สมมติว่าโมเลกุล RNA

ทั่วไปซึ่งเราต้องการประมาณความน่าจะเป็นในการสร้างนั้นมีความยาว 100 นิวคลีโอไทด์

ในกรณีนั้นตำแหน่งแต่ละตำแหน่งในลำดับ RNA

สามารถถูกครอบครองโดยเบสใดเบสหนึ่งในสี่ชนิด ได้แก่ อะดีนีน ยูราซิล ไซโทซีน

หรือกวานีน จำนวนลำดับที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่มีความยาว 100 นิวคลีโอไทด์คือ $4^{100} (=1.6 \times 10^{60})$ และความน่าจะเป็นในการสร้าง RNA ที่ใช้งานได้คือ $1/1.6 \times 10^{60} = 6.2 \times 10^{-61}$

ความน่าจะเป็นที่น้อยมากนี้บ่งบอกว่า RNA ที่ใช้งานได้นั้นไม่สามารถก่อตัวขึ้นเองได้

แม้จะมีเบสไนโตรเจน น้ำตาลไรโบส และหมู่ฟอสเฟตที่มีอยู่ก่อนแล้วก็ตาม

i ii . การก่อตัว ของโปรตีน

การ สร้าง โปรตีนเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดอะมิโน

การเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันของกรดอะมิโนเป็นเปปไทด์ และ การพับตัว ของเปปไทด์เหล่านี้ ให้เป็นโปรตีนที่มีฟังก์ชัน มา ตรวจสอบ

ปัญหาและความท้าทายในกระบวนการเหล่านี้ภายใต้สภาวะก่อนชีวภาพกัน

โปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนสายยาว ที่เรียกว่าสายโพลีเปปไทด์

ซึ่งเรียงตัวกันเป็นลำดับเฉพาะเจาะจงมาก จำนวนกรโคะมิโนในโปรตีนหนึ่งตัว

อาจมีตั้งแต่หลายสิบถึงหลายพันตัว ตัวอย่างเช่น

โปรตีนอินซูลินขนาดเล็กมีกรโคะมิโนประมาณ 51 ตัว

โปรตีนไมโอโกลบินขนาดกลางมีกรโคะมิโนประมาณ 153 ตัว

โปรตีนฮีโมโกลบินขนาดใหญ่มีกรโคะมิโนประมาณ 574 ตัว

และโปรตีนไททินขนาดใหญ่มีกรโคะมิโนประมาณ 34,350 ตัว แทบ

จะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะสร้างสายเปปไทด์ยาวๆ ผ่าน กระบวนการสุ่มจาก กรโคะมิโน 20

ชนิดรวมกัน ตัวอย่าง เช่น ความน่าจะเป็นใน การสร้างสายโพลีเปปไทด์ใน

โปรตีนอินซูลินขนาดเล็ก ผ่านกระบวนการสุ่ม คือ $1/20^{51} = 4.4 \times 10^{-67} \approx 0$.

แม้ว่า โซโพลีเปปไทด์ จะ ถูกสร้างขึ้น ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ก็ตาม แต่ โซเหล่านี้

จะต้องพับเป็น โครงสร้างสามมิติเฉพาะเจาะจงเพื่อให้เป็น โปรตีน ที่มีหน้าที่ได้

กระบวนการพับ โซโพลีเปปไทด์ไปเป็น โปรตีนที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนสำคัญหลายขั้นตอน

โดยแต่ละขั้นตอนขับเคลื่อนโดยปฏิสัมพันธ์ทางเคมีต่างๆ

และได้รับความช่วยเหลือจากเครื่องจักรระดับโมเลกุลภายในเซลล์

ส่วนต่างๆ ของโซโพลีเปปไทด์ (โครงสร้างหลัก) พับเป็น โครงสร้าง ร่อง

ที่เรียกว่าอัลฟาเฮลิกซ์และเบตาชีต

โครงสร้างเหล่านี้ได้รับการทำให้เสถียรโดยพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมแกนหลักของโซโ

พลีเปปไทด์ โครงสร้างร่องเพิ่มเติม เช่น ขดลวดและห่วง เชื่อมต่อเกลียวและแผ่น

ส่งผลให้โปรตีนมีการพับโดยรวม

โครงสร้างร่องจะพับต่อไปอีกเป็นรูปร่างสามมิติเฉพาะที่เรียกว่าโครงสร้างตติยภูมิ

กระบวนการนี้ขับเคลื่อนโดยปฏิสัมพันธ์แบบไม่ชอบน้ำ

ซึ่งโซข้างที่ไม่มีขั้วจะรวมกลุ่มกันออกจากสภาพแวดล้อมในน้ำ

ทำให้โพลีเปปไทด์พับเป็นรูปทรงกลมที่แน่นหนา พันธะไฮโดรเจน

ซึ่งก่อตัวขึ้นระหว่างโซข้างที่มีขั้วและกระดูกสันหลัง ซึ่งทำให้โครงสร้างที่พับมีความเสถียร

พันธะไอออนิก ซึ่งปฏิสัมพันธ์ทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโซข้างที่มีประจุตรงข้ามกัน มีส่วนช่วยให้

โปรตีนมีเสถียรภาพ และพันธะไดซัลไฟด์

ซึ่งพันธะโควาเลนต์ระหว่างสารตกค้างของซิสเทอีนทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพมากขึ้น

สำหรับ โปรตีนบางชนิดที่มีโซ่โพลีเปปไทด์หลายโซ่ (ชั้นยูนิค)

หน่วยที่พับเหล่านี้จะมารวมกันเพื่อสร้างโครงสร้างควอเตอร์นารี เพื่อป้องกันข้อผิดพลาด

โปรตีนแคปเปอโรนจะช่วยในกระบวนการพับโดยป้องกันการพับผิดและการรวมตัวกัน

โปรตีนเหล่านี้ช่วยให้โซ่โพลีเปปไทด์มีโครงสร้างที่ถูกต้อง

โปรตีนอาจต้องผ่านการเปลี่ยนแปลงและการแก้ไข โครงสร้างเล็กน้อยเพื่อให้ได้โครงสร้างที่เส

ถียรและทำงานได้ดีที่สุด การดัดแปลงทางเคมี เช่น ฟอสโฟรีเลชัน ไกลโคซิเลชัน

หรือการแยกส่วน อาจเกิดขึ้นได้ เพื่อทำให้โปรตีนมีเสถียรภาพมากขึ้น

หรือเตรียมโปรตีนให้พร้อมสำหรับการทำงานเฉพาะของโปรตีน

การสร้างพันธะเปปไทด์ระหว่างกรดอะมิโนต้องใช้พลังงานจำนวนมาก

ในสภาวะก่อนชีวภาพ

ความพร้อมของแหล่งพลังงานที่สม่ำเสมอและเพียงพอในการขับเคลื่อนปฏิกิริยาเหล่านี้ยังคงนำ

สงสัย ในขณะที่มีการเสนอแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น ไฟฟ้า รังสี UV และความร้อนจากภูเขาไฟ

แต่ประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของแหล่งพลังงานเหล่านี้ในการอำนวยความสะดวกในการ

สร้างพันธะเปปไทด์อย่างสม่ำเสมอยังคงเป็นที่ถกเถียงกัน

สภาพของโลกในยุคแรกนั้นอาจเลวร้ายและผันผวน โดยมีอุณหภูมิ ค่า pH

ที่สูงมากและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

สภาพแวดล้อมเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการสร้างพันธะเปปไทด์ที่ละเอียดอ่อนและ

เสถียรภาพของเปปไทด์ที่เกิดขึ้น

เปปไทด์และกรดอะมิโนอาจถูกไฮโดรไลซิสและย่อยสลายในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำ

ความเสถียรของเปปไทด์ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นถือเป็นเรื่องที่น่ากังวล

เนื่องจากเปปไทด์อาจสลายตัวได้เร็วกว่าที่เกิดขึ้น

การขาดกลไกการป้องกันในสภาวะก่อนชีวภาพทำให้

เปปไทด์ที่เกิดขึ้นใหม่สามารถสลายตัวได้อย่างรวดเร็วโดยปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น รังสี UV

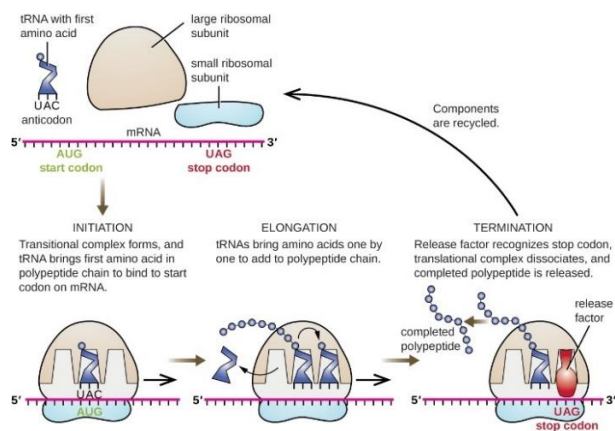
และความผันผวนของอุณหภูมิ แม้ว่าพื้นผิวของแร่ธาตุ เช่น ดินเหนียว

จะสามารถเร่งปฏิกิริยาการสร้างพันธะเปปไทด์ได้ แต่ประสิทธิภาพ ความจำเพาะ

และผลผลิตของปฏิกิริยาเหล่านี้ภายใต้สภาวะธรรมชาติยัง ไม่ได้รับการพิสูจน์อย่างชัดเจน
 ยังไม่แน่ชัดว่าพื้นผิวเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพเพียงใดในการผลิตเปปไทด์ที่หลากหลายซึ่งจำเป็น
 ต่อชีวิต สภาวะที่ชัดเจนซึ่งปฏิกิริยาที่เร่งปฏิกิริยาด้วยแร่ธาตุเหล่านี้เกิดขึ้น (เช่น อุณหภูมิ ค่า
 pH) จะต้องได้รับการควบคุมอย่างเข้มงวด

และเงื่อนไขดังกล่าวอาจไม่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในยุคแรกของโลก การทดลอง บางอย่าง
 ที่แสดงให้เห็นการก่อตัวของเปปไทด์ ดำเนินการภายใต้ เงื่อนไขที่มีการควบคุมอย่างเข้มงวด
 แต่เงื่อนไขเหล่านี้

อาจไม่สะท้อนถึงเงื่อนไขที่วันวายและแปรปรวนในยุคแรกของโลกได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 3.2 การสังเคราะห์โปรตีน

สมมติฐานของโลก RNA ดังสมมติฐานว่าโมเลกุล RNA

เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการก่อตัวของเปปไทด์ อย่างไรก็ตาม การเกิดขึ้นพร้อมกันของ RNA

และเปปไทด์ที่มีหน้าที่ทำให้เกิดปัญหาแบบ “ไก่กับไข่” เนื่องจากทั้งสองอย่างนี้ต้อง พึ่งพากัน
 หากไม่มี RNA โปรตีน ก็ไม่สามารถก่อตัวได้

โปรตีนต้องการกรดอะมิโนที่มีโครลิดี้เท่ากัน (กรดอะมิโน L)

การสังเคราะห์ฟิโรไบโอดิกโดยทั่วไปจะผลิตส่วนผสมที่มีไอโซเมอร์มือซ้ายและขวาในป
 ริมาณเท่ากัน

การก่อตัวของโปรตีนไฮโมไครัลโดยธรรมชาติจากส่วนผสมดังกล่าวนั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้ทางสถิติ

ฉันทน์ ว . การ ก่อตัวของดีเอ็นเอ

การสร้าง DNA ในสภาวะฟรี ไรโบโซมเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องใช้การคาดเดา ซึ่งเกี่ยวข้องกับขั้นตอนสำคัญหลายขั้นตอน เช่น การสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์ การสร้างสายโพลีนิวคลีโอไทด์ การจับคู่เบส การสร้างเกลียวคู่ การควบแน่นของ DNA และการจำลองและ การช่วยเหลือทางเอนไซม์

เช่นเดียวกับ RNA นิวคลีโอไทด์ DNA ประกอบด้วยสามส่วน: เบสไนโตรเจน (อะดีนีน กัวนีน ไซโทซีน ไทมิน) น้ำตาล คีออส และกลุ่มฟอสเฟต ระดับ ความยากของการสร้าง DNA ขึ้นเองจะ เทียบได้ กับ RNA ความยากอีกประการหนึ่งของ DNA คือการสร้าง โครงสร้างเกลียวคู่ของ DNA โครงสร้างเกลียวคู่ของ DNA อาศัยการจับคู่เบสที่แม่นยำระหว่างอะดีนีนและไทมิน และระหว่างไซโทซีนและกัวนีน การบรรลุความจำเพาะนี้ขึ้นเองโดยธรรมชาติโดยไม่มีแม่แบบหรือกลไกนำทางนั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย สำหรับเกลียวคู่ที่เสถียร นิวคลีโอไทด์จะต้องถูกจัดเรียงในลำดับที่เฉพาะเจาะจง โดยมีลำดับเสริมบนสายตรงข้าม

โอกาสที่ลำดับเสริมสองลำดับที่เรียงกันอย่างสมบูรณ์แบบโดยธรรมชาตินั้นต่ำมาก

การจำลองดีเอ็นเอต้องใช้เอนไซม์ที่ซับซ้อนและกลไกของโปรตีนเพื่อให้แน่ใจถึงความแม่นยำและความเที่ยงตรง รายชื่อ เอนไซม์ สำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับการจำลองดีเอ็นเอ ได้แก่ เฮลิเคส โปรตีนที่จับกับสายเดี่ยว (SSB) ไพรมาส ดีเอ็นเอโพลีเมอเรส ไรโบนิวคลีเอสเอส (RNase H) ดีเอ็นเอไลเกส และโทโปไอโซเมอเรส

การก่อตัวของเกลียวคู่โดยธรรมชาติจะไม่มีองค์ประกอบสำคัญเหล่านี้

ทำให้การจำลองดีเอ็นเอและการแก้ไขข้อผิดพลาดแทบจะเป็นไปไม่ได้

หากไม่มีกลไกสำหรับการแก้ไขข้อผิดพลาด ดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติใดๆ

ก็มีแนวโน้มที่จะสะสมข้อผิดพลาดอย่างรวดเร็ว

ส่งผลให้เสถียรภาพและการทำงานของดีเอ็นเอลดลง

จำนวนกรดอะมิโนทั้งหมดใน ลักษณะทั่วไป เอนไซม์ที่มีส่วนร่วมใน การจำลองดีเอ็นเอมีตั้งแต่หลายร้อยจนถึงไม่กี่พันตัว ความ น่า จะ เป็นในการผลิตเอนไซม์เหล่านี้โดยบังเอิญนั้นแทบจะเป็นศูนย์ ตัวอย่างเช่น ความน่าจะเป็นในการผลิต RNase H โดยบังเอิญนั้นมีเพียง 20^{-155} เท่านั้น หรือ $2.2 \times 10^{-202} \approx 0$ ความน่าจะเป็นที่เล็กน้อยอย่างเหลือเชื่อนี้แทบจะเกินขอบเขตของการเกิดขึ้นจริง และจะไม่วันเกิดขึ้น ใน ธรรมชาติ

แม้ว่า DNA จะถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีใดก็ตาม ก็ยังต้องผ่าน กระบวนการควบแน่น DNA ที่ซับซ้อน มาก กระบวนการควบแน่น DNA จะเปลี่ยน โมเลกุล DNA เริงเส้นยาวๆ ให้กลายเป็นโครงสร้างที่มีความหนาแน่นและเป็นระเบียบสูง ซึ่งสามารถใส่เข้าไปในนิวเคลียสของเซลล์ได้ กระบวนการ ควบแน่น มีความจำเป็นสำหรับการจัดเก็บ การปกป้อง และการควบคุม DNA อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการแยกโครโมโซมอย่างเหมาะสมในระหว่างการแบ่งเซลล์ กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการก่อตัวของ นิวคลีโอโซม ไฟเบอร์ ขนาด 30 นาโนเมตร โดเมนแบบวนซ้ำ การพับลำดับสูง และ โครโมโซม เมตา เฟส

นิวคลีโอโซมสามารถก่อตัวได้หาก ดีเอ็นเอพันรอบโปรตีนฮิสโตน นิว คลี โอโซมแต่ละตัวประกอบด้วยดีเอ็นเอประมาณ 147 คู่เบส ที่ พันรอบฮิสโตนหนึ่งอ็อกตาเมอร์ (H2A, H2B, H3 และ H4 ละ 2 ชุด) โครงสร้างที่ได้จะมีลักษณะเหมือนลูกปัดบนเชือก โดยมีนิวคลีโอโซม (ลูกปัด) เชื่อมต่อกับดีเอ็นเอตัวเชื่อม (เชือก)

โซ่ของนิวคลีโอโซมจะขดตัวต่อไปเป็นเส้นใยขนาด 30 นาโนเมตรที่กะทัดรัดมากขึ้น ซึ่งได้รับความช่วยเหลือจากฮิสโตน H1 ซึ่งเป็นตัวเชื่อม ซึ่งจะจับกับนิวคลีโอโซมและดีเอ็นเอของตัวเชื่อม เส้นใยขนาด 30 นาโนเมตรสามารถปรับเปลี่ยนเป็นโซลินอยด์หรือซิกแซกได้ ขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิวคลีโอโซม

ไฟเบอร์ขนาด 30

นาโนเมตรจะสร้างโดเมนแบบลูปโดยการยึดติดกับโครงโปรตีนภายในนิวเคลียส บริเวณยึดโครงหรือเมทริกซ์ (SARs/MARs) ยึดลูปเหล่านี้ ลูปเหล่านี้โดยทั่วไปมีความยาว 40-

90 กิโลเบสคู่ (kb)

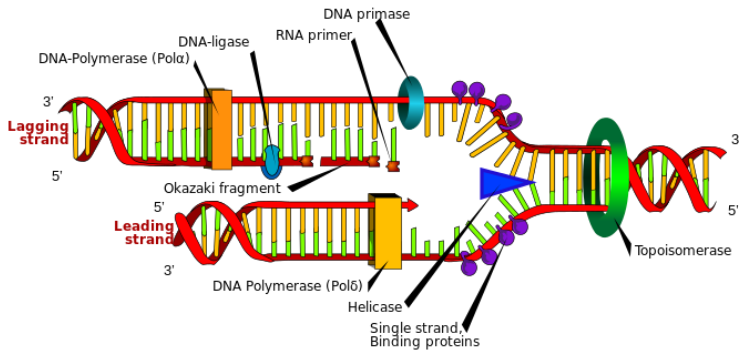
ทำให้เกิดการอัดแน่นเพิ่มเติมและมีบทบาทในการควบคุมยีนโดยนำองค์ประกอบควบคุมระยะไกลมาไว้ใกล้กับยีน

โดเมนที่มีลักษณะเป็นวงจะพับต่อไปจนกลายเป็นเส้นใยที่หนาขึ้น
ซึ่งเรียกว่าเส้นใยโครโมติน เส้นใยเหล่านี้จะขดและพับเพิ่มเติม
ส่งผลให้โครงสร้างมีความหนาแน่นมากขึ้น

ในระหว่างการแบ่งเซลล์ โดยเฉพาะในช่วงเมตาเฟส
โครมาตินจะเข้าสู่ระดับการควบแน่นสูงสุดเพื่อสร้างโครโมโซมที่มองเห็นได้
ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานของโปรตีนคอนเดนซินที่ช่วยม้วนและอัดโครมาตินให้แน่น
โครโมโซมแต่ละอันประกอบด้วยโครมาทิดพี่น้องที่เหมือนกันสองอันที่ยึดติดกันที่เซนโทรเมียร์ เพื่อให้แน่ใจว่าจะแยกส่วนได้อย่างแม่นยำในระหว่างการแบ่งเซลล์

ระดับของการควบแน่นมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีน
โดยเฮเทอโรโครมาตินที่มีการอัดแน่นจะไม่มีการถอดรหัส
และยูโครมาตินที่มีการอัดแน่นแบบหลวมจะไม่มีการถอดรหัส
การควบแน่นที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการแยกโครโมโซมอย่างแม่นยำในระหว่างไมโทซิส
และไมโอซิส

ตามที่เห็นข้างต้น การก่อตัวและการจำลองของดีเอ็นเอ คือ มีความซับซ้อนสูง
ต้องใช้การประสานงานทางชีวเคมีที่แม่นยำและเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ต่างๆ อย่างไรก็ดีตาม
ทฤษฎีวิวัฒนาการ ไม่ได้ให้คำอธิบายที่ชัดเจนว่ากลไกเหล่านี้มีต้นกำเนิดมาได้อย่างไร
โดยระบุเพียงว่า DNA วิวัฒนาการมาจาก RNA โดยไม่กล่าวถึงความท้าทายที่สำคัญ เพื่อให้
ให้ชื่อเรียกเรื่องนี้ถูกต้อง จะต้องอธิบายว่า RNA เกิดขึ้นได้อย่างไร โครงสร้างเกลียวคู่ของ DNA
เกิดขึ้นได้อย่างไร และเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการจำลองเกิดขึ้นได้อย่างไร
หากไม่มีคำตอบเหล่านี้ แนวคิดนี้ก็ยังคงเป็นเพียงการคาดเดา เมื่อพิจารณาปัจจัยเหล่านี้
การก่อตัวของ DNA เป็นผลจากการออกแบบโดยเจตนา ไม่ใช่โอกาสที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ



รูปที่ 3.3 กระบวนการจำลองดีเอ็นเอ

ก . การ สร้าง เซลล์

เพื่อดำเนินการอภิปรายต่อไป เรามาสมมติกันว่า RNA โพรตีน และ RNA ถูก ผลิต ขึ้นเองตามธรรมชาติ จากนั้น ขึ้นตอนต่อไปในการดำรงชีวิตคือการก่อตัวของ ของเซลล์ เซลล์มีสองประเภทหลัก ได้แก่ เซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต เซลล์โพรคาริโอต ซึ่งพบในสิ่งมีชีวิต เช่น แบคทีเรียและอาร์เคีย เป็นเซลล์ที่ง่ายกว่าและไม่มีนิวเคลียสที่ชัดเจน สารพันธุกรรมของเซลล์มีอยู่ใน โมเลกุลดีเอ็นเอวงกลมเพียงโมเลกุลเดียวที่ลอยได้อย่างอิสระในไซโทพลาซึม เซลล์โพรคาริโอตไม่มีออร์แกเนลล์ที่ขี้นติดกับเยื่อหุ้ม เซลล์ เซลล์ ยูคาริโอต ซึ่งมีอยู่ในพืช สัตว์ เชื้อรา และโปรติสต์ มีโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่า เซลล์ เหล่านี้มีนิวเคลียสที่ชัดเจนซึ่งล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียส เซลล์ ยูคาริโอตยังมีออร์แกเนลล์ที่ขี้นติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ต่างๆ เช่น ไมโทคอนเดรีย เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม และโกลจิแอปพาราตัส

ซึ่งทำหน้าที่เฉพาะที่จำเป็นต่อการอยู่รอดและการทำงานที่เหมาะสมของเซลล์

นักวิทยาศาสตร์อ้างว่าโปรโตเซลล์วิวัฒนาการมาเป็นเซลล์โพรคาริโอตผ่านกระบวนการค่อยเป็นค่อยไปซึ่งขับเคลื่อนโดยการคัดเลือกตามธรรมชาติ การ กลาย พันธุ์ และการปรับตัวของสิ่งแวดล้อม การ มีอยู่ของโปรโตเซลล์ ซึ่งเป็นเซลล์ต้นกำเนิดในสมมติฐานของเซลล์ในปัจจุบันนั้นเกี่ยวข้องกับคำวิจารณ์ที่สำคัญหลายประการ ปัญหาสำคัญประการหนึ่งคือการก่อตัวของชั้นไขมันแบบไบเลเยอร์โดยธรรมชาติ

ซึ่งมีความจำเป็นต่อการสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและมีเสถียรภาพ
เงื่อนไขที่จำเป็นในการสร้างและรักษาชั้นไขมันเหล่านี้ให้สม่ำเสมอในยุคแรกๆ
ของโลกนั้นเป็นเพียงการคาดเดาทันที นอกจากนี้ การผสมรวมของส่วนประกอบที่มีหน้าที่
เช่น RNA หรือโปรตีนธรรมดา
ภายในโครงสร้างไขมันเหล่านี้ยังต้องการปฏิสัมพันธ์ที่เฉพาะเจาะจงมาก
ซึ่งแทบจะไม่มีโอกาสเป็นไปได้ทางสถิติหากไม่มีกลไกชั้นนำใดๆ นอกจากนี้
ความสามารถของโปรโตเซลล์ในการจำลองและวิวัฒนาการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต
ยังขาดการสนับสนุนจากการทดลองที่เพียงพอ
จึงทำให้เกิดคำถามเกี่ยวกับบทบาทของโปรโตเซลล์ในการกำเนิดชีวิต ด้วยเหตุผลเหล่านี้
เซลล์แรกๆ ที่ปรากฏบนโลกจึงน่าจะเป็นเซลล์โพรคาริโอต
บันทึกฟอสซิลระบุว่า เซลล์ โพรคาริโอต ปรากฏขึ้นบนโลกเมื่อ 3.5 ถึง 3.8 พันล้านปีก่อน
เซลล์ทั้งหมดถูกล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มเซลล์
และขั้นตอนแรกในการสร้างเซลล์คือการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์นี้ ดังนั้น
เราลองมาศึกษากันว่าเยื่อหุ้มเซลล์สามารถก่อตัวขึ้นเองได้ภายใต้สภาวะก่อนชีวภาพ หรือไม่

● การสร้างเยื่อหุ้มเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์ ไม่ใช่ โครงสร้าง ที่เรียบง่าย แต่ เป็น โครงสร้างที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงได้
ประกอบด้วยไขมัน (ฟอสโฟลิปิด คอเลสเตอรอล และไกลโคลิปิด) โปรตีน
และคาร์โบไฮเดรต ฟอสโฟลิปิดเป็นโครงสร้างสองชั้นพื้นฐาน
คอเลสเตอรอลควบคุมความลื่นไหล และไกลโคลิปิดมีส่วนช่วยในการจดจำเซลล์ โปรตีน
ทั้งโปรตีนในเซลล์เดียวและ โปรตีน รอบนอก อำนวยความสะดวกในการขนส่ง
การส่งสัญญาณ และการสนับสนุนโครงสร้าง
ในขณะที่คาร์โบไฮเดรตมีบทบาทสำคัญในการจดจำและสื่อสารของเซลล์
องค์ประกอบนี้ช่วยให้เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่ที่สำคัญได้
โดยรักษาสภาพธำรงดุลและอำนวยความสะดวกในการโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อม
การสร้างเยื่อหุ้มเซลล์โดยโอกาสโดยสุ่มในสภาวะก่อนไบโอดิกต้องเผชิญกับ ปัญหา

หลายประการ

เนื่องจากความซับซ้อนและความจำเพาะที่จำเป็นสำหรับ โครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ที่มีหน้าที่

โมเลกุลลิพิดแอมฟิฟิลิกเฉพาะ เช่น ฟอสโฟลิปิด ต้องใช้กรดไขมัน กลิเซอรอล และ
กลุ่มฟอสเฟต รวมกันอย่างแน่นยำ

ซึ่งไม่น่าจะเกิดขึ้นและประกอบขึ้นเองตามธรรมชาติในสัดส่วนที่ถูกต้องภายใต้สภาวะก่อนชีว
ภาพ การก่อตัวตามธรรมชาติของกลุ่มฟอสเฟต ตามที่
สถิติในหัวข้อก่อนหน้านี้ ไม่น่าจะเกิดขึ้น

แม้ว่าโมเลกุลแอมฟิฟิลิกสามารถสร้างไบเลเยอร์ได้ตามธรรมชาติ

แต่การบรรจุไบเลเยอร์ที่เสถียรและซึมผ่านได้กึ่งหนึ่งซึ่งสามารถห่อหุ้มและปกป้องสภาพแวดล้อมของเซลล์ได้นั้นต้องมีเงื่อนไขเฉพาะ การเกิดขึ้นโดยสุ่มของเงื่อนไขเหล่านี้
รวมถึงความเข้มข้นและประเภทของลิพิดที่เหมาะสมนั้น ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้

ขนาดทั่วไปของเซลล์โพรคาริโอต เช่น เซลล์แบคทีเรีย คือ 1 ไมโครเมตร พื้นที่ผิวคือ 3×10^{-12} ตาราง เมตร และขนาดของโมเลกุลฟอสโฟลิปิดเดี่ยวคือประมาณ 5×10^{-19} ตาราง เมตร ดังนั้น

จำนวนฟอสโฟลิปิดทั้งหมดในไบเลเยอร์คือ 1.2×10^7 ต่อ สร้างไบเลเยอร์

ฟอสโฟลิปิดประมาณสิบล้านตัวจะต้องเรียงตัวเคียงข้างกันและสร้างห้องปิดล้อม

ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก โดยบังเอิญ

เนื่องจากไบเลเยอร์จะไม่เรียงตัวและสร้างห้องปิดล้อมโดยธรรมชาติหากไม่มีการนำเข้าหรือทิศทางใด ๆ

สภาพของโลกในยุคแรกนั้นเลวร้ายและเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีอุณหภูมิ ค่า pH

และรังสีที่รุนแรง

การรักษาความสมบูรณ์และเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ดั้งเดิมในสภาพแวดล้อมเช่นนี้ถือเป็นเรื่อ
งท้าทาย เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์อาจถูกทำลายได้ง่ายจากปัจจัยเหล่านี้

เยื่อหุ้มเซลล์ที่ทำงานได้จะต้องยอมให้สารอาหารและโมเลกุลที่จำเป็นผ่านเข้าไปได้อย่างมีทาง
เลือกในขณะที่ป้องกันสารอันตรายไม่ให้ผ่านเข้าไปได้

การซึมผ่านอย่างมีทางเลือกนี้ต้องมีโปรตีนและช่องทางที่ซับซ้อน

ซึ่งไม่น่าจะก่อตัวและรวมเข้ากับเยื่อหุ้มเซลล์โดยกระบวนการสุ่ม

แม้ว่าเยื่อหุ้มเซลล์ดั้งเดิมจะก่อตัวขึ้นแล้ว การห่อหุ้มไบโอโมเลกุลที่จำเป็น เช่น นิวคลีโอไทด์ กรดอะมิโน และโมเลกุลเร่งปฏิกิริยาแบบสุ่มก็แทบจะเป็นไปไม่ได้ ความเข้มข้นเฉพาะและการรวมกันที่จำเป็นสำหรับการเริ่มกระบวนการเผาผลาญดั้งเดิมนั้น ไม่น่าจะเกิดขึ้น โดยบังเอิญ

การสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ที่มีหน้าที่ต้องมาพร้อมกับการพัฒนาเครื่องจักรเซลล์อื่นๆ พร้อมกัน เช่น โปรตีนขนส่งและเอนไซม์เมตาบอลิก ซึ่งจะทำให้สถานการณ์ การสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ จากกระบวนการสุ่มมีความซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้น การสร้าง เซลล์โพรคาริโอตภายใต้สภาวะฟรีไบโอ ดิกของโลกจึงไม่สามารถทำได้

vi . การ ก่อตัวของ เซลล์ยูคาริโอต

ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับต้นกำเนิดของเซลล์ยูคาริโอตคือทฤษฎีเอนโดซิมไบโอติก ทฤษฎีเอนโดซิมไบโอติก

แนะนำว่าเซลล์ยูคาริโอตมีต้นกำเนิดจากความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกันระหว่างเซลล์โพรคาริโอตดั้งเดิม กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการกลืนเซลล์โพรคาริโอตบางเซลล์

(ไมโทคอนเดรียในกรณีของเซลล์สัตว์และคลอโรพลาสต์ในกรณีของเซลล์พืช)

โดยเซลล์โฮสต์ของบรรพบุรุษ

นำไปสู่ความสัมพันธ์ที่เป็นประ โยชน์ร่วมกันและในที่สุดก็พัฒนาเป็นเซลล์ยูคาริโอตที่ซับซ้อน เซลล์โฮสต์ของบรรพบุรุษอ้างว่าเป็นอาร์เคีย แต่ปัญหาเกี่ยวกับสมมติฐานนี้ก็คือ เอ็นโดไซโทซิส ซึ่งเป็นกระบวนการกลืนเซลล์โพรคาริโอต ไม่เคยถูกสังเกตในอาร์เคีย และเยื่อหุ้มเซลล์ของอาร์เคียประกอบด้วยฟอสโฟลิพิด

ในขณะที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ยูคาริโอตประกอบด้วยฟอสโฟลิพิด

ทฤษฎีนี้ต้องการเซลล์โพรคาริโอตและไมโทคอนเดรียหรือคลอโรพลาสต์ที่มีอยู่ก่อนแล้ว อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีหลักฐานยืนยันที่มาจากไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์

ไมโทคอนเดรียเป็นออร์แกเนลล์ที่ซับซ้อนซึ่งมีโครงสร้างเฉพาะตัวที่สะท้อนถึงบทบาทของคน ในฐานะแหล่งพลังงานของเซลล์ โดยสร้าง ATP ผ่านการฟอสโฟรีเลชันแบบออกซิเดชัน ไมโทคอนเดรียประกอบด้วยส่วนประกอบที่แตกต่างกันหลายส่วน ได้แก่ เยื่อหุ้มชั้นนอก

ช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้ม เยื่อหุ้มชั้นใน และเมทริกซ์ ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ ดีเอ็นเอ ไรโบโซม และเมแทบอลิต์ เยื่อหุ้มชั้นนอกมีชั้นฟอสโฟลิปิดเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มเซลล์

โดยมีฟอสโฟลิปิดและโปรตีนผสมกัน

ไม่น่าจะเป็นไปได้ที่โครงสร้างที่ซับซ้อนดังกล่าวจะเกิดขึ้นเองโดย กระบวนการสุ่ม เนื่องจาก เยื่อหุ้มเซลล์ ดีเอ็นเอ และโปรตีนไม่สามารถก่อตัวขึ้นเองได้

ไมโตคอนเดรียมีดีเอ็นเอของตัวเอง แตกต่างจากดีเอ็นเอในนิวเคลียส

แต่ต้องประสานงานกับจีโนมในนิวเคลียสเพื่อให้ทำงาน ได้อย่างถูกต้อง

การผสมรวมของดีเอ็นเอ ไมโตคอนเดรียเข้ากับเครือข่ายการควบคุมและการเผาผลาญของเซลล์ไฮสตรักเจอร์ให้เกิดความท้าทายที่สำคัญ

นิวเคลียสในเซลล์ยูคาริโอตประกอบด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียสสองชั้น นิวคลีโอลัส

และโครโมโซม ซึ่งมีสารพันธุกรรมของเซลล์ รวมถึงดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และโปรตีนที่เกี่ยวข้อง ที่มาของนิวเคลียสในเซลล์ยูคาริโอตนั้นยากต่อการอธิบายยิ่งกว่า

มาเริ่มต้นด้วยการหาหรือถึงแง่มุมที่ง่ายที่สุด: เยื่อหุ้มนิวเคลียสกันก่อน

ต้นกำเนิดของเยื่อหุ้มนิวเคลียสในเซลล์ยูคาริโอตเป็นประเด็นถกเถียงทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

มีการเสนอสมมติฐานหลายข้อ เช่น สมมติฐานการพับเข้าด้านในของเยื่อหุ้ม

สมมติฐานต้นกำเนิดของไวรัส และสมมติฐานการถ่ายโอนชิ้น

เพื่ออธิบายว่าโครงสร้างที่ซับซ้อนนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

สมมติฐานการพับเข้าของเยื่อหุ้มเซลล์แสดงให้เห็นว่าเยื่อหุ้มนิวเคลียสมีต้นกำเนิดมาจากกา
รพับเข้าของเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์โพรคาริโอตบรรพบุรุษ อย่างไรก็ตาม

สมมติฐานนี้ไม่สามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสได้

เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไบเลเยอร์ฟอสโฟลิปิดเพียงชั้นเดียว

ในขณะที่เยื่อหุ้มนิวเคลียสประกอบด้วยไบเลเยอร์ฟอสโฟลิปิดสองชั้น ได้แก่

เยื่อหุ้มชั้นในและเยื่อหุ้มชั้นนอก นอกจากนี้

เยื่อหุ้มนิวเคลียสยังมีคอมเพล็กซ์รูพรุนของนิวเคลียสซึ่งไม่พบในเยื่อหุ้มเซลล์ นอกจากนี้

องค์ประกอบของโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสยังแตกต่างกันอีกด้วย

สมมติฐานแหล่งกำเนิดของไวรัสตั้งสมมติฐานว่าไวรัสที่คิดเชื่อในเซลล์ดั้งเดิมอาจมี

ส่วนสนับสนุนสารพันธุกรรมหรือส่วนประกอบโครงสร้างที่นำไปสู่การพัฒนาเชื้อหุ้มนิวเคลียสในที่สุด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อหุ้มเซลล์ของไวรัสและโฮสต์อาจสร้างโครงสร้างป้องกันรอบ ๆ DNA แม้ว่าไวรัสจะทราบกันว่ามีอิทธิพลต่อโครงสร้างเซลล์ของโฮสต์ แต่หลักฐานที่ชัดเจนที่เชื่อมโยงไวรัสกับแหล่งกำเนิดของเชื้อหุ้มนิวเคลียสยังมีจำกัด

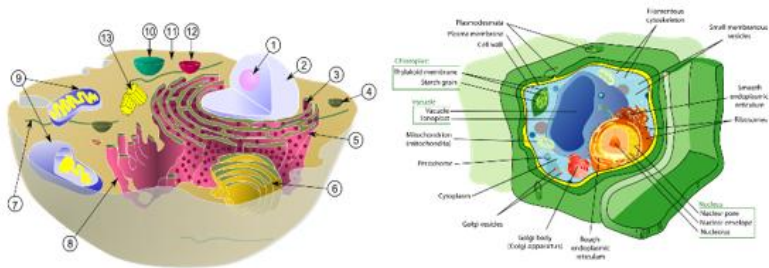
สมมติฐานการถ่ายโอนอินแนะนำว่าการผสมและการถ่ายโอนอินระหว่างโพคริโอดที่แตกต่างกันอาจทำให้เกิดจีโนมขนาดใหญ่และซับซ้อนซึ่งจำเป็นต้องมีช่องป้องกันเชื้อหุ้มนิวเคลียสจะวิวัฒนาการมาเพื่อปกป้องและควบคุมวัสดุทางพันธุกรรมที่ซับซ้อนนี้ สมมติฐานนี้เผชิญกับปัญหามากมายเนื่องจากขาดหลักฐานโดยตรง ไม่สามารถอธิบายได้ว่าโครงสร้างที่ซับซ้อนและเป็นระเบียบของเชื้อหุ้มสองชั้นและคอมเพล็กซ์รูพรุนนิวเคลียสเกิดขึ้นได้อย่างไรจากการถ่ายโอนและการรวมอินแท่นัน และไม่สามารถจัดเตรียมเส้นทางที่ชัดเจนสำหรับวิธีการรวมและการแสดงออกของอินที่ถ่ายโอนในลักษณะที่ส่งผลต่อการพัฒนาเชื้อหุ้มนิวเคลียส

โครงสร้างของนิวคลีโอไลต์และโครโมโซมมีความซับซ้อนมากกว่าโครงสร้างของเชื้อหุมนิวเคลียสมาก ทำให้ยากต่อการจินตนาการว่านิวคลีโอไลต์และโครโมโซมอาจเกิดจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ นอกจากนี้ การทำความเข้าใจว่าองค์ประกอบเหล่านี้ถูกปิดล้อมอยู่ในเชื้อหุมนิวเคลียสได้อย่างไรยังเป็นเรื่องท้าทาย นิวคลีโอไลต์และโครโมโซมประกอบด้วยข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต รวมถึงโครงร่างสำหรับการสร้าง RNA โปรตีน DNA ออร์แกเนลล์ของเซลล์ เนื้อเยื่อและอวัยวะของสิ่งมีชีวิต ความจริงที่ว่าโครงร่างเหล่านี้สำหรับการสร้างชีวิตนั้นถูกทำนายไว้แล้วและมีอยู่ในนิวเคลียสตั้งแต่ระยะเซลล์ยูคาริโอต แม้กระทั่งก่อนการก่อตัวของชีวิตนั้น ไม่สามารถอธิบายได้อย่างเพียงพอด้วยทฤษฎีวิวัฒนาการในทางกลับกัน สิ่งนี้ทำหน้าที่เป็นหลักฐานที่ชัดเจนของการออกแบบชีวิตอย่างชาญฉลาด โดยสรุป

การออกแบบอย่างชาญฉลาดสามารถอธิบายต้นกำเนิดของเซลล์ยูคาริโอตได้โดยธรรมชาติ ในขณะที่ทฤษฎีวิวัฒนาการขาดคำอธิบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับต้นกำเนิดของเซลล์เหล่านี้

vii . การระบุตำแหน่งออร์แกเนลล์

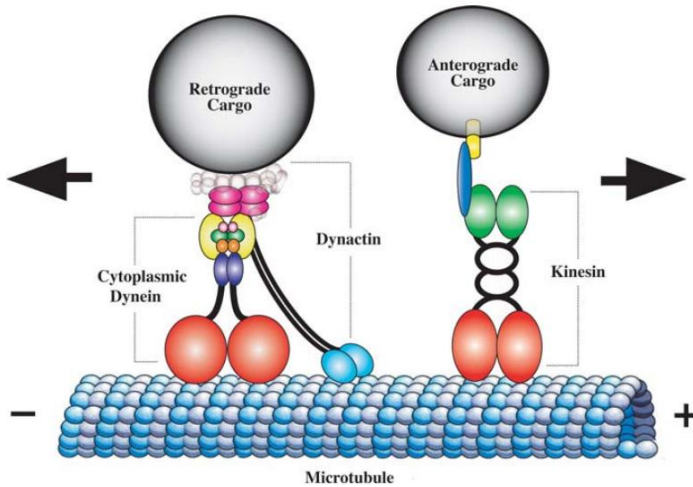
เซลล์ประกอบด้วยออร์แกเนลล์ต่างๆ รวมถึงนิวเคลียส ไมโทคอนเดรีย เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม อูปรกณกอลจิ ไลโซโซม และออร์แกเนลล์อื่นๆ ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อรักษาการทำงานของเซลล์และภาวะธำรงดุล การกำหนดตำแหน่งออร์แกเนลล์ของเซลล์เป็นกระบวนการที่มีการควบคุมอย่างเข้มงวดและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งรับรองว่าออร์แกเนลล์จะอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมภายในเซลล์เพื่อรักษาการทำงานของเซลล์ให้มีประสิทธิภาพ การกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมมีความจำเป็นต่อสุขภาพของเซลล์และมีบทบาทสำคัญในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพของเซลล์และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เราอาจสงสัยว่าออร์แกเนลล์เหล่านี้ค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดได้อย่างไร เนื่องจากพวกมันไม่สามารถคิดเองได้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของเซลล์สัตว์และเซลล์พืช

การตรวจสอบอย่างละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการระบุตำแหน่งของออร์แกเนลล์เผยให้เห็นกลไกที่มีความแม่นยำสูงและซับซ้อนซึ่งไม่สามารถระบุได้จากโอกาสโดยสุ่ม กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของโครงร่างของเซลล์ โปรตีนมอเตอร์ การขนส่งเยื่อหุ้มเซลล์ โปรตีนยึด โครงนั่งร้าน การปรับแบบไดนามิก และการสื่อสารระหว่างออร์แกเนลล์

โครงร่างของเซลล์มีบทบาทสำคัญในการกำหนดตำแหน่งของออร์แกเนลล์ โดยทำหน้าที่รองรับโครงสร้าง อำนวยความสะดวกในการเคลื่อนไหว และช่วยให้ออร์แกเนลล์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โครงร่างของเซลล์ประกอบด้วยเส้นใยหลัก 3 ประเภท ได้แก่ ไมโครทูบูล เส้นใยแอกติน และเส้นใยกลาง โดยแต่ละประเภทมีส่วนช่วยในการกำหนดตำแหน่งของออร์แกเนลล์ในลักษณะเฉพาะ



รูปที่ 3.5 แผนผังของไมโครทูบูล และ โปรตีนมอเตอร์

ไมโครทูบูลเป็นท่อกลวงยาวที่ทำจากโปรตีนทูบูลิน ท่อเหล่านี้สร้างเครือข่ายที่ทอดยาวจากศูนย์กลางการจัดระเบียบไมโครทูบูล (เช่น โทริโซม) ไปยังส่วนรอบนอกของเซลล์ ไมโครทูบูลทำหน้าที่เป็นเส้นทางสำหรับโปรตีนขับเคลื่อน เช่น ไคเนซินและไดนีอิน ไคเนซินเคลื่อนย้ายออร์แกเนลล์ไปทางปลายบวกของไมโครทูบูล ซึ่งโดยทั่วไปจะไปทางส่วนรอบนอกของเซลล์ ในขณะที่ไดนีอินเคลื่อนย้ายออร์แกเนลล์ไปทางปลายลบ ซึ่งโดยปกติจะไปทางศูนย์กลางของเซลล์ ไมโครทูบูลช่วยกำหนดตำแหน่งของออร์แกเนลล์ เช่น เครื่องมือกลึง ซึ่งโดยทั่วไปจะตั้งอยู่ใกล้กับเซนโตรโซม และไมโทคอนเดรีย ซึ่งกระจายอยู่ทั่วเซลล์ แต่สามารถเคลื่อนย้ายไปตาม

ไมโครทูลไปยังบริเวณที่มีความต้องการพลังงานสูงได้

เส้นใยแอกตินหรือที่เรียกอีกอย่างว่าไมโครฟิลาเมนต์

เป็นเส้นใยบางและยืดหยุ่นได้ซึ่งทำจากโปรตีนแอกติน

เส้นใยเหล่านี้จะกระจุกตัวอยู่ได้เชื่อมหุ้มพลาสมาและสร้างเครือข่ายหนาแน่นทั่วทั้งไซโทพลาซึม

เส้นใยแอกตินช่วยให้ไซโทพลาซึมเคลื่อนที่ได้สะดวก

ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยกระจายออร์แกเนลล์และสารอาหารไปทั่วเซลล์

โปรตีนมอเตอร์ไมโอซินทำปฏิกิริยากับเส้นใยแอกตินเพื่อขนส่งเวสิเคิล เอนโดโซม

และออร์แกเนลล์ขนาดเล็กอื่นๆ ไปตามเครือข่ายแอกติน

เส้นใยแอกตินช่วยรักษารูปร่างของเซลล์และมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของเซลล์

ซึ่งส่งผลทางอ้อมต่อตำแหน่งของออร์แกเนลล์

เส้นใยชั้นกลางเป็นเส้นใยคล้ายเชือกที่ประกอบด้วยโปรตีนหลายชนิด (เช่น เคราติน

ไวเมนติน และลามิน) ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์

เส้นใยเหล่านี้ให้ความแข็งแรงเชิงกลและโครงสร้างรองรับ

เส้นใยชั้นกลางช่วยรักษาเสถียรภาพของตำแหน่งของออร์แกเนลล์ เช่น นิวเคลียส

โดยยึดนิวเคลียสไว้ในตำแหน่งภายในไซโทพลาซึม

เส้นใยเหล่านี้ช่วยรักษาความสมบูรณ์โดยรวมของไซโทสเกเลตัน

ทำให้มั่นใจได้ว่าส่วนประกอบอื่นๆ เช่น

ไมโครทูลและเส้นใยแอกตินสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในการกำหนดตำแหน่งของออร์แกเนลล์

เส้นใยโครงร่างเซลล์ประเภทต่างๆ มักจะทำงานร่วมกันเพื่อจัดวางออร์แกเนลล์ให้ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น เส้นใย

ไมโครทูลและแอกตินจะประสานงานกันเพื่อให้แน่ใจว่าเวสิเคิลและออร์แกเนลล์กระจายและเคลื่อนที่ได้เหมาะสม โครงร่างเซลล์มีความคล่องตัวสูง

โดยปรับเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะกับความต้องการของเซลล์

ความยืดหยุ่นนี้ช่วยให้จัดวางออร์แกเนลล์ใหม่ได้อย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองต่อสัญญาณของเซลล์หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

การขนส่งผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เป็นกระบวนการที่โปรตีน ไขมัน และ โมเลกุลอื่นๆ ถูกขนส่งภายในเซลล์ เพื่อให้แน่ใจว่าส่วนประกอบของเซลล์จะไปถึงจุดหมายที่ถูกต้อง กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการแตกหน่อของเวสิเคิลจากเยื่อหุ้มเซลล์ของผู้บริจาค การขนส่งผ่านไซโทพลาซึม และการหลอมรวมกับเยื่อหุ้มเซลล์เป้าหมาย ออร์แกเนลล์หลักที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม อพทิกนัลโกจิ และเวสิเคิลประเภทต่างๆ เช่น เอนโดโซมและไลโซโซม กระบวนการนี้มีความจำเป็นในการรักษาการจัดระเบียบของเซลล์ อำนาจความสะดวกในการสื่อสารระหว่างออร์แกเนลล์ และทำให้เซลล์ตอบสนองต่อสัญญาณภายในและภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เส้นทางการส่งสัญญาณจะควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งของออร์แกเนลล์ภายในเซลล์ เส้นทางการนี้เกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณเคมีที่ให้คำแนะนำในเชิงพื้นที่ เพื่อให้แน่ใจว่าออร์แกเนลล์จะถูกส่งไปยังตำแหน่งที่เหมาะสม ตัวรับบนพื้นผิวของออร์แกเนลล์และภายในไซโทพลาซึมจะโต้ตอบกับโมเลกุลสัญญาณเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับกระบวนการนี้ ตัวอย่างเช่น GTPase ขนาดเล็ก เช่น โปรตีน Rab เป็นตัวควบคุมหลักที่ควบคุมการขนส่งและตำแหน่งของออร์แกเนลล์ในถุง โดยโต้ตอบกับโปรตีนเอฟเฟกเตอร์เฉพาะ เส้นทางการส่งสัญญาณเหล่านี้ช่วยให้แน่ใจว่ากระบวนการต่างๆ ในเซลล์ได้รับการประสานงาน และออร์แกเนลล์จะถูกวางตำแหน่งอย่างมีพลวัตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเซลล์และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

โปรตีนช็อคและโครงยึดมีบทบาทสำคัญในการกำหนดตำแหน่งของเซลล์โดยทำให้แน่ใจว่าออร์แกเนลล์จะอยู่ในตำแหน่งที่แน่นอนภายในเซลล์ โปรตีน ช็อค จะเชื่อมต่อกับออร์แกเนลล์กับตำแหน่งเฉพาะภายในไซโทพลาซึม ทำให้เสถียรและป้องกันการเคลื่อนตัวของออร์แกเนลล์ ตัวอย่างเช่น ไมโทคอนเดรียสามารถเชื่อมติดกับเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมผ่านกลไกยึดเฉพาะ ซึ่งช่วยให้ถ่ายโอนพลังงานและประสานงานการเผาผลาญได้อย่างมีประสิทธิภาพ โปรตีนช็อคให้การสนับสนุนโครงสร้าง โดยการสร้างคอมเพล็กซ์ที่ยึดออร์แกเนลล์ไว้ในตำแหน่ง

เพื่อรักษาการจัดระเบียบโดยรวมของเซลล์

โปรตีนเหล่านี้สร้างกรอบไคนามิกที่ช่วยให้ออร์แกนเซลล์เรียงตัวกันอย่างเหมาะสม

เพื่อให้แน่ใจว่าการทำงานของเซลล์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การปรับเปลี่ยนแบบไคนามิกในตำแหน่งของเซลล์หมายถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและตอบสนองในตำแหน่งของออร์แกนเซลล์ภายในเซลล์

การปรับเปลี่ยนเหล่านี้มีความสำคัญต่อการรักษาการทำงานและความสามารถในการปรับตัวของเซลล์ ในช่วงต่างๆ ของวงจรเซลล์ เช่น ไมโทซิส ออร์แกนเซลล์ เช่น

นิวเคลียสและไมโทคอนเดรีย

จะปรับตำแหน่งใหม่เพื่อให้แน่ใจว่าเซลล์จะแบ่งตัวอย่างเหมาะสม นอกจากนี้

ในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม เช่น

ความพร้อมของสารอาหารหรือสภาวะเครียด

ออร์แกนเซลล์สามารถย้ายไปยังบริเวณที่ต้องการการทำงานมากที่สุด

การย้ายแบบไคนามิกนี้ได้รับการอำนวยความสะดวกโดยไซโตสเกเลตันและโปรตีนมอเตอร์

ช่วยให้เซลล์รักษาภาวะธำรงดุลและตอบสนองต่อสภาวะภายในและภายนอกที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสื่อสารระหว่างออร์แกนเซลล์ช่วยให้การทำงานของเซลล์ประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การสื่อสารนี้เกิดขึ้นผ่านจุดสัมผัสโดยตรงและการขนส่งทางไกล จุดที่สัมผัส เช่น

เยื่อหุ้มที่เกี่ยวข้องกับไมโทคอนเดรีย (MAM) ระหว่างไมโทคอนเดรียและเอนโดพลาสมิก

เรติคูลัม ช่วยให้การถ่ายโอนลิพิด แคลเซียม และโมเลกุลอื่นๆ เป็นไปได้อย่างสะดวก

ช่วยให้กิจกรรมระหว่างออร์แกนเซลล์สอดคล้องกัน

การขนส่งทางไกลเกี่ยวข้องกับการแตกหน่อและการหลอมรวมของเวสิเคิล

ซึ่งขนส่งโปรตีนและลิพิดระหว่างออร์แกนเซลล์

ทำให้รักษาการบูรณาการการทำงานของพวกมันไว้ได้

การสื่อสารระหว่างออร์แกนเซลล์อย่างมีประสิทธิภาพมีความจำเป็นสำหรับกระบวนการต่างๆ

เช่น การเผาผลาญ การส่งสัญญาณ และการตอบสนองต่อความเครียด

ซึ่งมีส่วนช่วยในการรักษาสมดุลโดยรวมของเซลล์

ตามที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น

กลไกที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดตำแหน่งของออร์แกนелล์นั้นมีความเป็นระเบียบและซับซ้อนมาก

วิวัฒนาการที่ละขั้นตอนของระบบที่ประสานงานกันอย่างซับซ้อนดังกล่าวผ่านการกลายพันธุ์แบบสุ่มและการคัดเลือกโดยธรรมชาติไม่น่าจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ไม่มีหลักฐานโดยตรงของขั้นตอนกลางในการวิวัฒนาการของกลไกการแปลตำแหน่งของออร์แกนелล์

บันทึกฟอสซิลและการศึกษาโมเลกุลไม่ได้บันทึกรูปแบบการเปลี่ยนผ่านที่จะแสดงให้เห็นวิวัฒนาการแบบค่อยเป็นค่อยไปของระบบที่ซับซ้อนเหล่านี้

ความซับซ้อนของการแปลตำแหน่งของออร์แกนелล์และการประสานงานภายในเซลล์เป็นความท้าทายต่อการอธิบายวิวัฒนาการ เนื่องจากการจัดระเบียบของเซลล์แสดงให้เห็นถึง

"ความซับซ้อนที่ลดทอนไม่ได้"

ซึ่งการกำจัดส่วนใดส่วนหนึ่งออกไปจะทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้

ทฤษฎีวิวัฒนาการอธิบายความซับซ้อนผ่านการปรับเปลี่ยนแบบค่อยเป็นค่อยไป

แต่โครงสร้างของเซลล์และการแปลตำแหน่งที่แม่นยำนั้นไม่มีขั้นตอนกลางที่เป็นไปได้

ตำแหน่งของออร์แกนелล์ขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างไซโทสเกเลตัน โปรตีนมอเตอร์ เส้นทางการส่งสัญญาณ และส่วนประกอบอื่นๆ ของเซลล์

ความสัมพันธ์กันนี้ทำให้เกิดคำถามว่าระบบดังกล่าว

สามารถวิวัฒนาการร่วมกันแบบเป็นขั้นตอนได้อย่างไร

เป็นเรื่องท้าทายที่จะอธิบายว่าออร์แกนелล์และระบบที่รับผิดชอบในการกำหนดตำแหน่งสามารถวิวัฒนาการไปพร้อมๆ

กันได้อย่างไรโดยที่ระบบใดระบบหนึ่งไม่สามารถทำงานอย่างเต็มที่ได้เลยก่อน

แหล่งกำเนิดและวิวัฒนาการของโปรตีนมอเตอร์ เช่น ไคเนซิน ไดนีอิน และไมโอซิน

รวมถึงองค์ประกอบของโครงร่างเซลล์ เช่น ไมโครทูบูลและแอกตินไฟลามেন্ট

ยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างสมบูรณ์

โปรตีนและ โครงสร้างเหล่านี้ต้องวิวัฒนาการจนมีหน้าที่และปฏิสัมพันธ์ที่เฉพาะเจาะจงมาก

ซึ่งอธิบายได้ยากด้วยการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

วิวัฒนาการของเครือข่ายควบคุมที่ซับซ้อนซึ่งควบคุมตำแหน่งของออร์แกนเซลล์ก่อให้เกิดความท้าทายที่สำคัญ

เครือข่ายเหล่านี้ต้องประสานงานการแสดงผลและกิจกรรมของชิ้นจำนวนมากได้อย่างแม่นยำ และวิวัฒนาการที่เพิ่มขึ้นผ่านการกลายพันธุ์แบบสุ่มนั้นยากที่จะอธิบายได้

ส่วนประกอบหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งออร์แกนเซลล์นั้นพึ่งพากัน

ซึ่งหมายความว่าส่วนประกอบเหล่านี้จะต้องทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดข้อได้เปรียบในการเลือกสรร

การวิวัฒนาการพร้อมกันของส่วนที่โต้ตอบกันหลายส่วนนั้นเป็นปัญหาเพราะระบบบางส่วนจะไม่สามารถให้ประโยชน์เพียงพอที่จะได้รับการสนับสนุนจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

กระบวนการกำหนดตำแหน่งและการบำรุงรักษาออร์แกนเซลล์นั้นใช้พลังงานมาก

ไม่ชัดเจนว่าเซลล์ในช่วงแรกจะสามารถรับมือกับต้นทุนการเผาผลาญที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ซับซ้อนเหล่านี้ได้อย่างไรหากไม่มีกลไกการผลิตพลังงานและการจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพอยู่แล้ว

vii i . การแบ่งตัวของเซลล์

การแบ่งตัวของเซลล์เป็นกระบวนการที่เซลล์ที่ไม่เฉพาะเจาะจงพัฒนาเป็นเซลล์เฉพาะที่มีโครงสร้าง และหน้าที่ที่แตกต่างกัน กระบวนการนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนา การเจริญเติบโต และการทำงานของเนื้อเยื่อ อวัยวะ และในที่สุดคือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

การแบ่งตัวโดยทั่วไปจะเริ่มต้นด้วยเซลล์ต้นกำเนิด

ซึ่งเป็นเซลล์ที่ไม่เฉพาะเจาะจงที่สามารถก่อให้เกิดเซลล์ประเภทต่างๆ ได้

เซลล์ต้นกำเนิดสามารถแบ่งตัวได้หลายอย่างและสามารถแบ่งตัวไปเป็นเซลล์เกือบทุกประเภท

ในระหว่างการพัฒนา เซลล์เหล่านี้จะได้รับความสัญญาณที่ชี้แนะให้กลายเป็นเซลล์ประเภทเฉพาะ

เมื่อเซลล์ต้นกำเนิดแบ่งตัว เซลล์เหล่านี้จะกลายเป็นเซลล์ต้นกำเนิดที่มีศักยภาพหลายอย่าง

ซึ่งมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดเซลล์ประเภทต่างๆ ในขอบเขตจำกัด

เซลล์ต้นกำเนิดจะแบ่งตัวต่อไปเป็นเซลล์เฉพาะเจาะจงอย่างสมบูรณ์

การแบ่งตัวของเซลล์เป็นกระบวนการที่มีการควบคุมอย่างเข้มงวดและมีพลวัต ซึ่งขับเคลื่อนโดยการควบคุมการแสดงออกของยีน เส้นทางการถ่ายทอดสัญญาณ การดัดแปลงเอพิเจเนติกส์ การไล่ระดับของมอร์โฟเจน และปฏิสัมพันธ์กับเซลล์อื่นๆ และเมทริกซ์นอกเซลล์

เซลล์ทั้งหมดในสิ่งมีชีวิตมี DNA เหมือนกัน แต่เซลล์ประเภทต่างๆ จะแสดงยีนย่อยที่ต่างกัน การแสดงออกของยีนแบบเลือกสรรนี้จะกระตุ้นให้เกิดการแบ่งตัว

โปรตีนที่เรียกว่าปัจจัยการถอดรหัส จะจับกับ ลำดับ DNA

เฉพาะเพื่อควบคุมการถอดรหัสของยีนเป้าหมาย

ปัจจัยเหล่านี้สามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการแสดงออกของยีน

ทำให้เกิดโปรตีนที่จำเป็นสำหรับเซลล์ประเภทหนึ่งๆ

เซลล์รับสัญญาณจากสภาพแวดล้อม เช่น ปัจจัยการเจริญเติบโต ฮอโมน และไซโตไคน์

สัญญาณเหล่านี้จะจับกับตัวรับบนพื้นผิวเซลล์ ทำให้เกิดกระบวนการถ่ายทอดสัญญาณ

กระบวนการถ่ายทอดสัญญาณเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภายในเซลล์แบบต่อเนื่อง

ซึ่งมักจะรวมถึงการฟอสโฟรีเลชันของโปรตีน

ซึ่งท้ายที่สุดแล้วส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการแสดงออกของยีน

การดัดแปลงทางเอพิเจเนติกส์เกี่ยวข้องกับ

การเมทิลเลชันของดีเอ็นเอและการดัดแปลงฮิสโตน

การเมทิลเลชันของดีเอ็นเอจะยับยั้งการแสดงออกของยีน โดยการเพิ่มกลุ่มเมทิลลงในดีเอ็นเอ

ซึ่งโดยปกติจะอยู่ที่เกาะ CpG

รูปแบบเมทิลเลชันนั้นถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้และสามารถลือกเอกลักษณ์ของเซลล์ได้โดย

ารยับยั้งยีนที่ไม่จำเป็นสำหรับเซลล์ประเภทใดประเภทหนึ่ง

ฮิสโตนซึ่งเป็นโปรตีนที่พันรอบดีเอ็นเอสามารถดัดแปลงทางเคมีได้ (เช่น การอะเซทิลเลชัน

การเมทิลเลชัน) การดัดแปลงเหล่านี้จะเปลี่ยนโครงสร้างของโครมาติน

ทำให้สามารถเข้าถึงดีเอ็นเอเพื่อการถอดรหัสได้

มอร์โฟเจนเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณที่แพร่กระจายไปทั่วเนื้อเยื่อและสร้างระดับความเข้มข้น

เซลล์ตอบสนองต่อความเข้มข้นของมอร์โฟเจนที่แตกต่างกันโดยกระตุ้นเส้นทางการพัฒนาที่แ

แตกต่างกัน ทำให้เกิดชะตากรรมของเซลล์ที่หลากหลาย

ระดับความเข้มข้นของมอร์โฟเจนมีความสำคัญต่อการพัฒนาของตัวอ่อนเพื่อสร้างรูปแบบ โดยกำหนดการจัดเรียงในเชิงพื้นที่ของเซลล์ที่แยกความแตกต่าง

การสัมผัสโดยตรงระหว่างเซลล์สามารถกระตุ้นให้เกิดการแบ่งตัวของเซลล์ได้ โปรตีนที่ยึดติดกับเยื่อหุ้มเซลล์หนึ่งจะโต้ตอบกับ โปรตีนตัวรับในเซลล์ข้างเคียงเพื่อส่งสัญญาณ เซลล์จะหลั่ง โมเลกุลสัญญาณที่ส่งผลต่อเซลล์ใกล้เคียงและส่งผลต่อการแบ่งตัวของเซลล์

เมทริกซ์นอกเซลล์ (ECM) ซึ่งประกอบด้วย โปรตีนและโพลีแซ็กคาไรด์ ทำหน้าที่สนับสนุนโครงสร้างและส่งสัญญาณทางชีวเคมีไปยังเซลล์

อินทิกรินและ โมเลกุลการยึดเกาะอื่นๆ ทำหน้าที่ควบคุมการเกาะของเซลล์เข้ากับ ECM โดยมีอิทธิพลต่อรูปร่างของเซลล์ การอพยพ และการแบ่งตัวของเซลล์

กลไกการป้อนกลับเชิงบวกและเชิงลบควบคุมความถี่หน้าของการแบ่งตัวของเซลล์ การป้อนกลับเชิงบวกบ่งชี้ว่าเซลล์ที่แบ่งตัวแล้วสามารถผลิตสัญญาณที่เสริมสร้างเอกลักษณ์ของตนเองได้ ซึ่งช่วยให้เซลล์มีประเภทที่เสถียร

กลไกการป้อนกลับเชิงลบจำกัดสัญญาณการแบ่งตัว ของเซลล์

ป้องกันไม่ให้เกิดการแบ่งตัวมากเกินไป และรักษาจำนวนเซลล์ที่ยังไม่แบ่งตัวไว้ ดังที่ได้อธิบายไว้

การแบ่งตัวของเซลล์เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่ซับซ้อนและประสานงานกันอย่างมาก รวมถึงการควบคุมยีนอย่างแม่นยำ การถ่ายทอดสัญญาณ และการดัดแปลงทางเอพิเจเนติกส์ ความซับซ้อนดังกล่าวนี้ยากที่จะอธิบายได้ด้วยการกลายพันธุ์แบบสุ่มอย่างค่อยเป็นค่อยไปและการคัดเลือกตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

กระบวนการนี้ต้องอาศัยการบูรณาการของระบบเซลล์จำนวนมาก เช่น บังคับการถอดรหัส เส้นทางการส่งสัญญาณ และ โครงร่างของเซลล์

วิวัฒนาการพร้อมกันของระบบที่พึ่งพากันเหล่านี้ก่อให้เกิดความท้าทายอย่างมากต่อทฤษฎีวิวัฒนาการ นอกจากนี้

ต้นกำเนิดของเซลล์ต้นกำเนิดที่มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างไม่สามารถอธิบายได้ด้วยกลไกวิวัฒนาการ

บทบาทของการปรับเปลี่ยนทางเอพิเจเนติกส์ เช่น
 การเมทิลเลชันของดีเอ็นเอและการดัดแปลงฮิสโตน
 มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแยกความแตกต่าง
 ทฤษฎีวิวัฒนาการยังไม่สามารถอธิบายที่มาของกลไกที่ซับซ้อนเหล่านี้ได้อย่างชัดเจน
 เนื่องจากต้องใช้ความแม่นยำและการประสานงานในระดับสูง
 การถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเครื่องหมายเอพิเจเนติกส์ทำให้มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นอีกชั้นหนึ่ง
 งบกลไกที่ใช้สร้าง รักษา
 และสืบทอดเครื่องหมายเหล่านี้มีความซับซ้อนและต้องการคำอธิบายโดยละเอียด
 การสร้างและตีความระดับความเข้มข้นของมอร์โฟเจนมีความสำคัญต่อการสร้างรูปแบบในระหว่างการพัฒนา
 ระดับความเข้มข้นที่แม่นยำและความสามารถของเซลล์ในการตีความสัญญาณเหล่านี้อย่างแม่นยำ
 ชำ แสดงให้เห็นถึงการออกแบบที่ชาญฉลาดมากกว่าการกลายพันธุ์แบบสุ่ม
 แนวคิดของข้อมูลตำแหน่ง ซึ่งเซลล์กำหนดตำแหน่งและแยกความแตกต่างตามนั้น
 ต้องใช้ระบบการสื่อสารที่ซับซ้อน ดันกำเนิดวิวัฒนาการของระบบดังกล่าวยังไม่ชัดเจน

เครือข่ายควบคุมของปัจจัยการถอดรหัสที่ควบคุมการแสดงออกของยีนระหว่างการพัฒนาตัวอ่อนมีความซับซ้อนสูง
 วิวัฒนาการแบบค่อยเป็นค่อยไปของเครือข่ายเหล่านี้ขาดการสนับสนุนเชิงประจักษ์
 เนื่องจากจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่ประสานกันในยีนหลายตัว
 การกลายพันธุ์ในปัจจัยการถอดรหัสที่สำคัญอาจมีผลกระทบที่แพร่หลายและเป็นอันตราย
 ทำให้ยากต่อการจินตนาการว่าการกลายพันธุ์ที่เป็นประโยชน์จะค่อยๆ
 สะสมจนกลายเป็นเครือข่ายควบคุมการทำงานได้อย่างไร

ix. การสร้างเนื้อเยื่อ และ อวัยวะ

การสร้างเนื้อเยื่อ (histogenesis)

เป็นกระบวนการที่เซลล์ที่แตกต่างกันจัดระเบียบเป็นเนื้อเยื่อเฉพาะในระหว่างการพัฒนาตัวอ่อน

น

กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ต้นกำเนิดออกเป็นเซลล์ประเภทต่างๆ เช่น เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ประสาท และเซลล์เยื่อบุผิว โดยแต่ละเซลล์มีหน้าที่ที่แตกต่างกัน เมื่อเซลล์แบ่งตัวแล้ว

เซลล์จะเริ่มเรียงตัวกันเป็น โครงสร้างที่ซับซ้อนซึ่งก่อตัวเป็นเนื้อเยื่อพื้นฐานของร่างกาย เนื้อเยื่อเหล่านี้ได้แก่ เนื้อเยื่อบุผิว เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อประสาท โดยแต่ละเนื้อเยื่อมีส่วนในการสร้างโครงสร้างโดยรวมและการทำงานของอวัยวะต่างๆ

การสื่อสารและการส่งสัญญาณของเซลล์มีบทบาทสำคัญในการนำทางเซลล์ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องและเพื่อให้แน่ใจว่าเซลล์จะโต้ตอบกันอย่างเหมาะสม

การสร้างเนื้อเยื่อมีการควบคุมอย่างเข้มงวด

เนื่องจากข้อผิดพลาดในการจัดระเบียบเซลล์อาจนำไปสู่ความผิดปกติหรือโรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนา ตลอดกระบวนการนี้ เซลล์จะเกาะติดกัน อพยพไปยังบริเวณเฉพาะ และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาเพื่อสร้างโครงสร้างของเนื้อเยื่อที่มีหน้าที่ เมื่อการสร้างเนื้อเยื่อเสร็จสมบูรณ์จะส่งผลให้เกิดเนื้อเยื่อที่พัฒนาเต็มที่ซึ่ง สามารถทำหน้าที่เฉพาะได้ กระบวนการนี้มี

ความสำคัญพื้นฐานต่อการพัฒนาของอวัยวะและการจัดระเบียบโดยรวมของร่างกาย

การสร้างอวัยวะ (organogenesis) เกิดขึ้นตามกระบวนการสร้างเนื้อเยื่อ (histogenesis) ซึ่งเนื้อเยื่อจะถูกจัดเป็นหน่วยการทำงาน ในระหว่างการสร้างอวัยวะ ชั้นเนื้อเยื่อทั้งสามชั้น ได้แก่ เอคโตเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม

จะโต้ตอบกันและแยกตัวออกไปเพื่อสร้างอวัยวะเฉพาะ ชั้นเอกโตเดิร์มสร้างอวัยวะหลัก เช่น สมองและไขสันหลัง ในขณะที่เมโซเดิร์มสร้างหัวใจ ไต และกล้ามเนื้อโครงร่าง ส่วนเอนโดเดิร์มสร้างโครงสร้างภายใน เช่น ปอดและตับ

การสร้างอวัยวะเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณที่ซับซ้อนและการควบคุมทางพันธุกรรม เพื่อให้แน่ใจว่าอวัยวะต่างๆ พัฒนาในตำแหน่งที่ถูกต้องและทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม ในระหว่างการสร้างอวัยวะ เซลล์จะอพยพ ขยายพันธุ์ และเกิดอะพอโทซิสตามความจำเป็นเพื่อสร้างรูปร่างของอวัยวะที่กำลังพัฒนา

กระบวนการส่งสัญญาณ Notch

มีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดชะตากรรมของเซลล์และรักษาสสมดุลระหว่างการแพร่พันธุ์และการแยกตัวของเซลล์ การส่งสัญญาณ Wnt

มีส่วนช่วยในการสร้างรูปแบบและการสร้างรูปร่างของอวัยวะ

ทำให้มั่นใจได้ว่าเนื้อเยื่อจะพัฒนาในตำแหน่งและสัดส่วนที่ถูกต้อง

การหยุดชะงักในการส่งสัญญาณเหล่านี้อาจนำไปสู่ข้อบกพร่องแต่กำเนิดหรือการพัฒนาอวัยวะที่ผิดปกติ

กระบวนการนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างกายวิภาคและสรีรวิทยาโดยรวมของร่างกาย

เมื่ออวัยวะต่างๆ พัฒนาขึ้น เนื้อเยื่อหลายประเภทจะรวมเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกัน

ตัวอย่างเช่น อวัยวะอย่างหัวใจประกอบด้วยเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

และเนื้อเยื่อประสาท ซึ่งล้วนมีความสำคัญต่อการทำงานของอวัยวะนั้นๆ

การพัฒนาของอวัยวะเหล่านี้ได้รับคำแนะนำจากเส้นทางการส่งสัญญาณที่ซับซ้อน

ซึ่งช่วยให้แน่ใจว่าเซลล์จะอพยพไปยังตำแหน่ง ที่ถูกต้อง แบ่งตัวอย่างเหมาะสม

และสร้างโครงสร้างที่ถูกต้อง

ทฤษฎีวิวัฒนาการที่อธิบายการก่อตัวของเนื้อเยื่อและอวัยวะเผชิญกับ ความท้าทาย ที่สำคัญ ความซับซ้อนของเนื้อเยื่อและอวัยวะมีมากกว่าที่จะอธิบายได้ด้วยกระบวนการวิวัฒนาการแบบค่อยเป็นค่อยไปทีละขั้นตอน เนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ส่วน มีลักษณะ

"ซับซ้อนจนลึกลับไม่ได้" ซึ่งหมายความว่าประกอบด้วยส่วนต่างๆ

ที่เชื่อมโยงกันหลายส่วนซึ่งไม่สามารถทำงานได้หากไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่ง ดังนั้น โครงสร้าง

ที่ซับซ้อนดัง กล่าว จึงไม่สามารถวิวัฒนาการขึ้นทีละน้อยได้

เนื่องจากจะไม่สามารถทำงานได้ในระยะกลาง

ทฤษฎีวิวัฒนาการตั้งสมมติฐานว่าโครงสร้างใหม่ เช่น เนื้อเยื่อและอวัยวะ

เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยน โครงสร้างที่มีอยู่เดิมอย่างค่อยเป็นค่อยไป อย่างไรก็ตาม

ทฤษฎีนี้ไม่ได้อธิบายที่มาของโครงสร้างใหม่ที่ไม่มีการตั้งต้นที่ชัดเจนได้อย่างเพียงพอ

ตัวอย่างเช่น การพัฒนาของอวัยวะที่ซับซ้อน เช่น สมองหรือระบบภูมิคุ้มกัน

ถือเป็นเรื่องยากที่จะอธิบายผ่านการเปลี่ยนแปลงเล็กๆ น้อยๆ ที่ค่อยเป็นค่อยไป

ข้อมูลทางพันธุกรรมที่จำเป็นในการสร้างและจัดระเบียบเนื้อเยื่อและอวัยวะนั้นมีจำนวนมากและมีความเฉพาะเจาะจงมาก

และไม่น่าจะเป็นไปได้ที่ข้อมูลโดยละเอียดดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากการกลายพันธุ์แบบสุ่ม

ทาง

พันธุกรรมซึ่งมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีนโดยไม่เปลี่ยนลำดับดีเอ็นเอมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเนื้อเยื่อและอวัยวะ

ทฤษฎีวิวัฒนาการซึ่งเน้นที่การกลายพันธุ์ทางพันธุกรรมเป็นหลักนั้นไม่ได้อธิบายความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นจากการควบคุมทางเอพิเจเนติกส์อย่างครบถ้วน นอกจากนี้

ทฤษฎีดังกล่าวยังอธิบายได้ไม่ครบถ้วนว่าระบบทางชีววิทยาที่ซับซ้อน

(ประกอบด้วยเนื้อเยื่อและอวัยวะที่โต้ตอบกันหลายส่วน)

สามารถวิวัฒนาการได้โดยอิสระและ บรูณาการ ในภายหลัง เพื่อ

ทำงานอย่างเหนียวแน่นในฐานะสิ่งมีชีวิตที่เป็นหนึ่งเดียวกันได้อย่างไร

x. การก่อตัวของ สิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์

เมื่อ อวัยวะแต่ละส่วนถูกสร้างขึ้นแล้ว จะต้องรวมเข้าด้วยกันเป็นสิ่งมีชีวิตที่ทำงานร่วมกันได้ การผสมรวมนี้เกิดขึ้นได้จากการจัดระเบียบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย

โดยแต่ละอวัยวะจะอยู่ในตำแหน่งเฉพาะที่ทำให้อวัยวะเหล่านั้นสามารถได้ตอบกับอวัยวะและระบบอื่น ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น ระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งรวมถึงหัวใจและหลอดเลือด

จะต้องเชื่อมต่อกับระบบอื่น ๆ เช่น ระบบทางเดินหายใจและระบบย่อยอาหารอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

ตลอดกระบวนการนี้ เซลล์ภายในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ

ยังคงทำงานเฉพาะทางและปรับตัวให้เข้ากับบทบาทของตน

ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่าการแยกหน้าที่การทำงาน

ซึ่งจะทำให้มั่นใจได้ว่าแต่ละส่วนของสิ่งมีชีวิตจะทำหน้าที่ที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การประสานงานและปฏิสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะและระบบต่างๆ

มีความสำคัญต่อการรักษาสุขภาพโดยรวมและการทำงานของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ซึ่งช่วยให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถอยู่รอด เติบโต และสืบพันธุ์ได้ คำ

อธิบายเชิงวิวัฒนาการของการก่อตัวของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์จากอวัยวะต่างๆ

เกี่ยวกับการจัดการกับความท้าทายและความซับซ้อนที่สำคัญหลายประการ:

การสร้างสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์จากอวัยวะต่างๆ

ต้องใช้การบูรณาการและการประสานงานระหว่างระบบต่างๆ ในระดับที่สูงอย่างไม่น่าเชื่อ

กระบวนการวิวัฒนาการที่อาจนำไปสู่การพัฒนาพร้อมกันและการทำงานอย่างราบรื่นของระบบ
บอวัยวะต่างๆ เป็นสิ่งที่อธิบายได้ยาก

อวัยวะและระบบภายในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีความเชื่อมโยงกันอย่างมาก

ซึ่งหมายความว่าการทำงานของระบบหนึ่งมักขึ้นอยู่กับการทำงานที่เหมาะสมของระบบอื่นๆ

คำอธิบายทางวิวัฒนาการต้องคำนึงถึง การพัฒนาพร้อมกันของอวัยวะและระบบต่างๆ

โดยแต่ละอวัยวะมีหน้าที่และความสัมพันธ์กันเฉพาะเจาะจง

และต้องอธิบายว่าระบบที่ซับซ้อนเหล่านี้วิวัฒนาการขึ้นมาได้อย่างไรในลักษณะที่ประสานงาน
กันเป็นขั้นตอน

รูปแบบกลางที่มีระบบที่พัฒนาไม่เต็มที่นั้น ไม่ก่อให้เกิดข้อได้เปรียบเพียงพอที่จะได้รับการสนับสนุนจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

หลักฐานฟอสซิลที่แสดงให้เห็นรูปแบบการเปลี่ยนผ่านที่ชัดเจนมีอยู่น้อย

ซึ่งแสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการแบบค่อยเป็นค่อยไปของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่เรียบง่ายไปสู่สิ่งมีชีวิตที่ซับซ้อนพร้อมอวัยวะที่ก่อตัวอย่างสมบูรณ์

ช่องว่างนี้ทำให้ยากต่อการติดตามเส้นทางวิวัฒนาการที่นำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างที่ซับซ้อนดังกล่าว

การประสานงานที่แน่นแฟ้นของการแสดงออกของยีนและเส้นทางการพัฒนาที่จำเป็นสำหรับการสร้างและบูรณาการของอวัยวะสร้างความท้าทายที่สำคัญ

ข้อผิดพลาดเล็กน้อยในกระบวนการเหล่านี้อาจนำไปสู่ความผิดปกติในการพัฒนา

ทำให้เกิดคำถามว่าระบบที่ละเอียดอ่อนดังกล่าวจะพัฒนาไปทีละน้อยได้อย่างไร

การพัฒนาของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ซับซ้อนต้องอาศัยกลไกที่แข็งแกร่งเพื่อจัดการกับข้อผิดพลาดและความแปรผัน

คำอธิบายเชิงวิวัฒนาการจะต้องอธิบายถึงวิธีการที่ระบบการจัดการข้อผิดพลาดเหล่านี้พัฒนาขึ้น

และวิธีที่ระบบเหล่านี้รับรองความเสถียรและความถูกต้องแม่นยำของการสร้างและการทำงานของอวัยวะ

ข. วิวัฒนาการสามารถอธิบายต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตได้หรือไม่?

ในหัวข้อก่อนหน้านี้ เราได้กล่าวถึงต้นกำเนิดของชีวิต

โดยสืบย้อนกระบวนการตั้งแต่การก่อตัวของกรดอะมิโน อาร์เอ็นเอ โปรตีน ดีเอ็นเอ เซลล์ โพรคาริโอต เซลล์ยูคาริโอต เนื้อเยื่อ และอวัยวะ จนในที่สุดก็นำไปสู่สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ กระบวนการ เหล่านี้ดำเนินไปอย่างไม่อาจปฏิเสธได้ในลักษณะที่มุ่งเป้าหมายไปที่ จุดประสงค์เดียว นั่นคือ การก่อตัวของสิ่งมีชีวิต

คำถามสำคัญที่เกิดขึ้นคือ วิวัฒนาการซึ่งดำเนินไปโดยกระบวนการที่ไม่มีทิศทางและสุ่มนั้น สามารถอธิบายการพัฒนาที่ซับซ้อนเหล่านี้และต้นกำเนิดของชีวิตได้อย่างเพียงพอหรือไม่ นักวิทยาศาสตร์ด้านวิวัฒนาการได้เสนอทฤษฎีต่างๆ เพื่อตอบคำถามนี้ ทฤษฎีหลักเกี่ยวกับวิวัฒนาการ ได้แก่ การคัดเลือกตามธรรมชาติ การกลายพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และการถ่ายทอดยีนในแนวนอน มาดูทฤษฎีแต่ละทฤษฎีเหล่านี้กันแบบคร่าวๆ

การคัดเลือกตามธรรมชาติคือกระบวนการที่บุคคลที่มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์สามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ได้สำเร็จมากขึ้น

ส่งผลให้คุณสมบัติเหล่านี้พบได้บ่อยขึ้นในประชากรในแต่ละรุ่น

การคัดเลือกตามธรรมชาติดำเนินการบนความหลากหลายที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิต ดังนั้นที่มาของชีวิตและการก่อตัวขององค์ประกอบพื้นฐาน (กรดอะมิโน อาร์เอ็นเอ โปรตีน ดีเอ็นเอ) และโครงสร้าง (เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์)

ต้องมีคำอธิบายนอกเหนือไปจากการคัดเลือกตามธรรมชาติ

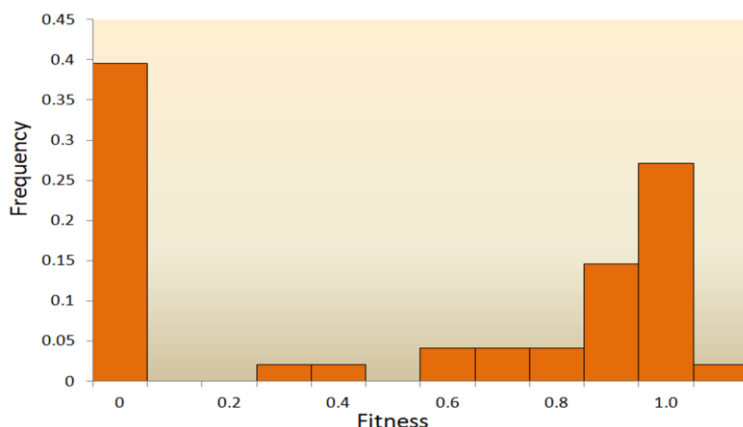
เนื่องจากกระบวนการเหล่านี้ขาดเงื่อนไขเบื้องต้นที่จำเป็น (การจำลองและการทำงาน) เพื่อให้การคัดเลือกเกิดขึ้นได้

การกลายพันธุ์คือการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มใน DNA ของสิ่งมีชีวิตที่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ซึ่งบางครั้งอาจนำไปสู่ลักษณะหรือการปรับตัวใหม่

การกลายพันธุ์เผชิญกับความท้าทายเนื่องจากการกลายพันธุ์ส่วนใหญ่เป็นอันตรายหรือเป็นกลางมากกว่าเป็นประโยชน์

ทำให้การกลายพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ไม่น่าจะเกิดขึ้นบ่อยพอที่จะขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการที่สำคัญได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาเกี่ยวกับการกระจายของผลต่อสมรรถภาพ (DFE) ของการกลายพันธุ์แบบสุ่มในไวรัส stomatitis vesicular แสดงให้เห็นถึงปัญหานี้

จากการกลายพันธุ์ทั้งหมด 39.6% เป็นชนิดที่ทำให้ถึงตาย 31.2% เป็นชนิดที่ไม่เป็นอันตรายถึงชีวิต และ 27.1% เป็นชนิดที่เป็นกลาง



รูปที่ 3.6 การ กระจายตัวของผลฟิตเนส

หากมีการแทรกหรือลบนิวคลีโอไทด์ (ทำให้เกิดการกลายพันธุ์แบบเฟรมชิฟต์) หรือหากมีการสร้างหรือลบโคดอนหยุดโดยการกลายพันธุ์ โพรตีนที่ไม่ทำงานก็จะถูกสร้างขึ้น นี่เป็นเหตุผลหลักว่าทำไมเมื่อพิจารณาจากกรดอะมิโนจำนวนมากในโปรตีนของสิ่งมีชีวิต (เช่น จาก 20 ถึง 33,000 ในโปรตีนของมนุษย์)

โอกาสของการวิวัฒนาการครั้งใหญ่จะเกิดขึ้นจากการกลายพันธุ์แบบสุ่มดังกล่าวจึงเป็นไปได้

ดี (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ใน ส่วน 'd' ในบทนี้) นอกจากนี้

การกลายพันธุ์แบบสุ่มไม่สามารถอธิบายการเกิดขึ้นครั้งแรกของชีวิตจากสิ่งไม่มีชีวิตได้

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมนั้นอาศัยการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มในความถี่ของอัลลีล

ซึ่งอาจไม่สามารถอธิบายความซับซ้อนในการปรับตัวที่สังเกตพบในสิ่งมีชีวิตได้อย่างเพียงพอ

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมนั้นเด่นชัดกว่าในประชากรกลุ่มเล็ก

ทำให้ผลกระทบมีความเกี่ยวข้องน้อยลงในประชากรกลุ่มใหญ่ซึ่งวิวัฒนาการส่วนใหญ่เกิดขึ้น

นอกจากนี้

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมยังขาดแรงขับเคลื่อนในการกำหนดทิศทางที่จำเป็นต่อการพัฒนาโครงสร้างและระบบที่มีการจัดระเบียบอย่างสูง นอกจากนี้

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมไม่สามารถสร้างข้อมูลหรือฟังก์ชันใหม่ได้

จึงไม่สามารถอธิบายการ

เกิดขึ้นของลักษณะใหม่หรือที่มาของลักษณะทางชีววิทยาที่ซับซ้อนได้

การถ่ายโอนยีนในแนวนอน (Horizontal gene transfer: HGT) คือการ

ถ่ายโอนวัสดุทางพันธุกรรมระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

ไม่ใช่ผ่านการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม HGT

เผชิญกับปัญหาในการอธิบายลักษณะที่ซับซ้อนในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เนื่องจากบทบาทของ

HGT จำกัดเฉพาะกับโพรคาริโอตเป็นหลัก โดยมีผลกระทบน้อยกว่าต่อสิ่งมีชีวิตชั้นสูง

การผสมกันต่างถิ่นเข้ากับจีโนมของโฮสต์มักต้องการกลไกการควบคุมที่แม่นยำ

ซึ่งไม่น่าจะเกิดขึ้นพร้อมกันได้ นอกจากนี้ HGT ยังอาจทำให้เกิดความไม่เสถียรทางพันธุกรรม

ซึ่งอาจนำไปสู่การกลายพันธุ์ที่เป็นอันตรายได้ ลักษณะสุ่มของการได้รับยีนผ่าน HGT

ยังทำให้เกิดคำถามเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างการปรับตัวที่ประสานกันและทำงานได้

HGT ไม่ได้อธิบายที่มาของอินโนวชัน แต่เป็นการถ่ายทอดยีนที่มีอยู่แล้ว

ซึ่งล้มเหลวในการระบุถึงการเกิดขึ้น ของ ลักษณะใหม่

ตารางต่อไปนี้สรุปความสามารถในการนำทฤษฎีวิวัฒนาการไปใช้กับกระบวนการทางชีววิทยา

และกระบวนการทางพันธุกรรม

ทฤษฎีวิวัฒนาการ	เรา สามารถอธิบายการเกิดชีวิตได้หรือไม่?	สามารถอธิบายการก่อตัวของ RNA, โปรตีน, DNA ได้หรือไม่?	การปรับตัวทางพันธุกรรม ไม่ใช่วิวัฒนาการ?*
การคัดเลือกโดยธรรมชาติ	เลขที่	เลขที่	ใช่
การกลายพันธุ์	เลขที่	เลขที่	ใช่
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	เลขที่	เลขที่	ใช่
เอชจีที	เลขที่	เลขที่	ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 3.2 ทฤษฎีวิวัฒนาการ: การประยุกต์ใช้กับชีววิทยาและพันธุศาสตร์ (*:

ดูหัวข้อถัดไปสำหรับการปรับตัวทางพันธุกรรม)

จากตารางจะเห็นได้ว่าทฤษฎีวิวัฒนาการหลักๆ ไม่สามารถ

อธิบายต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตบนโลก และ

กลไกเบื้องหลังการก่อตัวขององค์ประกอบทางชีววิทยาพื้นฐาน เช่น อาร์เอ็นเอ โปรตีน

และดีเอ็นเอ ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองวิวัฒนาการที่ใช้กับเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ

และรูปแบบชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้น ไม่ถือเป็นคำอธิบายที่แท้จริงสำหรับต้นกำเนิดหรือวิวัฒนาการ

ของสิ่งมีชีวิต แทนที่จะกล่าวถึงการเกิดขึ้นของชีวิตจากสารที่ไม่มีชีวิต

ทฤษฎีเหล่านี้เพียงบรรยายถึงการพัฒนาของชีวิตเมื่อมีองค์ประกอบสำคัญ ครบถ้วนแล้ว

ได้แก่ อาร์เอ็นเอ โปรตีน และดีเอ็นเอ

ซึ่งก็คล้ายกับการอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการประกอบรถยนต์หรือการก่อสร้างอาคาร โดยไม่ได้อธิบายว่าวัตถุดิบ และชิ้นส่วนต่างๆ เกิดขึ้นมาได้อย่างไร

ทฤษฎีวิวัฒนาการที่นำมาใช้กับสิ่งมีชีวิตนั้นอธิบายกระบวนการทางพันธุกรรมและชีวเคมีที่ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้เป็นหลัก อย่างไรก็ตาม การปรับตัวและพฤติกรรมเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นใหม่โดยวิวัฒนาการ แต่ถูกเข้ารหัสไว้แล้วในข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เมื่อพิจารณาจากข้อจำกัดนี้ ทฤษฎีวิวัฒนาการ จึงควร เรียกให้ ถูกต้องกว่า ว่า 'ทฤษฎี การปรับตัวทางพันธุกรรม' (ดูหัวข้อถัดไป)

เนื่องจากหัวข้อดังกล่าวเน้น ไปที่วิธีที่สิ่งมีชีวิตปรับตัวเข้ากับแรงกดดันจากสิ่งแวดล้อมผ่านกลไกทางพันธุกรรมที่มีอยู่ก่อนแล้ว

แม้จะมีข้อจำกัดที่สำคัญเหล่านี้ ทฤษฎีวิวัฒนาการก็ยังได้รับการส่งเสริมมากเกินไป

จนทำให้เกิดความเข้าใจผิดอย่างแพร่หลาย ปัจจุบัน

หลายคนเข้าใจผิดว่าทฤษฎีนี้สามารถอธิบายการเปลี่ยนผ่านจากสสารที่ไม่มีชีวิตไปเป็นสิ่งมีชีวิต และการพัฒนาของรูปแบบชีวิตที่ซับซ้อนได้

ในการสร้างอาคาร เราต้องมีแบบแปลน วัสดุก่อสร้าง และรากฐานที่มั่นคงเป็นจุดเริ่มต้น

ทฤษฎีวิวัฒนาการนั้นคล้ายกับการพยายามสร้างอาคาร โดยไม่มีแบบแปลน (ทิศทาง)

วัสดุก่อสร้าง (อาร์เอ็นเอ โปรตีน ดีเอ็นเอ) และ รากฐาน (ต้นกำเนิดเริ่มต้นของชีวิต)

หากไม่มีสิ่งเหล่านี้ อาคารต่างๆ ก็ไม่สามารถสร้างได้

ในขณะที่เราตระหนักว่าแบบแปลนของอาคารได้รับการออกแบบโดยสถาปนิก

เราก็ควรยอมรับด้วยว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหมดได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นโดย พระเจ้า

ผู้ทรงสร้างคุณความ ดี

ค. ทฤษฎีของดาร์วิน : ทฤษฎีของ วิวัฒนาการ หรือ ทฤษฎี การปรับ ตัวทางพันธุกรรม ?

วิวัฒนาการสามารถแบ่งออกได้กว้างๆ ออกเป็น 2 ประเภท คือ วิวัฒนาการระดับจุลภาค และวิวัฒนาการระดับมหภาค

วิวัฒนาการระดับจุลภาคหมายถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับเล็กภายในสปีชีส์หนึ่งๆ ตลอดระยะเวลาหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สามารถสังเกตได้ในช่วงเวลาสั้นๆ และมักเกี่ยวข้องกับการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ในทางกลับกัน วิวัฒนาการระดับมหภาค เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในระดับใหญ่ที่เกิดขึ้นตลอดช่วงทางธรณีวิทยาที่ยาวนาน ส่งผลให้เกิดสปีชีส์ใหม่และกลุ่มอนุกรมวิธานที่กว้างขึ้น

นักชีววิทยาวิวัฒนาการเสนอว่ากลไกหลักของวิวัฒนาการขนาดใหญ่คือการสะสมของการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการขนาดเล็กจำนวนมากในช่วงเวลาหนึ่ง

ผู้คนเห็นด้วยว่ามีหลักฐานของวิวัฒนาการขนาดเล็ก

แต่ไม่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือของวิวัฒนาการขนาดใหญ่

หากทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วินจะถูกเรียกว่าทฤษฎีวิวัฒนาการ

ทฤษฎีนี้จะต้องแสดงหลักฐานของวิวัฒนาการขนาดใหญ่

หลักฐานที่น่าเชื่อถือที่สุดของวิวัฒนาการขนาดใหญ่คือการมีอยู่ของสปีชีส์ที่อยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่าน

บทที่ 6 (ความยากลำบากสำหรับทฤษฎี) ในหนังสือ *On the Origin of Species* ของดาร์วิน

เขียนไว้ว่า: "เหตุใดเราจึงไม่เห็นรูปแบบการเปลี่ยนผ่านมากมายทุกที่

ทั้งที่สปีชีส์สืบเชื้อสายมาจากสปีชีส์อื่นด้วยระดับที่ละเอียดจนไม่รู้สีกตัว"

การขาดหลักฐานของสปีชีส์ที่อยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านนี้มักเรียกกันว่า

"ภาวะกลืนไม่เข้าคายไม่ออก ของ ดาร์วิน"

ฟอสซิล ที่มักถูกระบุว่าเป็น " ฟอสซิล ช่วงเปลี่ยนผ่าน"

อาจเป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงภายในสปีชีส์หนึ่งหรือรูปแบบที่ไม่เกี่ยวข้องกันโดยสิ้นเชิง

ความคลุมเครือนี้ทำให้ยากต่อการระบุรูปแบบช่วงเปลี่ยนผ่านที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน

ตัวอย่างเช่น ดึกดาลิกถือเป็นฟอสซิลช่วงเปลี่ยนผ่านและ ถือเป็น

หนึ่งในการค้นพบที่สำคัญที่สุดในการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

อย่างไรก็ตาม เอกสาร *Nature* ที่ตีพิมพ์โดย Niedzwiedzki และคณะ

เผยให้เห็นรอยเท้าของสัตว์สี่เท้าที่ได้รับการอนุรักษ์ไว้อย่างดีซึ่งมีอายุก่อนดึกดาลิกประมาณ 18

ล้านปี

รอยเท้าที่ค้นพบบ่งชี้ว่าสัตว์สี่เท้าที่พัฒนาเต็มที่เดินบนบกมาก่อนที่เชื่อกันก่อนหน้านี้มาก

เนื่องจาก ดึก ตาลึกมีอายุประมาณ 375 ล้านปีก่อน รอย

เท้าของสัตว์สี่เท้าที่เก่าแก่กว่าจึงทำทาบอบบาทของมันในฐานะรูปแบบช่วงเปลี่ยนผ่านโดยตรง
ระหว่างปลาและสัตว์สี่เท้า

หาก ไม่มี หลักฐานที่น่าเชื่อถือสำหรับ สิ่งมีชีวิตในช่วงเปลี่ยนผ่าน ทฤษฎีของดาร์วิน ก็ถูก
ตั้งชื่อไม่ถูกต้อง และ ควรเรียกว่าทฤษฎีการปรับตัวทางพันธุกรรม มากกว่าทฤษฎี วิวัฒนาการ
สาเหตุมีความเกี่ยวข้องกับวงจร Milankovitch ซึ่ง

มีอิทธิพลต่อรูปแบบสภาพภูมิอากาศและมีบทบาทในการกำหนดการปรับตัวทางพันธุกรรมใน
ช่วงเวลาต่างๆ

- มิลานโควิช ไชเคิลส์

ความเอียงศูนย์กลางของโลก ผันผวน จากเกือบเป็นวงกลมไปจนถึงเป็นวงรีมากขึ้นใน รอบ
100,000 ปี การ เปลี่ยนแปลงของความเอียงศูนย์กลาง มีอิทธิพลต่อรูปแบบภูมิอากาศ
ส่งผลต่อการกำหนดเวลาของยุคน้ำแข็งและยุกระหว่างน้ำแข็ง

ความเอียง ของ แกน โลก (obliquity) ความเอียงนี้ เปลี่ยนแปลง ระหว่าง 22.1 องศาถึง
24.5 องศาตลอดรอบ 41,000 ปี

ซึ่งส่งผลต่อการกระจายของรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างเส้นศูนย์สูตรและขั้วโลก

ส่งผลต่อความเข้มข้นของฤดูกล และ มี

บทบาทสำคัญในรูปแบบภูมิอากาศระยะยาวและพลวัตของยุค น้ำแข็ง

การ เคลื่อน

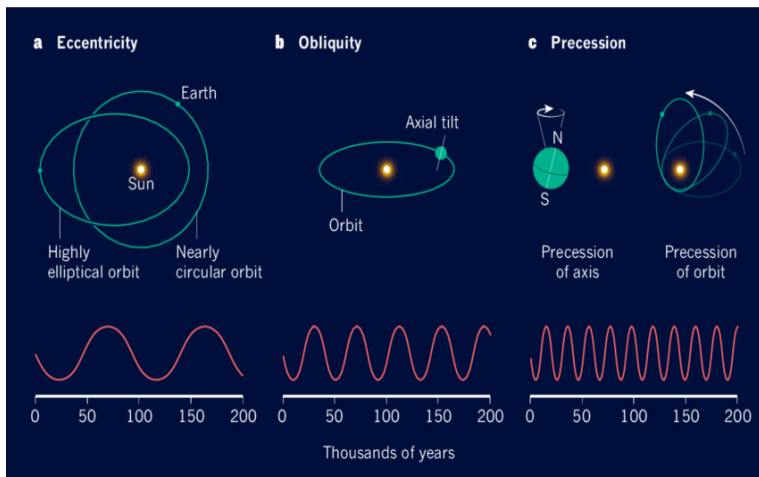
ตัวของแกนหมุนของโลกเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแกนหมุนอย่างค่อยเป็นค่อยไป
ตลอดรอบระยะเวลา 26,000 ปี

การสั่นไหวนี้ทำให้เวลาของฤดูกลเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับตำแหน่งของโลกในวงโคจร
กลไกนี้เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและช่วงเวลาของฤดูกล

ส่งผลกระทบต่อระบบสภาพภูมิอากาศโดยรวมของโลก

ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงของความเอียงศูนย์กลาง แกนเอียง และแกน หมุน แบบเอียง
เรียกรวมกันว่าวัฏจักรมิลาน โควิช

วัฏจักรเหล่านี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในระยะยาว
 ทะเลทรายซาฮาราเป็นตัวอย่างที่ดีของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
 ในช่วงที่มีรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ทะเลทรายซาฮารจะมีฝนตกมากขึ้น
 ทำให้กลายเป็นพื้นที่สีเขียวที่มีทะเลสาบและแม่น้ำ ในทางกลับกัน หากรังสีดวงอาทิตย์ลดลง
 ทำให้เกิดสภาพอากาศแห้งแล้ง
 ทำให้ภูมิภาคนี้กลายเป็นทะเลทรายอันกว้างใหญ่ดังที่เห็นในปัจจุบัน



รูปที่ 3. 7 ส่วนประกอบ ของ วงจร Milankovitch

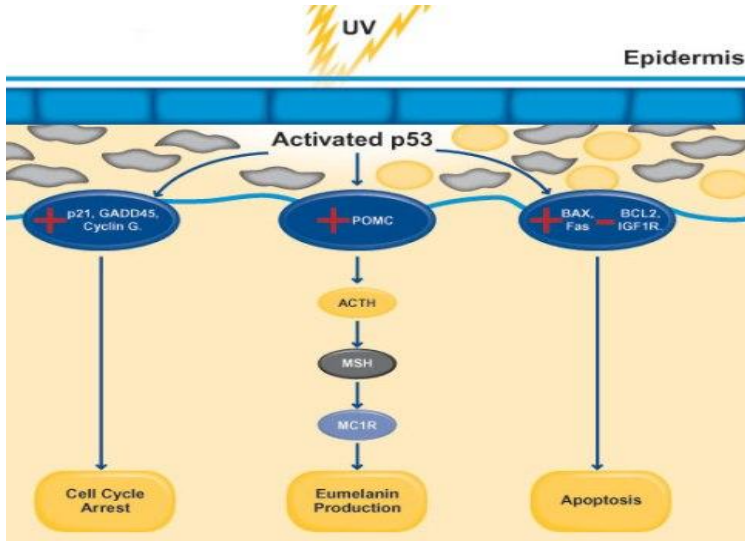
เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว
 สิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกจะปรับร่างกายให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปโดยผ่านการ
 ปรับตัวทางพันธุกรรม กลไกอันน่าทึ่งนี้ซึ่งเข้ารหัสไว้ในดีเอ็นเอ
 ช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถอยู่รอดได้เป็นระยะเวลานานโดยไม่สูญพันธุ์
 แม้ว่านักวิวัฒนาการจะเรียกความสามารถในการปรับตัวนี้ว่า "วิวัฒนาการ" ก็ตาม
 แต่การจำแนกประเภทดังกล่าวถือเป็นการเข้าใจผิด
 ควรให้คำอธิบายที่ถูกต้องและเป็นวิทยาศาสตร์มากกว่านี้ว่า "การปรับตัวทางพันธุกรรม"
 ขอให้ฉันยกตัวอย่างบางส่วนที่อาจสนับสนุนแนวคิดเรื่อง "ทฤษฎีการปรับตัวทางพันธุกรรม"

- การปรับตัวทางพันธุกรรมต่อรังสี UV

หากผิวหนังของมนุษย์สัมผัสกับรังสี UV

ที่รุนแรงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

กลไกที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับโปรตีนและฮอร์โมนหลายชนิดจะกระตุ้นให้ มีการผลิตเมลานิน เพิ่มขึ้น ผ่านการกระตุ้นยีนเฉพาะ



รูปที่ 3.8 กลไกการผลิตเมลานิน

รังสี UV ทำให้ DNA เสียหายในเซลล์ผิว ความเสียหายนี้จะกระตุ้นโปรตีน p53 ซึ่งเป็นตัวควบคุมที่สำคัญของการตอบสนองของเซลล์ต่อความเครียดและความเสียหาย โปรตีน p53 ที่ถูกกระตุ้นจะทำหน้าที่เป็นปัจจัยการถอดรหัส ส่งเสริมการแสดงออกของยีนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองป้องกันต่อความเสียหายจากรังสี UV P53 กระตุ้นการแสดงออกของยีน โปรโอปิโอเมลาโนคอร์ติน (POMC) POMC เป็นโพลีเปปไทด์เบื้องต้นที่สามารถแยกย่อยเป็นเปปไทด์ขนาดเล็กหลายตัวที่มีหน้าที่ต่างกัน POMC จะถูกแปรรูปเป็นเปปไทด์หลายชนิด รวมถึงฮอร์โมนอะดรีโนคอร์ติโคโทรปิก (ACTH) และฮอร์โมนกระตุ้นเมลาโนไซต์ (MSH)

MSH จับกับตัวรับเมลานินคอร์ติน 1 (MC1R) บนพื้นผิวของเมลานโนไซต์ ซึ่งเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ผลิตเมลานิน การจับกันของ MSH กับ MC1R จะกระตุ้นตัวรับ ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่สัญญาณภายในเมลานโนไซต์ การกระตุ้น MC1R จะทำให้ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เมลานินถูกควบคุมขึ้น เมลาโนไซต์จะเพิ่มการผลิตเมลานิน ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ดูดซับและกระจายรังสี UV จึงช่วยปกป้อง DNA ของเซลล์ผิวหนังจากความเสียหายที่เกิดจากรังสี UV เพิ่มเติม

เมลานินถูกบรรจุลงในเมลานิน จากนั้นจึงถูกส่งไปยังเคราติโนไซต์ ซึ่งเป็นเซลล์ประเภทหลักในชั้นนอกของผิวหนัง เมลาโนินสร้างเกราะป้องกันเหนือผิวเคลือบของเคราติโนไซต์ ซึ่งช่วยปกป้อง DNA จากรังสี UV ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นี่เป็น หนึ่งใน ตัวอย่าง การปรับ ตัว ของยีนเพื่อตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาสั้นๆ

- **ทาง พันธุกรรมต่อสภาพแวดล้อมอาร์กติก**

ชาวอินูอิตได้พัฒนาการปรับตัวทางพันธุกรรมที่ช่วยให้พวกมันสามารถเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายของอาร์กติกได้ การปรับตัวที่สำคัญ ได้แก่ ยีน กลุ่ม กรดไขมันดีแซเทอเรส (FADS) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการเผาผลาญกรดไขมัน โอเมก้า-3 และ โอเมก้า-6 จากอาหารที่มีไขมันสูงแบบดั้งเดิมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในยีน คาร์นิทีนพาลมิทอยล์ทรานสเฟอเรส 1A (CPT1A) ยังช่วยเพิ่มการผลิตพลังงานจากไขมัน ซึ่งมีความสำคัญต่อการรักษาความร้อนในร่างกาย การปรับตัวเหล่านี้ช่วยลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจแม้จะรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง นอกจากนี้ การปรับตัวในยีนที่ควบคุมกิจกรรมของไขมันสีนีตาลยังช่วยเพิ่มการสร้างความร้อน ช่วยให้ชาวอินูอิตสร้างความร้อนและรักษาอุณหภูมิของร่างกายในสภาพอากาศหนาวเย็นจัด การปรับตัวทางพันธุกรรมเหล่านี้ร่วมกันสนับสนุนการอยู่รอดในสภาพอากาศหนาวเย็น

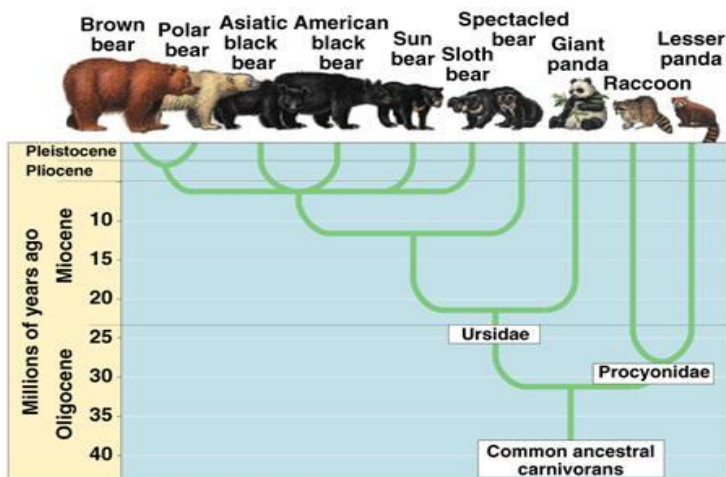
การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ดูเหมือนจะเกิดขึ้นเมื่ออย่างน้อย 20,000 ปีก่อน
เมื่อบรรพบุรุษของชาวอินูอิตอาศัยอยู่บริเวณช่องแคบเบริงระหว่างรัสเซียและอลาสก้า
นี่เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการปรับตัวทางพันธุกรรมต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 3. 9. ชาวอินูอิตที่มียีนที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็น

- จากหมีสีน้ำตาลสู่หมีขั้วโลกผ่าน การปรับตัวทางพันธุกรรม

การเปลี่ยนผ่านจากหมีสีน้ำตาล ไปเป็นหมีขั้วโลกเป็นตัวอย่างที่ดีของการปรับตัวทางพันธุกรรม
ที่เกิดจากแรงกดดันด้านสิ่งแวดล้อม เมื่อประมาณ 400,000 ปีก่อน
ประชากรหมีสีน้ำตาลจำนวนหนึ่งถูกแยกออกจากกันในอาร์กติก
ซึ่งหมีเหล่านี้ต้องเผชิญกับความท้าทายในการเอาชีวิตรอดที่แตกต่างกัน
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มอบข้อได้เปรียบในสภาพแวดล้อมที่เย็นยะเยือกและรุนแรงนี้
ได้รับการคัดเลือกมาโดยธรรมชาติเมื่อเวลาผ่านไป



รูปที่ 3. 10. หมีสีน้ำตาลและหมีขั้วโลก

การปรับตัวที่สำคัญ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงในยีนที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญไขมัน เช่น ยีน อะพอลิโพโปรตีนบี (APOB)

ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการประมวลผลอาหารที่มีไขมันสูงจากแม่น้ำ

ซึ่งเป็นแหล่งอาหารหลักของพวกมัน การปรับตัวในยีน เช่น ตัวรับเอนโคทีลินชนิดบี (EDNRB) และ ไม่มีอยู่ ในเมลานิน 1 (AIM1)

ยังนำไปสู่การพัฒนาของขนสีขาวซึ่งให้การพรางตัวจากหิมะและน้ำแข็ง นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่ส่งผลต่อโครงกระดูกและลักษณะของแขนขาของหมียังช่วยเพิ่มความสามารถในการว่ายน้ำของหมี ซึ่งมีความสำคัญต่อการล่าสัตว์ในน้ำอาร์กติก

การปรับตัวทางพันธุกรรมเหล่านี้ทำให้หมีขั้วโลกสามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในอาร์กติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถอยู่รอดในสภาพอากาศหนาวเย็นจัด

และแตกต่างจากบรรพบุรุษของหมีสีน้ำตาล สิ่งสำคัญที่ต้องทราบคือ

แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมมาเป็นเวลากว่า 400,000 ปี

แต่หมีขั้วโลกก็ยังคงเป็นหมีและไม่ได้เปลี่ยนสภาพเป็นสายพันธุ์อื่น

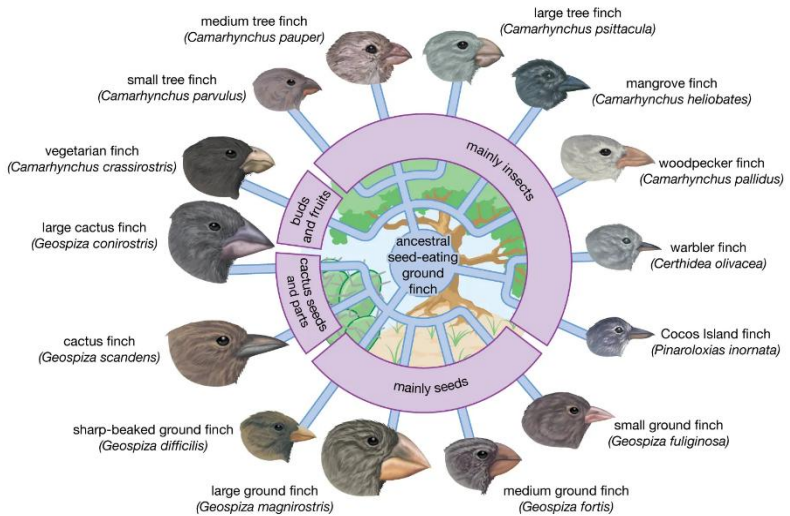
- การเปลี่ยนแปลงของจะงอยปากในนกฟินช์ผ่านการปรับตัวทางพันธุกรรม

การเปลี่ยนแปลงของขนาดและรูปร่างของจะงอยปากของนกฟินช์แห่งคาร์วินเป็นตัวอย่างคลาสสิกของการปรับตัวทางพันธุกรรมเพื่อตอบสนองต่อแรงกดดันจากสิ่งแวดล้อมบนหมู่เกาะกาลาปากอส นกฟินช์ได้เปลี่ยน รูปร่างของจะงอยปากต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหารที่แตกต่างกัน ในช่วงฤดูแล้ง เมื่อเมล็ดพืชแข็งเป็นแหล่งอาหารหลัก นกฟินช์ที่มีจะงอยปากที่ใหญ่กว่าและแข็งแรงกว่าจะมีโอกาสได้เปรียบในการคัดเลือก และสืบพันธุ์ได้มากกว่า ในทางกลับกัน เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยน ไปสนับสนุนอาหารที่นุ่มกว่า นกฟินช์ที่มีจะงอยปากที่เล็กกว่าและคล่องแคล่วกว่าก็จะได้เปรียบในการคัดเลือก การปรับตัวเหล่านี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของยีนเฉพาะ เช่น ยีน homeobox 1 (ALX1) ที่คล้ายกับ *aristless* ซึ่งมีอิทธิพลต่อรูปร่างของจะงอยปาก และ ยีน AT-hook 2 (HMGA2) ที่มีความคล่องตัวสูง ซึ่งส่งผลกระทบต่อขนาดจะงอยปาก

การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเหล่านี้ ทำให้เกิดรูปแบบปากที่หลากหลายซึ่งเหมาะสมกับระบบนิเวศที่แตกต่างกัน การปรับตัวทางพันธุกรรมเหล่านี้ทำให้นกกระจอกเทศสามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดหลายชั่วอายุคน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมสามารถขับเคลื่อนรูปร่างและขนาดปากที่หลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อม

นกกระจอกเทศอาศัยอยู่บนหมู่เกาะกาลาปากอสมาเป็นเวลาประมาณ 2 ล้านปี แม้จะอยู่ในช่วงเวลาที่ยาวนานเช่นนี้ แต่พวกมันก็ยังคงเป็นนกกระจอกเทศและไม่ได้เปลี่ยนรูปร่างเป็นสายพันธุ์อื่น (กล่าวคือ ไม่มีวิวัฒนาการขนาดใหญ่)

Adaptive radiation in Galapagos finches



© Encyclopædia Britannica, Inc.

รูปที่ 3.1 1. ปากของนกฟินช์กาลาปากอส

โดยสรุป ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วินควร เรียกว่า " ทฤษฎี การปรับตัวทางพันธุกรรม" เนื่องจากไม่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับวิวัฒนาการขนาดใหญ่
วิวัฒนาการขนาดเล็กหมายถึงการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในความถี่อัลลีลภายในประชากรในช่วงเวลาหนึ่ง
ในขณะที่การปรับตัวทางพันธุกรรมอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มความสามารถในการอยู่รอดและสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะ ดังนั้น
เมื่ออ้างถึงการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มความสามารถในการอยู่รอด คำว่า
"การปรับตัวทางพันธุกรรม" จึงไม่เพียงเหมาะสมเท่านั้น
แต่ยังถูกต้องทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ซึ่งแตกต่างจากคำว่า "วิวัฒนาการ" ซึ่งใช้กันอย่างผิดๆ

ง. เรา ได้ อ วิวัฒนาการมาจากลิงหรือ?

นักมานุษยวิทยาเสนอว่าวิวัฒนาการของมนุษย์ เริ่มต้นจาก โฮมินอิดเมื่อประมาณ 20.4

ล้านปีก่อน โฮมินิเดียแยกออกเป็น โฮมินิเด และฮิลบาฟิดี (ชะนี)

จากนั้นโฮมินิเดก็แยกออกเป็นโฮมินีและปองจีนิ (อุรังอุตัง)

โฮมินีแยกออกไปอีกเป็นโฮมินินีและกอริลลินี (กอริลลา) โฮมินินี แยก ออกเป็นโฮมินา (ออสตราโลพิเทคัส) และปานินา (ชิมแปนซี)

ในที่สุดโฮมินาก็แยกออกเป็นออสตราโลพิเทคัสและอาร์คิพิเทคัส

มนุษย์วิวัฒนาการมาจากออสตราโลพิเทคัสเมื่อประมาณ 2.5 ล้านปีก่อน ผ่านทางโฮโม ฮาบิลิส

โฮโม อีเรคตัส และโฮโมเซเปียน ส์



Lucy



2.5 million years later



รูปที่ 3.1 2. เรา ได้ วิวัฒนาการมาจากลิงหรือ?

มาพูดคุยกันว่ามนุษย์สามารถวิวัฒนาการมาจากออสตราโลพิเทคัส (ลิง) ได้หรือไม่

โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในช่วง 2.5 ล้านปีที่ผ่านมา

มีแผนที่พันธุกรรมของมนุษย์ แต่ไม่มีแผนที่พันธุกรรมของออสตราโลพิเทคัส ลูก

ซึ่งเป็นออสตราโลพิเทคัสที่มีชื่อเสียงที่สุด มีขนาดสมองที่เทียบได้กับชิมแปนซีในปัจจุบัน

ดังนั้น เราสามารถคิดว่ายีนของออสตราโลพิเทคัสมีความคล้ายคลึงกับ ยีนของชิมแปนซี

ลำดับดีเอ็นเอของมนุษย์และชิมแปนซีแตกต่างกันประมาณ 1.23%

เนื่องจากโพลีมอร์ฟิซึมนิวคลีโอไทด์เดี่ยว (SNP) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของคู่เบส

เดี่ยวในลำดับดีเอ็นเอ เมื่อพิจารณาการแทรกและการลบ (อินเดล) ของคู่เบสในจีโนม

ความแตกต่างทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น

อินเดลคือส่วนของดีเอ็นเอที่มีอยู่ในสปีชีส์หนึ่งแต่ไม่มีในอีกสปีชีส์หนึ่ง

ซึ่งอาจอธิบายความแตกต่างเพิ่มเติม 3% ในจีโนม โดยรวมแล้ว

แม้ว่ามนุษย์และชิมแปนซีจะมีลำดับ DNA เหมือนกันประมาณ 98-99%

แต่ความแตกต่างที่เหลือ 1-2% รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงในการควบคุมยีน

ก็เป็นสาเหตุของความแตกต่างทางกายภาพ ความรู้ความเข้าใจ

และพฤติกรรมที่สำคัญระหว่างสองสายพันธุ์นี้

เป็นที่ทราบกันดีว่าอัตราการกลายพันธุ์ในชิมแปนซีอยู่ที่ประมาณ 1 การกลายพันธุ์ต่อ 100 ล้านคู่เบสต่อรุ่น ซึ่งเทียบได้กับอัตราการกลายพันธุ์ในมนุษย์ หากเราถือว่าออสตราโลพิเทคัส 1

รุ่นมีอายุ 25 ปี ก็จะเท่ากับว่า 100,000 รุ่นผ่านไป 2.5 ล้านปี ในช่วงเวลาดังกล่าว

อัตราการกลายพันธุ์ทั้งหมดจะอยู่ที่ 0.1% ($100,000 / 100$ ล้าน) อัตราการกลายพันธุ์นี้เป็นเพียง 10% ของความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างมนุษย์กับชิมแปนซี ดังนั้น

จึงดูเหมือนไม่น่าเป็นไปได้ที่ออสตราโลพิเทคัสจะวิวัฒนาการมาเป็นมนุษย์ได้ภายใน 2.5

ล้านปี การประมาณการนี้ถือว่าอัตราการกลายพันธุ์ทั้งหมดเป็นประโยชน์

แม้ว่าการกลายพันธุ์ส่วนใหญ่จะเป็นอันตรายก็ตาม

ข้อโต้แย้งนี้สามารถตรวจสอบได้โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของโคดอนผ่านการกลายพันธุ์ทางพันธุกรรมแบบสุ่ม ทั้งมนุษย์และชิมแปนซีมียีนที่เข้ารหัสโปรตีนประมาณ 20,000 ถึง 25,000 ยีน เนื่องมาจากการคัดต่อทางเลือกและการคัดแปลงหลังการแปล

ยีนแต่ละยีนจึงสามารถสร้างโปรตีนที่แปรผันได้หลายแบบ

ส่งผลให้มีโปรตีนที่มีหน้าที่เฉพาะตัวประมาณ 80,000 ถึง 100,000 ตัว

จำนวนกรดอะมิโนในโปรตีนของมนุษย์มีตั้งแต่ 20 ถึง 33,000 ตัว โดยถือว่า ยีน 1%

แตกต่างกันระหว่างมนุษย์กับชิมแปนซี และทั้งสองสายพันธุ์มียีนที่เข้ารหัสโปรตีน 20,000 ยีน โดยมีกรดอะมิโนเฉลี่ย 100 กรดต่อโปรตีนหนึ่งชนิด

เราคาดว่าโปรตีนแต่ละตัวในชิมแปนซีจะต้องมีการกลายพันธุ์ของกรดอะมิโนอย่างน้อย 1 ครั้งเพื่อให้ตรงกับโปรตีนในมนุษย์

หากต้องการให้การกลายพันธุ์เหล่านี้เกิดขึ้นใน DNA ของชิมแปนซี

พวกมันจะต้องหลีกเลี่ยง การกลายพันธุ์ของโคดอนเพื่อหยุดโคดอน (UAA, UAG, UGA)

ในบรรดาโคดอนที่เป็นไปได้ 64 โคดอน เนื่องจากการ

เปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะส่งผลให้โปรตีนไม่ทำงาน

ความน่าจะเป็นในการบรรลุอัตราการกลายพันธุ์ 1% ในโปรตีน 20,000 ตัวโดยไม่
 กลายพันธุ์เป็น โค คอนหยุด และโคคอนของซิมแปนซี เอง คือ $(60/64)^{20000} = 10^{-561}$
 แม้จะไม่พิจารณาการกลายพันธุ์แบบเฟรมชิฟต์ (การแทรกหรือการลบนิวคลีโอไทด์)
 ความน่าจะเป็นนี้ต่ำมาก และแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะเกิดขึ้น โดยบังเอิญ ข้อโต้แย้ง นี้
 ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค เช่น การ
 เปลี่ยนผ่านจากออสตราโลพิเทคส์ไปเป็นมนุษย์ แทบจะเป็นไปไม่ได้เลยผ่าน
 การกลายพันธุ์แบบสุ่ม

ง. การออกแบบอย่างชาญฉลาด

การออกแบบอย่างชาญฉลาด ซึ่งมักถือกันว่าเป็นคำพ้องความหมายกับแนวคิดครีเอชันนิสม์
 เป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าจักรวาลและสิ่งมีชีวิตสามารถอธิบายได้ดีที่สุดด้วยสาเหตุที่มีสติ
 ปัญญา มากกว่าด้วยกระบวนการที่ไม่มีทิศทาง เช่น

การคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือกระบวนการสุ่ม กรณี ที่น่าสนใจ กรณี หนึ่ง

ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอย่างชาญฉลาดคือการพิจารณาคดีในศาลรัฐบาลกลางในปี 2548

ที่เมืองโคเวอ์ รัฐเพนซิลเวเนีย สหรัฐอเมริกา

การพิจารณาคดีนี้เริ่มต้นขึ้นเมื่อผู้ปกครองยื่นฟ้องโดยอ้างว่าการสอนการออกแบบอย่างชาญฉลาด
 ในโรงเรียนของรัฐนั้นละเมิดรัฐธรรมนูญ

ผู้ปกครองได้แย้งว่าการออกแบบอย่างชาญฉลาดนั้นมีลักษณะทางศาสนาโดยเนื้อแท้

และการสอนการออกแบบอย่างชาญฉลาดในโรงเรียนของรัฐนั้นขัดต่อหลักการสร้างสถาบันใน
 รัฐธรรมนูญสหรัฐอเมริกา ซึ่ง กำหนดให้แยกศาสนาออกจากรัฐ

ในระหว่างการพิจารณาคดี

ผู้สนับสนุนแนวคิดการออกแบบอย่างชาญฉลาดและวิวัฒนาการได้นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

บุคคลสำคัญที่เป็นตัวแทนของแนวคิดการออกแบบอย่างชาญฉลาดคือ ไมเคิล เบส นักชีวเคมี
 ซึ่งยืนยันว่าโครงสร้างที่ซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตไม่สามารถอธิบายได้ด้วยการคัดเลือกตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

และเสนอความเป็นไปได้ที่ลักษณะบางอย่างได้รับการกำหนดโดยสาเหตุที่ชาญฉลาด

อย่างไรก็ตาม ศาลปฏิเสธข้อโต้แย้งของ Behe และผู้สนับสนุนการออกแบบอัจฉริยะคนอื่นๆ แต่กลับยอมรับจุดยืนของผู้สนับสนุนวิวัฒนาการแทน ผู้พิพากษาตัดสินว่าการสอนการออกแบบอัจฉริยะนั้นขัดต่อรัฐธรรมนูญ จึงถือว่าการสอนการออกแบบอัจฉริยะใน โรงเรียนรัฐบาล โคเวอร์เป็นสิ่งผิดกฎหมาย

ปัญหาสำคัญในการตัดสินครั้งนี้อยู่ที่การที่ศาลไม่ยอมรับข้อโต้แย้งของผู้สนับสนุนทฤษฎีวิวัฒนาการและเอกสารทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องอย่างไม่วิพากษ์วิจารณ์ เอกสารเหล่านี้ถือเอาโดยปริยายว่าชีวิตเกิดขึ้นจากโอกาสโดยบังเอิญ และตีความการปรับตัวทางพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อมอย่างผิดๆ ว่าเป็นหลักฐานของวิวัฒนาการ

อย่างไรก็ตาม ตามที่สรุปไว้ในตาราง 3.2 ทฤษฎีวิวัฒนาการใช้ได้เฉพาะกับสิ่งมีชีวิตที่มีชีวิตที่มียูท้านั้นและไม่สามารถอธิบายถึงต้นกำเนิดของชีวิตได้ นอกจากนี้

ทฤษฎีวิวัฒนาการยังอธิบายพฤติกรรมของยีนที่ฝังอยู่ในรหัสพันธุกรรมอยู่แล้วเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ศาลไม่ได้พิจารณาข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ในการตัดสิน ทำให้เกิดความกังวลอย่างมากเกี่ยวกับความยุติธรรมของการตัดสิน

วิลเลียม เฟลีย์ นักปรัชญาในศตวรรษที่ 18 เป็นบุคคลสำคัญในข้อโต้แย้งนี้ โดยยกตัวอย่างให้เห็นอย่างชัดเจนด้วยการเปรียบเทียบกับช่างทำนาฬิกา เฟลีย์แย้งว่าความซับซ้อนของนาฬิกาก็บ่งบอกถึง นักออกแบบเช่นเดียวกัน ความซับซ้อนของชีวิตและจักรวาลก็บ่งบอกเช่น กัน ผู้สร้างอันศักดิ์สิทธิ์ แนวคิดของพระองค์ได้วางรากฐานสำหรับทฤษฎีการออกแบบอัจฉริยะสมัยใหม่ แนวคิดสำคัญของการออกแบบอัจฉริยะได้แก่ ความซับซ้อนที่กำหนดไว้ ความซับซ้อนที่ลดไม่ได้ และการปรับแต่งอย่างละเอียด

ตัวอย่างการปรับแต่งอย่างละเอียดหลายตัวอย่างแสดงอยู่ในบทที่ 1 และ 2 ตอนนี้ ให้เราตรวจสอบความซับซ้อนที่กำหนดไว้และความซับซ้อนที่ลดไม่ได้โดยละเอียด

ฉันทุ ระบุ ความ ซับซ้อน

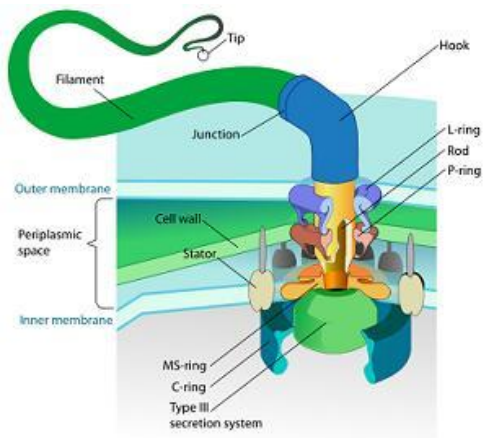
ความซับซ้อนที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นแนวคิดหลักในการออกแบบอย่างชาญฉลาด กำหนดว่ารูปแบบบางอย่างในธรรมชาตินั้นมีความซับซ้อนสูงและมีการจัดเรียงอย่างเฉพาะเจาะจงเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่างหนึ่ง ซึ่งบ่งบอกถึงการออกแบบที่มีจุดประสงค์ ซึ่งแตกต่างจากความซับซ้อนแบบสุ่ม ความซับซ้อนที่กำหนดไว้ไม่เพียงแต่จะซับซ้อนเท่านั้น แต่ยังมีการจัดเรียงในลักษณะที่ให้ผลลัพธ์เฉพาะเจาะจงอีกด้วย ลักษณะเฉพาะสองประการนี้บ่งบอกว่ารูปแบบดังกล่าวไม่น่าจะเกิดขึ้นโดยบังเอิญเพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างหนึ่งของ ความซับซ้อน ที่กำหนด คือโครงสร้างของ DNA ลำดับนิวคลีโอไทด์ใน DNA มีความซับซ้อนมาก โดยมีการรวมกันที่เป็นไปได้หลายพันล้านแบบในสายเดี่ยว ความซับซ้อนนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าการจัดเรียงนั้น ไม่ได้เกิดจากกระบวนการง่ายๆ แบบสุ่ม กลไกการจำลองและซ่อมแซม DNA ยังเน้นย้ำถึงความซับซ้อนนี้ กระบวนการเหล่านี้เกี่ยวข้องกับโปรตีนและเอนไซม์หลายชนิดที่ทำงานประสานกันเพื่อคัดลอกและรักษาข้อมูลทางพันธุกรรมอย่างแม่นยำ ลำดับนิวคลีโอไทด์ไม่เพียงแต่มีความซับซ้อนแต่ยังมีความเฉพาะเจาะจงสูง เนื่องจากเข้ารหัสคำสั่งที่แม่นยำสำหรับการสังเคราะห์โปรตีน ยีนแต่ละตัวในลำดับ DNA จะสอดคล้องกับ โปรตีนเฉพาะ และการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในลำดับอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของโปรตีนที่เกิดขึ้นได้อย่าง มีนัยสำคัญ DNA ยังมี องค์ประกอบควบคุมที่ควบคุมเวลาและสถานที่ที่ยีนแสดงออก ซึ่งเพิ่มความจำเพาะอีกชั้นหนึ่งให้กับการทำงานของยีน

ความซับซ้อนที่ระบุไว้ใน DNA นั้นไม่น่าจะเกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่มีทิศทาง เช่น การกลายพันธุ์แบบสุ่มและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ในทางกลับกัน แสดงให้เห็นว่าสาเหตุที่ชาญฉลาดเป็นคำอธิบายที่น่าเชื่อถือมากกว่าสำหรับที่มาของข้อมูลที่ซับซ้อนและเฉพาะเจาะจงตามหน้าที่ดังกล่าว

ตัวอย่างอื่นของความซับซ้อนที่กำหนดคือแฟลกเจลลัมของแบคทีเรีย ซึ่งเป็น โครงสร้างคล้ายแส้ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ซึ่งแบคทีเรียบางชนิดใช้เพื่อการเคลื่อนที่ ต่อไปนี้คือรายละเอียดว่าทำไมแฟลกเจลลัมของแบคทีเรียจึงถือเป็นตัวอย่างของความซับซ้อนที่

กำหนด



รูปที่ 3.1 3. แบคทีเรีย แฟลเจลลัม

แฟลเจลลัมของแบคทีเรียประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 40 ชนิดที่ประกอบกันเป็นส่วนประกอบต่างๆ เช่น เส้นใย ตะขอ และเบสัลบอดี เบสัลบอดีทำหน้าที่เหมือนเครื่องยนต์โรเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยโรเตอร์ สเตเตอร์ เพลาขับ และใบพัด เพื่อให้แฟลเจลลัมทำงานได้ จะต้อง มีชิ้นส่วนทั้งหมดเหล่านี้และประกอบเข้าด้วยกันอย่างถูกต้อง การไม่มีส่วนประกอบเหล่านี้ชิ้นใดชิ้นหนึ่งทำให้แฟลเจลลัมไม่สามารถทำงานได้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนของแฟลเจลลัม

ส่วนประกอบของแฟลเจลลัมจะต้องถูกจัดเรียงในลักษณะที่เฉพาะเจาะจงมากจึงจะทำงานได้ โปรตีนจะต้องประกอบกันตามลำดับที่แม่นยำ และรูปร่างของโปรตีนจะต้องพอดีกันพอดี เช่นเดียวกับชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ออกแบบมาอย่างดี

แฟลเจลลัมไม่เพียงแต่มีความซับซ้อนเท่านั้น แต่ยังทำหน้าที่เฉพาะเจาะจงอย่างมากอีกด้วย นั่นคือการขับเคลื่อนแบคทีเรีย แฟลเจลลัมทำงานด้วยความเร็วที่น่าทึ่ง สามารถเปลี่ยนทิศทางได้ และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วน ชี้ให้เห็น ถึงการออกแบบที่มีจุดประสงค์

ความซับซ้อนเฉพาะของแฟลกเจลลัมในแบคทีเรียไม่สามารถอธิบายได้อย่างเพียงพอด้วยการกลายพันธุ์แบบสุ่มและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

โอกาสที่ระบบที่มีการบูรณาการและการทำงานอย่างสูงดังกล่าวจะเกิดขึ้นโดยบังเอิญนั้นต่ำมากยิ่งไปกว่านั้น เนื่องจากรูปแบบกลางของแฟลกเจลลัมมักจะไม่ทำงาน

เส้นทางวิวัฒนาการแบบดั้งเดิมของการปรับปรุงที่ละขั้นตอนอย่างค่อยเป็นค่อยไปจึงดูไม่น่าเชื่อถือ แฟลกเจลลัมยังแสดงให้เห็นความซับซ้อนที่ลดทอนไม่ได้

ซึ่งเป็นส่วนย่อยของความซับซ้อนที่ระบุไว้ ดังจะอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

ข้อโต้แย้งคือ ส่วนต่างๆ ทั้งหมดของแฟลกเจลลัมมีความจำเป็นต่อการทำงานของมัน ดังนั้น มันจึงไม่สามารถวิวัฒนาการผ่านการปรับเปลี่ยนเล็กน้อยที่ต่อเนื่องกันตามที่ทฤษฎีวิวัฒนาการของคาร์วินแนะนำ

ii. ความซับซ้อน ที่ ลดไม่ได้

ความซับซ้อนที่ลดทอนไม่ได้คือแนวคิดที่นักชีวเคมี Michael Behe เป็นผู้เสนอ โดยตั้งสมมติฐานว่าระบบชีวภาพบางระบบมีความซับซ้อนเกินกว่าที่จะวิวัฒนาการผ่านการปรับเปลี่ยนที่ละขั้นตอนอย่างค่อยเป็นค่อยไป ระบบเหล่านี้ เช่น

แฟลกเจลลัมของแบคทีเรียหรือกระบวนการแข็งตัวของเลือด ประกอบด้วย ชิ้นส่วนต่างๆ

มากมายที่เชื่อมโยงกัน ซึ่งทั้งหมดต้องมีอยู่และทำงานเพื่อให้ระบบทำงานได้

การกำจัดชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งออกไปจะทำให้ระบบไม่ทำงาน

โครงสร้างที่ซับซ้อนและเชื่อมโยงกันดังกล่าวบ่งชี้ถึงการมีอยู่ของผู้ออกแบบที่มีสติปัญญา

เนื่องจากไม่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการคัดเลือกโดยธรรมชาติและกลายพันธุ์แบบสุ่มเพียงอย่างเดียว

แนวคิดนี้ท้าทายทฤษฎีวิวัฒนาการแบบเดิมและสนับสนุนแนวคิดการออกแบบที่มีจุดมุ่งหมายในธรรมชาติ

ตัวอย่างหนึ่งของความซับซ้อนที่ลดทอนไม่ได้คือวงจรการมองเห็น

ซึ่งเป็นกระบวนการทางชีวเคมีในดวงตาที่แปลงแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ทำให้มองเห็นได้

ระบบนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เชื่อมโยงกันหลายชิ้นซึ่งต้องมีอยู่และทำงานเพื่อให้กระบวนการ

ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หากส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งขาดหายไปหรือไม่ทำงาน

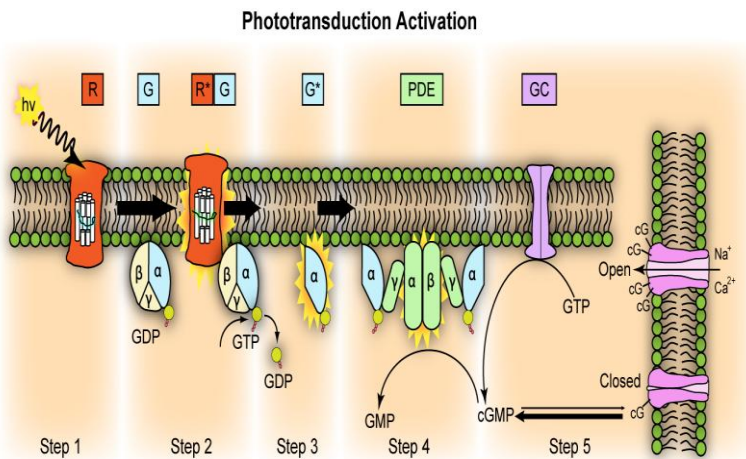
วงจรการมองเห็นทั้งหมดก็จะล้มเหลว

ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวคิดของความซับซ้อนที่ลดทอนไม่ได้

ส่วนประกอบสำคัญของวงจรการมองเห็น ได้แก่ โฟโตรีเซปเตอร์

(เซลล์รูปแท่งและเซลล์รูปกรวย) ไรดอปซิน อีออปซิน เรตินา เส้นทางการถ่ายทอดสัญญาณ

และการประมวลผลของระบบประสาท



รูปที่ 3.1 4. ขั้นตอนโมเลกุลในวงจรการมองเห็น

โฟโตรีเซปเตอร์คือเซลล์ในเรตินาที่ตรวจจับแสง เซลล์รูปแท่ง

มีหน้าที่ในการมองเห็นในที่แสงน้อย ในขณะที่เซลล์รูปกรวยทำหน้าที่ตรวจจับสี

โฟโตรีเซปเตอร์แต่ละตัวมีโมเลกุลที่ไวต่อแสงที่เรียกว่า โฟโตพิกเมนต์

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไรดอปซินในเซลล์รูปแท่ง

โฟโตพิกเมนต์ในเซลล์รูปแท่งนี้ประกอบด้วยโปรตีนที่เรียกว่าออปซินและโมเลกุลที่ไวต่อแสง

ที่เรียกว่าเรตินัล เซลล์รูปกรวยมีออปซินต่าง ๆ ที่ตอบสนองต่อแสงที่มีความยาวคลื่นต่างกัน

ทำให้มองเห็นสีได้ เรตินัลซึ่งเป็นอนุพันธ์ของวิตามินเอจะเปลี่ยนรูปร่างเมื่อถูกแสง

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างนี้จะกระตุ้น ออปซิน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น
 ของกระบวนการถ่ายทอดสัญญาณภาพ ออปซิน ที่ถูกกระตุ้น
 จะกระตุ้นโปรตีนจีที่เรียกว่าทรานสดิวซิน ทรานสดิวซินจะกระตุ้นฟอสโฟไดเอสเทอเรส
 (PDE) ซึ่งจะลดระดับของ CMP (Cyclic GMP) ในเซลล์ การลดลงของ CGMP
 จะปิดช่องไอออนในเยื่อหุ้มเซลล์โฟโตรีเซพเตอร์
 ส่งผลให้เกิดภาวะไฮเปอร์โพลาไรเซชันของเซลล์และสร้างสัญญาณไฟฟ้า
 สัญญาณไฟฟ้าจะส่งผ่านเซลล์ไบโโพลาไปยังเซลล์ประสาท
 ซึ่งส่งสัญญาณผ่านเส้นประสาทตาไปยังสมอง
 สมองจะประมวลผลสัญญาณเหล่านี้เพื่อสร้างภาพขึ้นมา

ส่วนประกอบแต่ละส่วนของวงจรการมองเห็นนั้นสัมพันธ์กัน ไฟโฟรีเซพเตอร์ ไรโคปซิน
 เรตินัล ทรานสดิวซิน พีดีอี
 และช่องไอออนจะต้องมีอยู่และทำงานได้อย่างถูกต้องจึงจะมองเห็นได้
 การกำจัดส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งออกไปจะทำให้ระบบล้มเหลว
 เราสามารถโต้แย้งได้ว่า
 ระบบที่ซับซ้อนดังกล่าวไม่สามารถวิวัฒนาการผ่านการเปลี่ยนแปลงเล็กๆ น้อยๆ
 ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องได้
 เนื่องจากขั้นตอนกลางที่ไม่มีส่วนประกอบทั้งหมดจะไม่ทำงานและด้วยเหตุนี้การคัดเลือกตามธรรมชาติจึงไม่เอื้ออำนวย

เส้นทางชีวเคมีที่ซับซ้อนและปฏิสัมพันธ์ระดับโมเลกุลที่แม่นยำซึ่งเกี่ยวข้องกับวงจรการมองเห็น
 เน้นย้ำถึงความซับซ้อนและความจำเพาะ ที่จำเป็นสำหรับการมองเห็น ลักษณะ
 ที่พึ่งพากันของส่วนประกอบและความซับซ้อนของกระบวนการทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องบ่งชี้ว่า
 ระบบนี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการวิวัฒนาการที่ไม่มีทิศทาง
 แต่ชี้ให้เห็นถึงผู้สร้างที่มีสติปัญญาหรือ ผู้สร้างอันศักดิ์สิทธิ์

วงจรภาพในแง่ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยอธิบายความซับซ้อนและกระบวนการ
 ที่เชื่อมโยงกันของโปรแกรมได้ นี่คือการเปรียบเทียบเชิงแนวคิดโดยใช้ Python:

วงจรภาพที่เขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การเริ่มต้น: จัดเตรียมสภาพแวดล้อมสำหรับวงจรการมองเห็นรวมถึงโฟโตรีเซพเตอร์ (เซลล์รูปแท่งและเซลล์รูปกรวย)

คลาส VisualCycle:

def __init__ (ตัวเอง):

 ตัวรับแสงในตัว = {'แท่ง': [], 'กรวย': []}

 self.initialize_ เมื่อสีภาพถ่าย()

 self.signal_pathway_active = เท็จ

อินพุตของผู้ใช้: ตรวจสอบแสงที่เข้ามาและเริ่มกระบวนการเปิดใช้งานเมื่อดูสีภาพ

def ตรวจสอบ แสง(ตัวเอง, ความยาวคลื่นแสง):

 หาก light_wavelength อยู่ใน visible_spectrum:

 เปิดใช้งานตัวเอง _photopigment(ความยาวคลื่นแสง)

เหตุการณ์ กระตุ้น : เปลี่ยนรูปร่างของเรตินาและกระตุ้นออปซิน

ซึ่งจะกระตุ้นเส้นทางการถ่ายทอดสัญญาณ

def activate_photopigment (ตัวเอง, ความยาวคลื่น):

 จอประสาทตา = self.change_retinal_shape(ความยาวคลื่น)

 ออปซิน = self.bind_retinal_to_opsin(เรตินา)

 การส่งสัญญาณ เริ่มต้นด้วยตนเอง (ออปซิน)

การจัดการเหตุการณ์ : กระตุ้นทรานสดิวชันและ PDE ส่งผลให้ระดับ cGMP ลดลง

ปิดช่องไอออน และสร้างสัญญาณไฟฟ้า

def start_signal_transduction(ตัวเอง, ออปซิน):

 self.signal_pathway_active = จริง

 ทรานสดิวชัน = เปิดใช้งานตัวเอง _ทรานสดิวชัน(ออปซิน)

 pde = self.activate_pde(ทรานสดิวชัน)

 ควบคุมระดับ cGMP ด้วยตนเอง (pde)

 สร้าง สัญญาณ ไฟฟ้า ด้วยตนเอง ()

```

# การจัดการสัญญาณ : ปรับช่องไอออนตามระดับ cGMP
เพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างสัญญาณไฟฟ้า

def organize_cGMP_levels( ตนเอง, pde):

cGMP_level = คัดตัวเอง _cGMP(pde)

ปรับช่องไอออน ด้วยตนเอง (cGMP_level)

# สัญญาณ เอาท์พุท: สร้างและส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังสมอง

def generate_electrical_signal(ตัวเอง):

หาก self.signal_pathway_active:

electrical_signal = สร้างสัญญาณ ด้วยตัวเอง ( )

ส่งสัญญาณไปยังสมอง ด้วยตนเอง (สัญญาณไฟฟ้า)

# การสื่อสารเครือข่าย:

ประมวลผลและส่งต่อสัญญาณผ่านเซลล์ไบโโพลาร์และเซลล์ปมประสาท
สุดท้ายส่งผ่านเส้นประสาทตา

def ส่ง สัญญาณ ไป ยังสมอง( ตัวเอง, สัญญาณ):

bipolar_cells = self.process _signal_with_bipolar_cells(สัญญาณ)

เซลล์ปมประสาท = สัญญาณส่งต่อตนเองไปยังปมประสาท (เซลล์สองขั้ว)

เส้นประสาทตา = ส่งสัญญาณผ่าน เส้นประสาทตา (เซลล์ปมประสาท)

การรับรู้ทาง สายตาคด้วยตนเอง (optic_nerve)

# ผลลัพธ์สุดท้าย: สมองถอดรหัสและประมวลผลสัญญาณเพื่อสร้างภาพขึ้นมา

ทางสายตา ( ตนเอง, เส้นประสาทตา):

visual_cortex = สัญญาณ ถอดรหัสตนเอง (เส้นประสาทตา)

การแสดงผล ด้วยตนเอง (visual_cortex)

การเปรียบเทียบนี้แสดงให้เห็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงกันและความซับซ้อนของวงจรภาพ
เช่นเดียวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีฟังก์ชันและตัวจัดการเหตุการณ์หลายตัวทำงานร่วมกัน
เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

หากเราพลาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือใช้ขั้นตอนเหล่านั้นในลำดับที่ไม่ถูกต้อง

```

ผลลัพธ์ที่ตั้งใจไว้ก็จะไม่เกิดขึ้น

ความจริงที่ว่าวงจรการมองเห็นสามารถแสดงเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้แสดงให้เห็นว่าดวงตาได้รับการออกแบบมาอย่างชาญฉลาด โครงร่างสำหรับการออกแบบดวงตาเชื่อมโยงกับยีน PAX6 ซึ่งอยู่บนโครโมโซม 11 ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาของดวงตา

iii. หนังสือที่น่าสนใจเกี่ยวกับการออกแบบอย่างชาญฉลาด

วิวัฒนาการ : ทฤษฎีในวิกฤต (Michael Denton : 1985) : Denton

วิจารณ์ทฤษฎีวิวัฒนาการของคาร์วิน

โดยได้แย้งว่าความซับซ้อนของระบบทางชีววิทยาไม่สามารถอธิบายได้อย่างเพียงพอด้วยการคัดเลือกตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว Denton นำเสนอหลักฐานจากหลายสาขา เช่น

ชีววิทยาโมเลกุลและบรรพชีวินวิทยา

เพื่อเน้นย้ำถึงช่องว่างและความไม่สอดคล้องกันในทฤษฎีวิวัฒนาการ

เขาได้แย้งว่าโครงสร้างและหน้าที่ที่ซับซ้อนที่สังเกตพบในสิ่งมีชีวิตชี้ให้เห็นถึงการออกแบบอย่างชาญฉลาดมากกว่าการกลายพันธุ์และการคัดเลือกแบบสุ่ม

หนังสือเล่มนี้ท้าทายฉันทามติทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ

และแนะนำว่าจำเป็นต้องมีคำอธิบายอื่นเพื่ออธิบายต้นกำเนิดและความหลากหลายของชีวิต

กล่อดำของคาร์วิน : ความท้าทายทางชีวเคมีต่อวิวัฒนาการ (Michael J. Behe : 2006) :

ในหนังสือสำคัญเล่มนี้ Michael Behe ได้แนะนำแนวคิดเรื่องความซับซ้อนที่ลดทอนไม่ได้

โดยได้แย้งว่าระบบทางชีววิทยาบางระบบ เช่น แฟลกเจลลัมของแบคทีเรีย

มีความซับซ้อนเกินกว่าที่จะวิวัฒนาการได้โดยการคัดเลือกตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว Behe

ได้แย้งว่าระบบเหล่านี้อธิบายได้ดีที่สุดด้วยการออกแบบอย่างชาญฉลาด

หนังสือเล่มนี้ท้าทายความเหมาะสมของวิวัฒนาการของคาร์วินในการอธิบายกลไกที่ซับซ้อนของชีวิตในระดับโมเลกุล

และได้กระตุ้นให้เกิดการถกเถียงกันอย่างมากมายในแวดวงวิทยาศาสตร์และปรัชญา

Darwin on Trial (Phillip Johnson : 2010) :

หนังสือเล่มนี้วิจารณ์รากฐานทางวิทยาศาสตร์ของวิวัฒนาการของคาร์วิน

จอห์นสันซึ่งเป็นศาสตราจารย์ด้านกฎหมายได้ตรวจสอบหลักฐานของวิวัฒนาการโดยมีนักวิเคราะห์กฎหมายเป็นผู้ตรวจสอบ เขาโต้แย้งว่า

การคัดเลือกตามธรรมชาติและการกลายพันธุ์แบบสุ่มไม่สามารถอธิบายความซับซ้อนของชีวิตได้อย่างเพียงพอ

จอห์นสันเสนอว่าการสนับสนุนทฤษฎีวิวัฒนาการของคาร์วินส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจากลัทธิธรรมชาตินิยมเชิงปรัชญามากกว่าวิทยาศาสตร์เชิงประจักษ์

เขาท้าทายความสนใจของชุมชนวิทยาศาสตร์ในการพิจารณาข้ออธิบายทางเลือก เช่น การออกแบบอย่างชาญฉลาด

และเรียกร้องให้มีการอภิปรายอย่างเปิดกว้างมากขึ้นเกี่ยวกับต้นกำเนิดของชีวิต

หนังสือเล่มนี้มีอิทธิพลในการส่งเสริมการออกแบบอย่างชาญฉลาดและตั้งคำถามถึงอิทธิพลของทฤษฎีวิวัฒนาการของคาร์วินในทางชีววิทยา

Signature in the Cell : DNA and the Evidence of Intelligent Design (Stephen C. Meyer , 2010) : หนังสือเล่มนี้จะสำรวจต้นกำเนิดของ ชีวิต และข้อมูลที่เข้ารหัสใน DNA Meyer ได้แย้งว่าข้อมูลที่ซับซ้อนและระบุได้ภายใน DNA นั้นอธิบายได้ดีที่สุดด้วยสาเหตุที่มีสติปัญญา เนื่องจากกระบวนการทางธรรมชาติไม่สามารถอธิบายที่มาของข้อมูลดังกล่าวได้ เขาเสนอกรณี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการออกแบบที่มีสติปัญญาโดยอิงจากความซับซ้อนของข้อมูลทางพันธุกรรม

โดยแนะนำว่าต้นกำเนิดของชีวิตขึ้นไปที่การสร้างที่มีจุดมุ่งหมายมากกว่ากระบวนการแบบสุ่ม

เล่ม ของ **Behe** ได้แย้งว่าการค้นพบทางพันธุกรรมล่าสุดทำลายล้าง วิวัฒนาการแบบคาร์วินดั้งเดิม

เขาอ้างว่าแม้ว่าการคัดเลือกตามธรรมชาติและการกลายพันธุ์แบบสุ่มสามารถอธิบายการปรับตัวเล็กน้อยได้ แต่ก็ไม่สามารถอธิบายความซับซ้อนของเครื่องจักรระดับโมเลกุลภายในเซลล์ได้ เขาแนะนำแนวคิดเรื่อง 'การเชื่อมต่อ'

ซึ่งการกลายพันธุ์นำไปสู่การสูญเสียข้อมูลทางพันธุกรรมแทนที่จะสร้างลักษณะใหม่ที่เป็นประโยชน์ Behe

โต้แย้งว่าข้อจำกัดทางพันธุกรรมเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของผู้สร้างอัจฉริยะที่ท้าทาย

อบวิวัฒนาการดั้งเดิมและเสนอว่า

การออกแบบอย่างชาญฉลาดให้คำอธิบายที่น่าเชื่อถือกว่าสำหรับความซับซ้อนของชีวิต

[The Mystery of Life's Origin](#) : Reassessing Current Theories (Charles B. Thaxton et al., 2020) : ผลงานบุกเบิกชิ้นนี้วิจารณ์ทฤษฎีธรรมชาตินิยมต่างๆ

เกี่ยวกับต้นกำเนิดของชีวิตและเสนอการออกแบบอย่างชาญฉลาดเป็นคำอธิบายที่น่าเชื่อถือมากกว่า พวกเขา

โต้แย้งว่าเคมีก่อนชีวภาพและการก่อตัวของชีวิตจากสิ่งไม่มีชีวิตนั้นอธิบายได้ดีกว่าด้วยสาเหตุที่ชาญฉลาด

หนังสือเล่มนี้กล่าวถึงข้อบกพร่องของทฤษฎีต้นกำเนิดของชีวิตร่วมสมัยและแนะนำการออกแบบอย่างชาญฉลาดเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งวางรากฐานสำหรับการเคลื่อนไหวการออกแบบอย่างชาญฉลาดสมัยใหม่

[The Design Inference](#) : Eliminating Chance through Small Probabilities (วิลเลียม เอ. เดมบ์สกี และวินสตัน เอเวิร์ด 2023):

หนังสือเล่มนี้วางรากฐานทางทฤษฎีสำหรับการตรวจจับการออกแบบในธรรมชาติ พวกเขา

สำรวจกรอบทางคณิตศาสตร์สำหรับการตรวจจับการออกแบบอัจฉริยะ

ผู้เขียนเสนอข้อโต้แย้งว่าระบบที่ซับซ้อนซึ่งแสดงความซับซ้อนตามที่กำหนดนั้นอธิบายได้ดีที่สุดด้วยสาเหตุอัจฉริยะมากกว่ากระบวนการสุ่ม พวกเขาแนะนำแนวคิดของ

'ความซับซ้อนตามที่กำหนด' ซึ่งรวมความซับซ้อนเข้ากับรูปแบบที่กำหนดโดยอิสระ

หนังสือเล่มนี้ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นเพื่อแสดงให้เห็นว่ารูปแบบบางอย่างในธรรมชาติไม่น่าจะเกิดขึ้นได้โดยบังเอิญ ผ่านการวิเคราะห์ที่เข้มงวด

เดมบ์สกีและเอเวิร์ดโต้แย้งว่าการรับรู้การออกแบบเป็นแนวทางปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และให้เครื่องมือในการแยกแยะการออกแบบจากความบังเอิญ ในระบบทางชีววิทยา

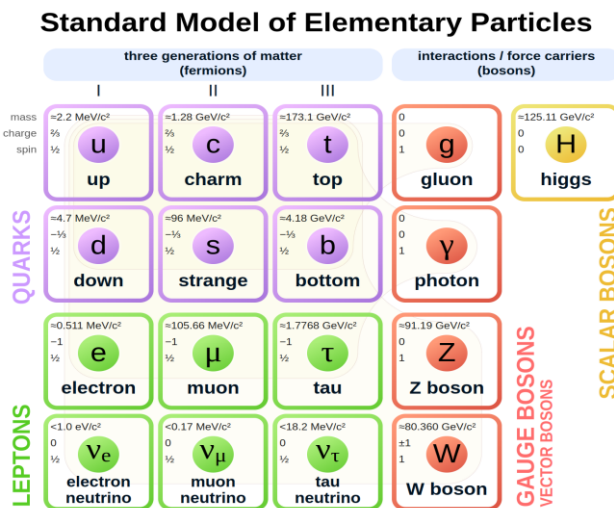
๔. ฟิสิกส์อนุภาค และการสร้างสรรค์

ในหัวข้อก่อนหน้านี้ เราได้สำรวจต้นกำเนิดของชีวิตโดย

หารือถึงองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ ของชีวิต ได้แก่ กรดอะมิโน อาร์เอ็นเอ โปรตีน ดีเอ็นเอ

และเซลล์ ส่วนประกอบเหล่านี้ประกอบด้วยอะตอม ซึ่งเราถือว่ามีอยู่ตามธรรมชาติโดยปริยาย อะตอม ประกอบด้วยอนุภาคพื้นฐาน ในส่วนนี้ เราจะเจาะลึกลงไปถึงต้นกำเนิดของอนุภาคเหล่านี้ โดยสำรวจว่าอนุภาคเหล่านี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดขึ้นจากกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมาย

ตามแบบจำลองมาตรฐานของฟิสิกส์อนุภาค สสารทั้งหมดในจักรวาลประกอบด้วยอนุภาคพื้นฐาน 17 ชนิด ได้แก่ ควาร์ก 6 ตัว เลปตอน 6 ตัว โบซอนเกจ 4 ตัว (กลูออน โฟตอน โบซอน Z และ โบซอน W) และ โบซอน ฮิกส์ อนุภาคแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น มวล ประจุ และสปิน และแต่ละชนิดมีบทบาทเฉพาะตัวในการโต้ตอบระหว่างอนุภาค ซึ่ง คล้ายกับ วิธีที่ออร์แกนลล์ในเซลล์ทำหน้าที่ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3.1 5. อนุภาค พื้นฐานของแบบจำลองมาตรฐาน

ควาร์กเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสสาร ซึ่งมีความสำคัญ ในการสร้างโปรตอนและนิวตรอน โปรตอนประกอบด้วยควาร์กอัพ 2 ตัวและควาร์กดาวน์ 1

ตัว ในขณะที่นิวตรอนประกอบด้วยควาร์กอัพ 1 ตัวและควาร์กดาวน์ 2 ตัว ควาร์กยึดติดกันด้วยแรงที่แข็งแกร่ง ซึ่งถูกควบคุมโดยกลูออน ไม่เหมือนกับแรงโน้มถ่วงหรือแรงแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะลดลงตามระยะทาง

แรงที่แข็งแกร่งระหว่างควาร์กจะเพิ่มขึ้นเมื่อเคลื่อนออกจากกันและลดลงเมื่อเข้าใกล้กัน โดยรักษาระยะห่างที่เฉพาะเจาะจง

ควาร์กสามารถเปลี่ยนประเภทได้ระหว่างปฏิสัมพันธ์ของอนุภาค เช่น การสลายตัวของบีตา ซึ่งนิวตรอนจะเปลี่ยนเป็น โปรตอน โดยการแปลงควาร์กดาวน์เป็นควาร์กอัพ

เกจบอสันเป็นอนุภาคพื้นฐานที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางของแรงพื้นฐานในธรรมชาติ ซึ่งรวมถึงโฟตอนสำหรับแรงแม่เหล็กไฟฟ้า บอสัน W และ Z สำหรับแรงอ่อน และกลูออนสำหรับแรงเข้ม

บอสันเกจแต่ละตัวจะสัมพันธ์กับสนามเฉพาะและพกพาแรงระหว่างอนุภาค

บอสันเหล่านี้มีความสำคัญต่อการอธิบายปฏิสัมพันธ์ในระดับควอนตัม

โดยควบคุมวิธีที่อนุภาคโต้ตอบและยึดเข้าด้วยกันเพื่อสร้างสสาร

กลไกฮิกส์เป็นกระบวนการที่อธิบายว่าอนุภาคพื้นฐานได้รับมวลได้อย่างไร

ซึ่งเกี่ยวข้องกับสนามฮิกส์ ซึ่งเป็นสนามพลังงานที่แทรกซึมไปทั่วจักรวาล

เมื่ออนุภาคมีปฏิสัมพันธ์กับสนามฮิกส์ อนุภาคเหล่านั้นจะได้รับมวล ซึ่ง คล้ายกับ วัตถุ

ที่เคลื่อนที่ ผ่านตัวกลางที่ประสบกับแรงต้านทาน โบซอนฮิกส์

ซึ่งเป็นอนุภาคที่เกี่ยวข้องกับสนามฮิกส์ ถูกค้นพบในปี 2012 ซึ่งยืนยันทฤษฎีนี้

หากไม่มีกลไกฮิกส์ อนุภาคจะยังคงไม่มีมวล

และจักรวาลก็จะขาดโครงสร้างที่จำเป็นสำหรับการก่อตัวของอะตอม สิ่งมีชีวิต ดาวเคราะห์ และดวงดาว

ฟิสิกส์อนุภาคทำงานใน ระดับที่ก้าวหน้าและซับซ้อนอย่างเหลือเชื่อ

โดยให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับธรรมชาติและต้นกำเนิดของจักรวาล

สิ่งนี้กระตุ้นให้เราถามคำถามพื้นฐานต่อไปนี้ รวมถึงคำถามอื่นๆ อีกมากมาย:

- อนุภาคพื้นฐาน ทั้ง 17 ตัวถูกสร้างขึ้นให้มีคุณสมบัติที่แม่นยำเช่นนี้ได้อย่างไร ?
- บอสันเกจได้รับสมบัติการใกล้เคียงแรง อย่างไร ?

- กลไกฮิกส์ มีต้นกำเนิดมาได้อย่างไร ?
- การสลายตัวของเบต้า เกิดขึ้นได้อย่างไร ?
- สมบัติของอนุภาคพื้นฐานสามารถอธิบายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร?

หากคำตอบของคำถามข้างต้นเป็นผลจากกระบวนการสุ่มล้วนๆ โลกที่เรา รู้จัก อาจไม่มีอยู่จริง ตัวอย่างเช่น หากอนุภาคพื้นฐานหายไปแม้แต่ตัวเดียว

หากกลไกของฮิกส์ยังไม่ได้รับการสร้างขึ้น

หรือหากมวลและค่าสปินของอนุภาคพื้นฐานแตกต่างกันเล็กน้อย นิวตรอน โปรตอน และอิเล็กตรอนจะไม่สามารถยึดติดกันได้ ซึ่งจะส่งผลให้สสารทั้งหมดพังทลาย

ทำให้การก่อตัวของสิ่งใดๆ รวมถึงมนุษย์เป็นไปไม่ได้

ความแม่นยำที่ปรับแต่งอย่างละเอียดเช่นนี้ในโครงสร้างพื้นฐานของจักรวาลเป็นตัวอย่างของแนวคิดเรื่อง 'ความซับซ้อนที่ลึกลับที่ไม่ได้' ในขอบเขตของฟิสิกส์อนุภาค

ซึ่งเป็นหลักการที่มักเกี่ยวข้องกับการออกแบบอย่างชาญฉลาด

การสร้างอนุภาคพื้นฐานเพื่อสร้างสสารนั้นสามารถเปรียบเทียบได้กับการสร้างเซลล์และออร์แกเนลล์ในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

เช่นเดียวกับเซลล์และออร์แกเนลล์แต่ละเซลล์ที่มีบทบาทและคุณสมบัติเฉพาะตัวซึ่งมีส่วนสนับสนุนการทำงานที่ซับซ้อนของสิ่งมีชีวิต

อนุภาคพื้นฐานก็มีลักษณะเฉพาะที่ช่วยให้เกิดการสร้างอะตอม โมเลกุล

และในท้ายที่สุดคือสสารทั้งหมด การเปรียบเทียบนี้เน้นย้ำถึง

ความซับซ้อนและความตั้งใจที่มีอยู่ในโลกธรรมชาติ

ไม่ว่าจะเป็นในระดับจุลภาคของเซลล์ที่มีชีวิต ระดับอนุภาคพื้นฐาน

หรือระดับมหภาคของสิ่งมีชีวิต ดวงดาว และกาแล็กซี

ข้อเท็จจริงที่ว่า การก่อตัวของอนุภาคพื้นฐานและปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคเหล่านี้สามารถอธิบายได้อย่างแม่นยำโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ของกลศาสตร์ควอนตัม

แสดงให้เห็นว่าอนุภาคเหล่านี้เป็นผลมาจากการออกแบบทางคณิตศาสตร์โดยเจตนา

ไม่ใช่เพียงเพราะโอกาส มิฉะนั้น

เราจะต้องถือว่าอนุภาคพื้นฐานมีความฉลาดและความสามารถในการกำหนดค่าที่แน่นอนของมัน

วล ประจุ และสปินที่จำเป็นต่อการก่อตัวของสสารและโต้ตอบกับอนุภาคอื่นๆ ด้วยตนเอง
อย่างไรก็ตาม เราเชื่อว่าไม่เป็นเช่นนั้น

เนื่องจากอนุภาคพื้นฐานไม่มีจิตสำนึกหรือความเข้าใจโดยเนื้อแท้เกี่ยวกับกลศาสตร์ควอนตัม

การออกแบบที่ซับซ้อนและการประสานงานที่สังเกตได้ในทั้งระบบทางชีววิทยาและฟิสิกส์
ของอนุภาคชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการมีอยู่ของ สติปัญญาและ การสร้างสรรค์ ที่มีจุดมุ่งหมาย
ซึ่งเป็นคุณลักษณะของ การออกแบบอย่างชาญฉลาด
มากกว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยสุ่มเป็นชุด

ก. มนุษย์ต่างดาวและการสร้างสรรค์

ความเป็นไปได้ของมนุษย์ต่างดาวหรือสิ่งมีชีวิตนอกโลกได้
สร้างความตื่นตะลึงให้กับนักวิทยาศาสตร์และสาธารณชนมาหลายทศวรรษ
เมื่อพิจารณาถึงความกว้างใหญ่ไพศาลของจักรวาล โดยมีกาแล็กซีหลายพันล้านแห่ง
ซึ่งแต่ละแห่งมีดวงดาวนับพันล้านดวง และอาจมีดาวเคราะห์มากกว่านั้นด้วย
ดูเหมือนว่าในทางสถิติแล้ว ชีวิตอาจดำรงอยู่ที่อื่นได้หากชีวิตเกิดขึ้นเอง
จำนวนอารยธรรมนอกโลกในกาแล็กซีสามารถประมาณได้จากสมการของเดรก: $N = R \cdot f_p \cdot f_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c$
โดยที่ N คือจำนวนอารยธรรมขั้นสูง R .
คืออัตราการก่อตัวของดวงดาว f_p คือเศษส่วนของการมีดาวเคราะห์ f_e
คือจำนวนดาวเคราะห์ที่รองรับสิ่งมีชีวิต f_l คือเศษส่วนของดาวเคราะห์ที่สิ่งมีชีวิตพัฒนาขึ้น f_i
คือเศษส่วนของดาวเคราะห์ที่สิ่งมีชีวิตที่มีสติปัญญาพัฒนาขึ้น f_c
คือเศษส่วนของอารยธรรมที่สามารถส่งสัญญาณได้ และ L
คือระยะเวลาที่อารยธรรมสามารถสื่อสารกันได้ โดยมีค่าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพารามิเตอร์
จำนวนโดยประมาณของอารยธรรมในกาแล็กซีคือประมาณ 2



รูปที่ 3.1 6. มนุษย์ต่างดาวมีอยู่จริงหรือไม่?

โครงการ ค้นหาสิ่งมีชีวิตทรงปัญญาจากนอกโลก (SETI) เริ่มต้นขึ้นในปี 2503 โครงการเหล่านี้ใช้หลากหลายวิธีและเทคโนโลยีในการสแกนจักรวาลเพื่อหาหลักฐานของอารยธรรมมนุษย์ต่างดาว ต่อไปนี้คือโครงการสำคัญบางส่วนของ SETI

โครงการ Ozma เป็นการ ทดลอง SETI สมัยใหม่ครั้งแรก

โดยใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุในการสแกนดาว Tau Ceti และ Epsilon Eridani

เพื่อค้นหาสัญญาณจากนอกโลกที่อาจเกิดขึ้น SETI@home

เป็นโครงการคอมพิวเตอร์แบบกระจายที่ใช้พลังการประมวลผลที่ไม่ได้ใช้งานของคอมพิวเตอร์ที่บ้าน

อาสาสมัครติดตั้งซอฟต์แวร์รับคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพื่อวิเคราะห์สัญญาณวิทยุเพื่อหาสัญญาณของสิ่งมีชีวิตที่มีสติปัญญาจากนอกโลก Allen Telescope Array

เป็นเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุเฉพาะที่ออกแบบมาเพื่อ

การค้นหาสัญญาณจากนอกโลกอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ

ประกอบด้วยงานรับสัญญาณขนาดเล็กหลายงานที่ทำงานร่วมกันเพื่อสำรวจพื้นที่ขนาดใหญ่

บนท้องฟ้า Breakthrough Listen เป็น โครงการ SETI ที่ครอบคลุมที่สุด จนถึงปัจจุบัน

โดยมุ่งเป้าไปที่การสำรวจ ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ที่สุดหนึ่งล้านดวง และ กาแล็กซีใกล้เคียง 100 แห่ง

เพื่อค้นหาสัญญาณที่อาจเกิดขึ้น การระเบิดของวิทยุอย่างรวดเร็ว โครงการนี้

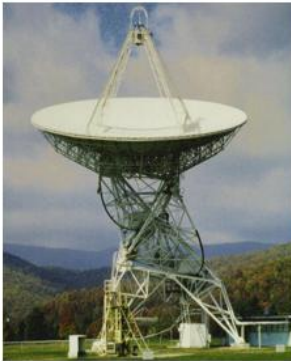
สำรวจการระเบิดของคลื่นวิทยุอย่างรวดเร็วที่ลึกลับซึ่งตรวจพบจากอวกาศ

ซึ่งอาจให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับปรากฏการณ์จักรวาลที่ไม่รู้จัก เลเซอร์ SETI

เป็นโครงการที่มุ่งเน้นไปที่การตรวจจับสัญญาณแสงจากอารยธรรมนอกโลก และสำรวจความเป็นไปได้ของการสื่อสารระหว่างดวงดาวผ่านการส่งสัญญาณเลเซอร์

แม้ว่าโครงการ SETI

จะยังคงค้นหาโดยใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุและกล้องโทรทรรศน์ออปติคัลขั้นสูง แต่โครงการ SETI ก็ยังไม่ค้นพบหลักฐานที่แน่ชัดของสิ่งมีชีวิตนอกโลกที่มีสติปัญญา



รูปที่ 3.1 7. กล้องโทรทรรศน์วิทยุที่ใช้สำหรับ SETI

หากมีอารยธรรมนอกโลกจำนวนมาก

พวกมันอาจเคยมาเยือนหรืออาจมาเยือนเราอยู่ในขณะนี้ ในกรณีดังกล่าว

พวกมันจะใช้กลวิธีเดินทางในอวกาศแบบใด การเดินทางสู่อวกาศโดยใช้วัตถุบิน (จรวดหรือยูเอฟโอ)

ต้องเผชิญกับความท้าทายที่ไม่อาจเอาชนะได้เนื่องจากจักรวาลมีขนาดใหญ่โตมหิหาร

แม้แต่ดาวที่อยู่ใกล้ที่สุดอย่างดาวพร็อกซิมา เซนทอรี ก็อยู่ห่างออกไป 4.24 ปีแสง

ซึ่งต้องใช้เวลานานหลายหมื่นปีด้วยเทคโนโลยีปัจจุบัน

ระยะทางที่ไกลมากทำให้ไม่สามารถสำรวจกาแล็กซีของเราได้ ไม่ต้องพูดถึงจักรวาล

ในช่วงชีวิตของมนุษย์

วิธีการขับเคลื่อนขั้นสูงที่เป็นไปได้อาจรวมถึงการขับเคลื่อนด้วยวาร์ปหรือการเดินทางผ่าน
รูหนอน

การขับเคลื่อนด้วยวาร์ปเป็นแนวคิดทางทฤษฎีสำหรับการเดินทางในอวกาศที่เร็วกว่าแสง ซึ่งได้รับแรงบันดาลใจจากทฤษฎีสัมพันธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์

การขับเคลื่อนด้วยวาร์ปได้รับการเสนอโดยนักฟิสิกส์ Miguel Alcubierre ในปี 1994

โดยเกี่ยวข้องกับการสร้าง "ฟองวาร์ป"

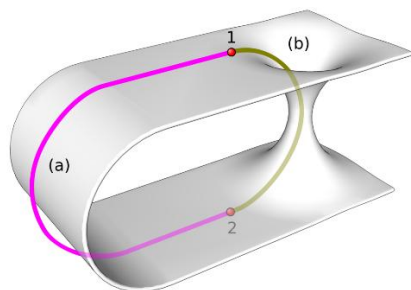
ที่ทำให้พื้นที่ด้านหน้ายานอวกาศหดตัวและขยายพื้นที่ด้านหลัง

ซึ่งจะทำให้ยานอวกาศเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าแสงเมื่อเทียบกับผู้สังเกตการณ์ภายนอกโดยไม่ละเมิดกฎของฟิสิกส์

ความท้าทายที่สำคัญคือต้องใช้สสารหายากที่มีความหนาแน่นของพลังงานติดลบ

ซึ่งยังไม่ถูกค้นพบหรือสร้างขึ้น แม้ว่าในทางทฤษฎีจะมีแนวโน้มที่ดี

แต่จำเป็นต้องมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญเพื่อให้การขับเคลื่อนด้วยวาร์ปสามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติในการสำรวจอวกาศได้



รูปที่ 3.1 8. เวอร์มโฮล

การเดินทางในอวกาศผ่านเวอร์มโฮลเป็นแนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทางลัดผ่านกาลอวกาศที่เชื่อมโยงจุดที่อยู่ห่างไกลในจักรวาล ตามทฤษฎีสัมพันธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์

เวอร์มโฮลหรือสะพานไอน์สไตน์-โรเซนอาจ

ช่วยให้เดินทางข้ามระยะทางจักรวาลอันกว้างใหญ่ได้ในทันที สำหรับการใช้งานจริง

เวอร์มโฮลที่สามารถเดินทางผ่านได้จะต้องได้รับการทำให้เสถียร

ซึ่งในทางทฤษฎีต้องใช้สสารแปลกปลอมที่มีความหนาแน่นของพลังงานติดลบเพื่อป้องกันการยุบตัว แม้ว่าจะเป็นที่ยอมรับในนิยายวิทยาศาสตร์

แต่เว็ร็มโฮลยังคงเป็นเพียงการคาดเดาโดยไม่มีหลักฐานการทดลอง หากเป็นไปได้
 เว็ร็มโฮลอาจปฏิวัติการเดินทางในอวกาศ
 ช่วยให้เราสามารถสำรวจกาแล็กซีที่อยู่ห่างไกลและลดระยะเวลาการเดินทางจากหลายปีให้เหลือ
 เพียงชั่วพริบตา อย่างไรก็ตาม
 จำเป็นต้องมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญเพื่อให้แนวคิดนี้เป็นจริง



รูปที่ 3.1 9. การเทเลพอร์ต

การเทเลพอร์ตผ่านไฮเปอร์สเปซหรือกลุ่มก้อนอาจเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะเดินทางในระยะทางไกลได้ในทันทีโดยไม่ต้องผ่านพื้นที่สามมิติแบบเดิม

ไฮเปอร์สเปซหมายถึงมิติเพิ่มเติมหรือชุดของมิติที่อยู่เหนือมิติเชิงพื้นที่สามมิติที่คุ้นเคยและมิติเชิงเวลาหนึ่งมิติ ซึ่งให้ทางลัดผ่านโครงสร้างของจักรวาล ในทำนองเดียวกัน

กลุ่มก้อนเป็นคำที่ใช้ในทฤษฎีต่างๆ เช่น จักรวาลวิทยาเบรน ในทฤษฎีสตริง

ซึ่งจักรวาลของเราถูกมองว่าเป็น "เบรน" ภายในพื้นที่มิติที่สูงกว่าที่เรียกว่ากลุ่มก้อน

ในทฤษฎีเหล่านี้

การเทเลพอร์ตเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ผ่านมิติที่สูงกว่าเหล่านี้เพื่อปรากฏขึ้นอีกครั้งในทันทีในตำแหน่งอื่นภายในจักรวาลของเรา กรอบทฤษฎีต่างๆ เช่น แบบจำลองแรนดัล-

ชั้นครีมเสนอการมีอยู่ของมิดิที่สูงกว่าดังกล่าวซึ่งอาจเปิดทางให้เกิดทางลัดผ่านกาลอวกาศได้ หากมิดิดังกล่าวมีอยู่จริงและสามารถเข้าถึงได้

อาจเป็นไปได้ที่จะใช้ประโยชน์จากมิดิเหล่านี้เพื่อการเทเลพอร์ต

โดยหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของการเดินทางตามทฤษฎีสัมพันธภาพ

และอาจทำให้การเดินทางที่เร็วกว่าแสงเป็นไปได้

หากชีวิตเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติตามที่สมการของเดรกกำหนด

จำนวนอารยธรรมนอกโลกทั้งหมดในจักรวาล จะมีประมาณ 400,000 ล้านแห่ง (อารยธรรม 2

อารยธรรม ใน แต่ละ กาแล็กซี 200,000 ล้านแห่ง) ชีวิต บนโลกเริ่มต้นเมื่อประมาณ 4,000

ล้านปีก่อน ลองนึกดูว่าอารยธรรมนอกโลก 1% เริ่มต้นก่อนเรา 1 ล้านปี

และมีวิวัฒนาการที่คล้ายคลึงกัน ในกรณีนั้น อารยธรรมของพวกเขาจะก้าวหน้ากว่าเรา 1 ล้านปี

ด้วยจุดเริ่มต้นที่สำคัญเช่นนี้ พวกเขาอาจพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงสำหรับการเทเลพอร์ต

ซึ่งทำให้พวกเขาสามารถเดินทางไปทุกที่ในจักรวาลได้ง่ายพอๆ

กับที่เราไปเยี่ยมเพื่อนบ้านของเรา หากประชากรของอารยธรรมดังกล่าวมี 1,000 ล้านคน

จำนวนมนุษย์ต่างดาวทั้งหมดจะมี 1 ควินทิลเลียน (10^{18}) หากเพียง 1% ของอารยธรรมเหล่านี้

สามารถมาเยือนโลกได้เพียงหนึ่งวันในทุกๆ 10 ปี โลกจะเต็มไปด้วยมนุษย์ต่างดาวประมาณ 10

ล้านล้านคนในแต่ละวัน ซึ่งมากกว่าประชากรมนุษย์ในปัจจุบันถึง 1,000 เท่า อย่างไรก็ตาม

เราไม่ได้สังเกตเห็นหลักฐานใดๆ ที่บ่งชี้ถึงการมีอยู่ของพวกเขา

เราจะอธิบายความขัดแย้งที่เห็นได้ชัดนี้ได้อย่างไร?

ปัญหาที่เรียกกันว่า Fermi Paradox ตั้งชื่อตาม Enrico Fermi ผู้ตั้งคำถามอันโด่งดังว่า

"ทุกคนอยู่ที่ไหน" คำตอบอาจเป็นดังนี้: (i) สมมติฐาน (วิวัฒนาการ) ในสมการของ Drake

นั้นผิด หรือ (ii) อารยธรรมขั้นสูงอาจใช้เทคโนโลยีที่ตรวจจับไม่ได้ด้วยวิธีการปัจจุบันของเรา

หรือจงใจหลีกเลี่ยงการตรวจจับ หากมนุษย์ต่างดาวไม่ใช่แบบที่เรารู้หรือสิ่งมีชีวิตที่มองไม่เห็น

การดำรงอยู่ของพวกเขาอาจเปิดเผยให้เราเห็นในทางใดทางหนึ่งไปแล้ว อย่างไรก็ตาม

ความจริงที่ว่าเราไม่พบหลักฐานใดๆ ของการดำรงอยู่ของพวกเขา

แสดงให้เห็นว่าสมมติฐานวิวัฒนาการ ใน สมการของ Drake นั้นน่าจะไม่ต้อง

ข. สัญชาตญาณ ใน สิ่งมีชีวิตและการสร้างสรรค์

คอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักสามส่วน ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และเฟิร์มแวร์ เฟิร์มแวร์คือซอฟต์แวร์เฉพาะทางที่เขียนโปรแกรมไว้ใน ROM หรือ UEFI โดยทำหน้าที่ควบคุมฮาร์ดแวร์เฉพาะและทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เฟิร์มแวร์มีความสำคัญต่อการบูตระบบ การจัดการการทำงานของฮาร์ดแวร์ และการรับรองการทำงานของอุปกรณ์

เฟิร์มแวร์ในคอมพิวเตอร์และสัญชาตญาณในสิ่งมีชีวิตมีความคล้ายคลึงกันในประเด็นสำคัญ

ทั้งสองเป็นระบบที่มีมาแต่กำเนิดและได้รับการ โปรแกรมไว้ล่วงหน้าเพื่อควบคุมการทำงานที่จำเป็น

เฟิร์มแวร์จะเริ่มค้นและจัดการการทำงานเพื่อให้แน่ใจว่าจะทำงานได้อย่างถูกต้องตั้งแต่เปิดเครื่อง ในทำนองเดียวกัน สัญชาตญาณ

เป็นรูปแบบพฤติกรรมโดยธรรมชาติที่ควบคุมกิจกรรมการเอาชีวิตรอด เช่น การกินอาหาร การผสมพันธุ์ และการหลบหนีจากอันตราย

ทั้งสองระบบทำงานโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องมีอินพุตอย่างมีสติ

ซึ่งให้แนวทางพื้นฐานสำหรับการทำงานที่มีประสิทธิภาพและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม โดยพื้นฐานแล้ว เฟิร์มแวร์คือสิ่งเดียวกับที่สัญชาตญาณมีต่อสิ่งมีชีวิต

นั่นคือระบบฝังตัวที่กำหนดค่าไว้ล่วงหน้าซึ่งจำเป็นต่อ การทำงานพื้นฐานและการเอาชีวิตรอด เช่นเดียวกับเฟิร์มแวร์ที่ฝังอยู่ใน ROM โดยนักออกแบบคอมพิวเตอร์

สัญชาตญาณก็ฝังอยู่ในสมองและระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตเช่นกัน

โดยพระเจ้าผู้สร้างอันศักดิ์สิทธิ์ ขอให้ฉันแสดง ตัวอย่าง สัญชาตญาณบางส่วนที่อธิบายแนวคิดนี้

ฉ. การสร้างรังของผึ้งช่างก่อสร้าง

The M ason Bees ' ของ Jean-Henri Fabre (ส่วนหนึ่งของ 'Book of Insects') เขาบรรยาย ถึง กระบวนการสร้างรังที่ซับซ้อนของผึ้งช่างก่อสร้าง ผึ้งเหล่านี้จะเลือกพื้นผิวเรียบที่เหมาะสม ซึ่งมักจะเป็นหิน เพื่อเริ่มสร้างรัง ผึ้งจะรวบรวมโคลนและหินกรวดเล็ก ๆ

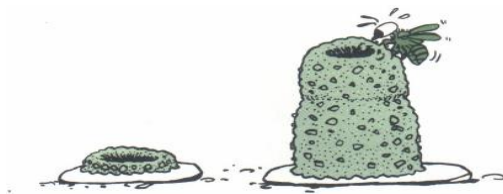
เพื่อสร้างเซลล์สำหรับลูกหลานอย่างพิถีพิถัน ฟังค์วเมียจะนำเม็ดโคลน ไปยังบริเวณนั้น ขึ้นรูปและอัดให้แน่นเป็นผนังเซลล์ที่มั่นคง

จากนั้นจะรวบรวมน้ำหวานและละอองเรณูเพื่อนำไปเลี้ยงเซลล์แต่ละเซลล์ แล้ววางไข่ที่ละฟองก่อนจะปิดผนึกด้วยโคลนอีกฟอง กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นซ้ำๆ ส่งผลให้มีเซลล์โคลนที่เรียงกันอย่างเรียบร้อยและเสริมด้วยหินกรวดจำนวนมาก ซึ่งจะปกป้องตัวอ่อนที่กำลังเติบโต การสังเกตของ Fabre

เน้นย้ำถึงความแม่นยำและความขยันขันแข็งที่น่าทึ่งของผึ้งที่อยู่โดดเดี่ยวเหล่านี้

เขา บรรยายถึงการทดลองที่เขาสร้างรังที่ยังสร้างไม่เสร็จ กับรังที่เสร็จแล้ว เมื่อผึ้งช่างก่อสร้างกลับมาพบว่ารังที่ยังสร้างไม่เสร็จถูกแทนที่ด้วยรังที่เสร็จแล้ว ผึ้งช่างก่อสร้างก็แสดงพฤติกรรมที่น่าสนใจ แทนที่จะกลับไปทำงานกับรังใหม่ ผึ้งช่างก่อสร้างยังคงสร้างรังต่อไปราวกับว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น ผึ้งช่างก่อสร้างไม่รู้ว่รังที่เสร็จแล้วเป็นงานของตัวเอง และยังคงทำพฤติกรรมเดิมๆ ของมันต่อไปโดยเอาโคลนมาราดแล้วสร้างรังต่อไป

การทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงสัญชาตญาณและพฤติกรรมตาม โปรแกรมของผึ้ง ซึ่งขับเคลื่อนโดยลำดับการกระทำภายใน ไม่ใช่สัญชาตญาณที่บ่งบอกถึง สถานะรัง



รูปที่ 3. 20 ผึ้ง ช่าง ก่อสร้างรังบนรังที่สร้างเสร็จแล้ว

ฟาเบรทำการ ทดลอง ตรงกันข้าม โดย สลับ รังผึ้ง ช่างก่อสร้างเสร็จแล้วกับรังที่ยังไม่เสร็จ เขา สังเกตว่าเมื่อ ผึ้ง

ช่างก่อสร้างมาที่ไซต์และพบว่ารังที่สร้างเสร็จแล้วถูกแทนที่ด้วยรังที่ยังไม่เสร็จ

มันก็ไม่ได้ทำงานกับรังใหม่ที่ยังไม่เสร็จต่อ ในทางกลับกัน

ผึ้งดูสับสนและใช้เวลาในการตรวจสอบรังที่เปลี่ยนแปลง แต่สุดท้ายก็ไม่ได้สร้างต่อ จากนั้น

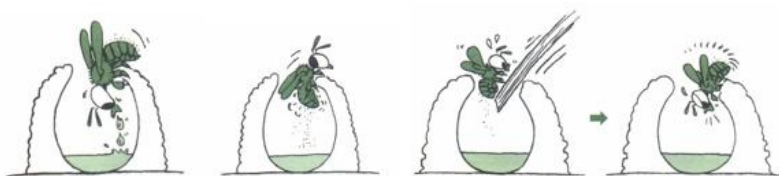
มันจึงดำเนินการต่อไปโดยเติมน้ำฝึกลงไป แม้ว่ารัง จะ สั่นก็ตาม

พฤติกรรมนี้แสดงให้เห็นถึงความผูกพันอย่างแน่นแฟ้นของผึ้งช่างก่อสร้างกับรังของมันและความยากลำบากในการปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คาดคิดในสภาพแวดล้อมของมัน การทดลอง นี้ ยัง เน้นย้ำถึงธรรมชาติโดยสัญชาตญาณของกระบวนการสร้างรังของผึ้งช่างก่อสร้าง อีก ด้วย



รูปที่ 3.2 1. ผึ้ง ช่างก่อสร้างเติมน้ำฝึกลงในรังที่ยังไม่เสร็จ

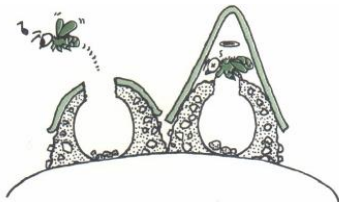
ทดลอง ที่น่าสนใจ อีกครั้ง ผึ้งช่างก่อสร้างจะเติมน้ำหวานลงในรังก่อน จากนั้นจึงหมุนตัว 180 องศาเพื่อปิดฝุ่นละอองเกสรจากขาและลำตัว หากผึ้งถูกรบกวนในขณะที่กำลังจะ ปิดฝุ่นละอองเกสร ผึ้งจะบินหนีไปและรอให้ภัยคุกคามผ่านไป หลังจาก กลับ มาที่รังแล้ว ผึ้ง จะเริ่มใหม่ตั้งแต่ ครั้งแรก เติมน้ำหวานลงใน รัง แม้ว่า จะ ไม่มี น้ำหวานเหลืออยู่ในรังก็ตาม การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าผึ้งทำตาม โปรแกรมเก็บน้ำหวานที่ติดมากับตัวโดยสัญชาตญาณ และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงลำดับการกระทำของผึ้ง ได้



รูปที่ 3.2 2. พฤติกรรมของผึ้งช่างก่อสร้างเมื่อถูกรบกวน

เมื่อผึ้งช่างก่อสร้างสร้างรังเสร็จเรียบร้อยแล้ว มันจะเติมน้ำหวานและละอองเกสรลงไปในวางไข่บนรัง แล้วปิดส่วนบนของรัง ส่วนบนที่ปิดสนิทนั้นแข็งแกร่งเท่ากับปูนซีเมนต์ ฟาเบอร์ได้ทำการทดลองอีกครั้ง โดยทำรังหนึ่ง ผึ้งวางกระดวยไว้ด้านบน และอีกรังหนึ่ง ผึ้งวางกระดวยไว้ด้านล่าง เขาสังเกตพฤติกรรมของผึ้งช่างก่อสร้างที่ฟึกออกมาแล้ว สำหรับรังที่ปูด้วยกระดวย

ผึ้งใช้การกรไกรที่แข็งแรงของมันตัดผ่านส่วนบนได้โดยไม่มีปัญหาใดๆ
 สำหรับรังที่ปูด้วยกระดาษทราย มันตัดผ่านส่วนบน แต่ไม่รู้ว่าจะทำอย่างไรต่อไป
 เมื่อคาดหวังว่าจะได้เห็นท้องฟ้าเปิด มันจึงเกิดการมึนงงเพราะกระดาษ
 ไม่ได้พยายามเจาะมัน และสุดท้ายก็ตาย



รูปที่ 3.2 3. รังผึ้งที่ปิดด้วยกระดาษแล้วปิดทับด้วยกระดาษ

การ

ทดลองข้างต้นทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของพฤติกรรมของผึ้งช่างก่อสร้างโดยสัญชา
 ตญาณ และ ถูก ตั้งโปรแกรมไว้
 ซึ่งถูกขับเคลื่อนโดยลำดับการกระทำภายในที่ฝังอยู่ในรหัสพันธุกรรมของมัน

ii. การสร้างรังของนกปรอด

นกทอรังซึ่งขึ้นชื่อในเรื่องความวิจิตรประณีตและซับซ้อน
 มักใช้ใบหญ้าและวัสดุจากพืชอื่นๆ สานเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนอย่างชำนาญ
 แสดงให้เห็นถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมที่โดดเด่น



รูปที่ 3.2 4. รังนกจาบคา

เออแมน มารายส์ นักธรรมชาติวิทยาและกวีชาวแอฟริกาใต้ ได้ทำการทดลองที่น่าสนใจกับนกทอผ้าเพื่อศึกษาพฤติกรรมการสร้างรังและบทบาทของสัญญาณ

มารายส์มุ่งหวังที่จะทำความเข้าใจว่าทักษะการสร้างรังอันซับซ้อนของนกทอผ้าเป็นสัญญาณฉนวนๆ หรือเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่เรารู้มา

Marais

เลียนนกจาบคาอย่างโดดเด่นจากสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเพื่อให้แน่ใจว่านกจาบคาจะไม่สัมผัสกับนกชนิดอื่นหรือกิจกรรมสร้างรัง เขา

สังเกตนกจาบคาเหล่านี้ตั้งแต่ที่ออกมจากจนโตเต็มวัย

เพื่อให้แน่ใจว่านกจาบคาไม่มีโอกาสเรียนรู้จากนกจาบคาชนิดอื่นเป็นเวลาสี่รุ่น สำหรับรุ่นที่ห้า Marais จัดหาอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน กับที่ นกจาบคาป่าใช้ในการสร้าง รัง เช่น หญ้าและกิ่งไม้ แม้ว่าจะไม่เคยเห็นรังหรือนกชนิดอื่นสร้างรังเลย

นกจาบคาที่แยกตัวออกมาเหล่านี้ก็เริ่มสร้างรังที่แทบจะเหมือนกับรังที่นกจาบคาป่าสร้าง

พวกมันแสดงเทคนิคการทอที่ซับซ้อน วิธีการผูกปม และ โครงสร้างโดยรวมเหมือนกัน

รังที่สร้างโดยนกจาบคาเหล่านี้มีลักษณะการออกแบบที่สอดคล้องกันของสายพันรู้

ซึ่งบ่งชี้ว่าทักษะการสร้างรังของพวกมันเป็นมาแต่กำเนิด

ไม่ใช่เรียนรู้จากการสังเกตหรือเลียนแบบ

Marais สรุปว่าพฤติกรรมการสร้างรังที่ซับซ้อนของนกทอผ้าถูกขับเคลื่อนโดยสัญญาณ พฤติกรรมโดยกำเนิดที่ถูกเข้ารหัสไว้ใน สมอและระบบประสาท ของพวกมัน

ทำให้พวกมันสามารถสร้างรังที่ซับซ้อนได้โดยไม่ต้องมีประสบการณ์หรือการเรียนรู้มาก่อน

พฤติกรรมโดยกำเนิดเหล่านี้ได้ รับการออกแบบอย่างมีจุดประสงค์และ

ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นผ่านทาง ดีเอ็นเอ

iii. การก่อตัวของ เปลือกหอย นอติลุส

หอยโข่งเป็นหอยทะเล ที่ขึ้นชื่อ ในเรื่องเปลือกที่สวยงามและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เปลือก

มีรูปร่างตามแบบเกลียวลอการิทึมที่แน่นยำ

การเกิดเปลือกหอยโข่งเป็นอีกตัวอย่างที่น่าทึ่งของสัญชาตญาณ

ซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของกระบวนการทางชีววิทยาและเคมีที่ประสานกันอย่างซับซ้อนเพื่อสร้างโครงสร้างที่เป็นเอกลักษณ์

กระบวนการนี้เริ่มต้นเมื่อหอยวงช้างยังอยู่ในตัวอ่อนภายในไข่

เปลือกในระยะแรกเรียกว่าโปรโตคอนซ์ ซึ่งก่อตัวขึ้นในระยะนี้

ห้องแรกนี้มีขนาดเล็กและเป็นฐานสำหรับการเติบโตของเปลือกในระยะต่อมา แมนเทิล

ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเฉพาะที่บุเปลือก จะหลั่งแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ออกมาเป็นชั้นๆ

ในรูปแบบของอะราโกไนต์ ซึ่งเป็น โครงสร้างผลึก

เซลล์แมนเทิลจะสกัดไอออนแคลเซียมจากน้ำทะเลและรวมเข้ากับไอออนคาร์บอเนตเพื่อสร้างแคลเซียมคาร์บอเนต

แมนเทิลยังหลั่งเมทริกซ์อินทรีย์ที่ประกอบด้วยโปรตีนและโพลีแซ็กคาไรด์

ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนต

เมทริกซ์นี้ช่วยควบคุมรูปร่างและทิศทางของผลึกอะราโกไนต์

ทำให้เปลือกมีความแข็งแรงและทนทาน



รูปที่ 3.2 5. เปลือกหอย *N. nautilus* แสดง รูปแบบ เกลียว เลขคณิต ลอการิทึม

เมื่อหอยวงช้างโตขึ้น มันจะสร้างห้องใหม่ ๆ ขึ้นบนเปลือกเป็นระยะ ๆ

ห้องใหม่แต่ละห้องจะมีขนาดใหญ่กว่าห้องเดิมเพื่อรองรับขนาดของหอยวงช้างที่เพิ่มขึ้น

หอยวงช้างจะเคลื่อนตัวไปข้างหน้าในเปลือกและปิดห้องเก่าด้วยผนังที่เรียกว่าเซปตัม

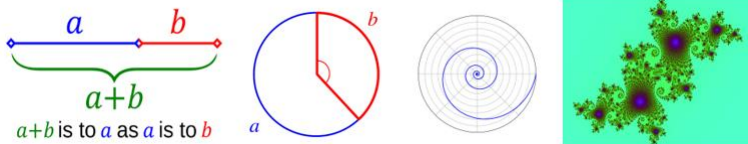
ทำให้เกิดห้องชุดที่ใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ และเชื่อมต่อกันเป็นชุด
 อวัยวะพิเศษที่เรียกว่าไซฟิงเกลจะวิ่งผ่านห้องต่าง ๆ ของเปลือก
 โครงสร้างคล้ายท่อนี้จะปรับปริมาณก๊าซและของเหลวภายในห้อง โดยการควบคุมระดับก๊าซ
 (ส่วนใหญ่เป็นไนโตรเจน) และของเหลว ไซฟิงเกลจะช่วยให้หอยวงช้างควบคุมการลอยตัวได้
 ทำให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวน้ำได้ ชั้นนอกสุดของเปลือกเรียกว่าเพริโอสตราคัม
 ซึ่งเป็นชั้นอินทรีย์ที่ปกป้องชั้นแคลเซียมคาร์บอเนตด้านล่างไม่
 ให้ละลายและเสียหายทางกายภาพ
 ได้ชั้นหินชั้นนอกมีชั้นของหินอะโกไนต์เรียงตัวกันเป็นโครงสร้างแบบมุกหรือทรงปริซึม
 ช่วยให้เปลือกมีสีรุ้งและแข็งแรง
 การประสานงานที่ซับซ้อนซึ่งจำเป็นต่อการหลังแคลเซียมคาร์บอเนต การสร้างช่อง
 และการควบคุมการลอยตัวผ่านไซฟิงเกลบ่งชี้ถึงระบบแบบทั้งหมดหรือไม่มีเลยซึ่งซับซ้อนเกิน
 กว่าที่จะเกิดขึ้นได้จากการวิวัฒนาการแบบค่อยเป็นค่อยไป
 การไม่มีฟอสซิลช่วงเปลี่ยนผ่านที่ชัดเจนในบันทึก ประกอบกับการที่หอยวงช้างถูกระบุว่าเป็น
 "ฟอสซิลที่มีชีวิต" บ่งบอกถึงการปรากฏตัวอย่างกะทันหัน
 และแสดงให้เห็นว่าการสร้างเปลือกที่ซับซ้อนของหอยวงช้างซึ่งไปที่การสร้างที่มีจุดประสงค์
 มากกว่าการวิวัฒนาการแบบไร้ทิศทาง หอยวงช้างไม่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์หรือชีวเคมี
 ดังนั้น การสร้างรูปร่างเปลือกแบบลอการิทึมที่แม่นยำ
 การควบคุมการหลังเปลือกแบบชีวเคมีที่ซับซ้อน
 และการผสมรวมระบบการลอยตัวอย่างราบรื่นจึงไม่ใช่ผลลัพธ์ของกระบวนการสุ่ม
 ในทางกลับกัน
 คุณลักษณะเหล่านี้บ่งชี้ถึงโครงร่างทางพันธุกรรมที่ตั้งโปรแกรมไว้ล่วงหน้าซึ่งช่วยให้หอยวง
 ช้างสร้างเปลือกที่ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ
 ซึ่งตอกย้ำแนวคิดของการออกแบบที่มีจุดประสงค์มากกว่าการวิวัฒนาการแบบไร้ทิศทาง

ก. คณิตศาสตร์ในธรรมชาติและการสร้างสรรค์

“คณิตศาสตร์คือภาษาที่พระเจ้าทรงใช้เขียนจักรวาล” – กาลิเลโอ กาลิเลอี

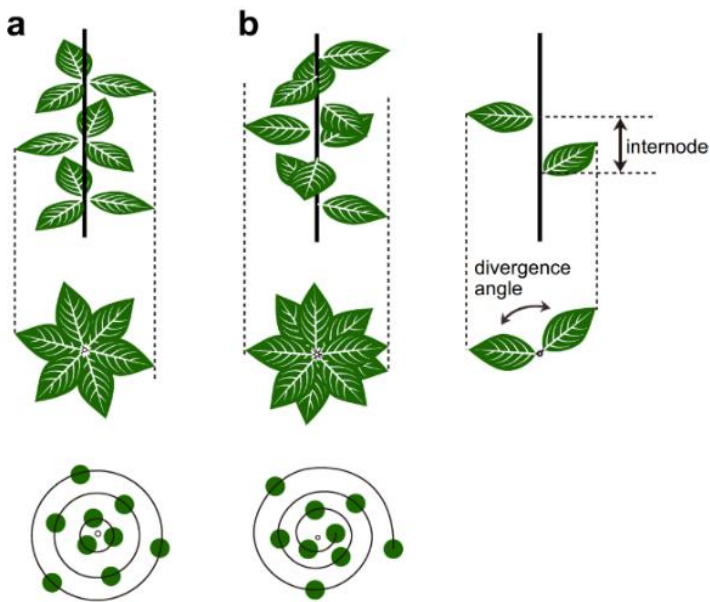
รูปแบบและหลักการทางคณิตศาสตร์พบได้มากมายในธรรมชาติ รวมถึงอัตราส่วนทองคำ มุมทองคำ ลำดับฟีโบนัชชี เกลียวลอการิทึม และแฟร็กทัล

- อัตราส่วนทองคำ มักแสดงด้วยอักษรกรีก φ ($= (a+b)/a = a/b$)
เป็นจำนวนอตรรกยะที่มีค่าประมาณ 1.618
ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราส่วนของปริมาณสองปริมาณเท่ากับอัตราส่วนของผลรวมของปริมาณเหล่านั้นต่อปริมาณที่มากกว่าของปริมาณทั้งสอง
- มุมทองคำคือมุมที่มีรัศมีสองอันรองรับวงกลมที่แบ่งส่วนโค้งออกเป็นสองส่วนตามอัตราส่วนทองคำ มุมทองคำคือมุมที่เล็กกว่าจากสองมุม (~137.5 องศา) ที่เกิดขึ้นเมื่อแบ่งเส้นรอบวงของวงกลมตามอัตราส่วนทองคำ
- ลำดับฟีโบนัชชีเป็นชุดตัวเลข
โดยที่แต่ละตัวเลขคือผลรวมของตัวเลขสองตัวที่อยู่ข้างหน้า โดยเริ่มจาก 0 หรือ 1 (เช่น 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, ...)
- เกลียวลอการิทึมเป็นเส้นโค้งเกลียวที่มีลักษณะคล้ายกันซึ่งมักพบเห็นในธรรมชาติ มีลักษณะเฉพาะคือมุมระหว่างเส้นสัมผัสและเส้นรัศมีที่จุดใดๆ ก็ตามจะคงที่
- แฟร็กทัล
เป็นรูปแบบที่ซับซ้อนซึ่งมีความคล้ายคลึงกันในตัวเองในระดับที่แตกต่างกัน
แฟร็กทัลมักสร้างขึ้นโดยการซ้ำขั้นตอนง่ายๆ
ซ้ำแล้วซ้ำเล่าในวงจรป้อนกลับที่ดำเนินอยู่



รูปที่ 3.2.6. อัตราส่วน เถ้า มุมทอง เกลียว ลอการิทึม และ แฟร็กทัล

มาสำรวจกันว่าหลักคณิตศาสตร์เหล่านี้พบได้ในธรรมชาติที่ไหน
 การจัดใบ ดอก หรือ โครงสร้างทางพฤกษศาสตร์อื่นๆ บนลำต้นของพืช
 ถือเป็นแนวคิดหลักใน
 พฤกษศาสตร์และสะท้อนถึงวิธีที่พืชได้รับแสงแดดและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมอื่นๆ มากที่สุด
 การจัดเรียงของใบ ไม่จะปฏิบัติตามลำดับฟีโบนัชชี
 โดยจำนวนใบไม่ในเกลียวที่ต่อเนื่องกันจะเป็นตัวเลข ฟีโบนัชชี
 รูปแบบการเรียงใบที่เป็นไปได้คือ $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$ เป็นต้น
 โดยที่ตัวเศษและตัวส่วนจะประกอบกันเป็นลำดับฟีโบนัชชี



รูปที่ 3.2 7. 2/ 5 การเคลื่อนที่ตามใบ (a) และ การเคลื่อนที่ตามใบ 3/8 (b)

$3/8$ phyllotaxis หมายถึงรูปแบบการเรียงตัวของใบ
 โดยใบแต่ละใบจะแยกจากใบถัดไปด้วยการหมุนรอบลำต้น 360 องศาเต็ม $3/8$
 ซึ่งหมายความว่าใบแต่ละใบที่อยู่ติดกันจะวางในมุม $3/8 \times 360 = 135$ องศา (เรียกว่า มุม

แยกออกจากกัน) จากอันที่แล้ว มุมแยกออกจากกันจะบรรจบกันที่มุมทอง 137.5

องศาในพืชที่มี ใบ จำนวน มาก การแยกส่วนแบบเศษส่วนนี้ช่วยกระจายใบในลักษณะที่
เพิ่มการรับแสงแดดและลดการทับซ้อน และรบกวน ให้น้อยที่สุด

ทำให้ใบแต่ละใบได้รับแสงและอากาศเพียงพอ ระยะ

ห่างที่เหมาะสมช่วยให้กระจายน้ำและสารอาหารได้ทั่วถึงทั้งต้น

รูปแบบ ที่คล้ายกันนี้ ยังพบได้ในดอกไม้หลายชนิด ตัวอย่างเช่น จำนวน ใบ กิ่ง และ
กลีบดอกในดอกจามจะสร้างเป็น ตัวเลขฟีโบนัชชีที่ต่อเนื่องกัน 1, 1, 2, 3, 5, 8 สำหรับใบ 1, 2,
3, 5, 8, 13 สำหรับกิ่ง และ 5, 8 หรือ 8, 13 สำหรับกลีบดอก



รูปที่ 3.2 8. ใบ และกิ่งของต้นจาม

ไม่เพียงแต่ใบเท่านั้น แต่ยังรวมถึงยอด หน่อ ผล

และเมล็ดของพืชก็ถูกควบคุมโดยลำดับฟีโบนัชชี และมุมทองคำ ด้วย

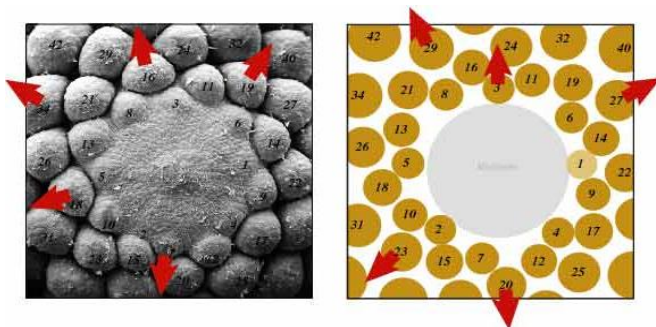
รูปแบบการแตกหน่อของต้นสนนอร์เวย์เป็นไปตามหลักการของลำดับฟีโบนัชชีและมุมทอง
ง กิ่งก้านใหม่แต่ละกิ่งจะแตกออกมาเป็นมุมประมาณ 137.5 องศา (มุมทอง)

จากกิ่งก้านก่อนหน้า เป็นผลให้กิ่งก้านก่อตัวเป็นรูปแบบเกลียวรอบลำต้น

โดยจัดตำแหน่งตามตัวเลขฟีโบนัชชีในการกระจายตัว

รูปแบบธรรมชาตินี้ช่วยเพิ่มความสามารถของต้นไม้ในการรับแสงแดด น้ำ

และสารอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ต้นไม้เติบโตและแข็งแรง



รูปที่ 3.2.9. รูปแบบ การแตกหน่อ ของ ต้นสน นอร์เวย์

ดอกเคซีแสดงรูปแบบฟีบอนัชชีและมุมทองในการจัดดอกไม้ เช่น กัน กลีบดอกและเมล็ดของดอกไม้เรียงตัวกันเป็นเกลียวตามลำดับฟีบอนัชชี โดยจำนวนเกลียวในแต่ละทิศทางมักจะสอดคล้องกับตัวเลขฟีบอนัชชีที่ต่อเนื่องกัน เช่น 21 และ 34 นอกจากนี้มุมแยกระหว่างกลีบดอกหรือเมล็ดที่ต่อเนื่องกันจะอยู่ที่ประมาณมุมทอง หากเกลียวพัน เป็นมุมทอง ก็จะเกิดเป็นเกลียวลอการิทึม หากช่อดอกเคซีเกิดเป็นเกลียวลอการิทึม ก็จะคงรูปร่างไว้ขณะที่มันเติบโต เกลียวลอการิทึมมีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือรูปร่างของเกลียวจะคงที่แม้ว่าจะขยายตัว

คุณสมบัติโดยธรรมชาติของเกลียวลอการิทึมทำให้ देखรักษาโครงสร้างทางเรขาคณิตโดยรวมไว้ได้ตลอดการเติบโต

รูปแบบที่คล้ายกันนี้พบได้ในเมล็ดสน กะหล่ำดอก และบรอกโคลีโรมาเนสโก

เกล็ดของเมล็ดสนเรียงตัวกันเป็นเกลียวอย่างซับซ้อนตามตัวเลขฟีบอนัชชี โดยทั่วไปจะมีเกลียว 8 อันในทิศทางเดียวและ 13 อันในทิศทางตรงข้าม

โดยแต่ละเกล็ดจะวางอย่างระมัดระวังในมุมสีทองโดยประมาณ ในทำนองเดียวกัน ช่อดอกกะหล่ำดอกจะพันเป็นเกลียว 5 อันในทิศทางเดียวและ 8 อันในอีกทิศทางหนึ่ง ซึ่งสะท้อนลำดับตัวเลขเดียวกัน ในบรอกโคลีโรมาเนสโก ช่อดอกจะเรียงตัวเป็นเกลียว 13 อันในทิศทางเดียวและ 21 อันในทิศทางตรงข้าม

ตัวเลขฟีบอนัชชีในสัปดาห์จะพบได้จาก การจัดเรียงของดวงดาว

ดวงดาวเหล่านี้เรียงตัวกันเป็นเกลียวตามตัวเลข ฟีบอนัชชี โดยทั่วไปจะประกอบด้วยเกลียว 3

ชุดที่แตกต่างกัน โดยทั่วไป คุณจะพบเกลียว 8 ชุดที่เรียงตัวขึ้นในทิศทางหนึ่ง 13

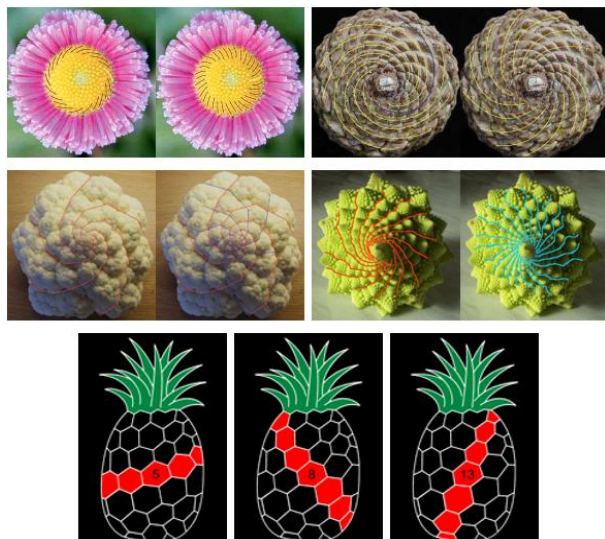
ชุดในทิศทางตรงข้าม และบางครั้งมี 21 ชุดในอีกทิศทางหนึ่ง

โดยแต่ละชุดจะเรียงตัวตามตัวเลขฟีโบนัชชีที่ต่อเนื่องกัน

รูปแบบนี้ช่วยให้จัดเรียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มความสะดวกของโครงสร้างของผล
ไม้ให้สูงสุด

การจัดเรียงนี้ทำให้สับปะรดเติบโตได้สม่ำเสมอและกระจายสารอาหารได้สม่ำเสมอ

ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการใช้ลำดับฟีโบนัชชีอย่างเป็นธรรมชาติในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช



รูปที่ 3. 30. ลำดับ ฟีโบนัชชีและเกลียวลอการิทึมที่พบในพืช

เส้นโค้งการเจริญเติบโตที่เป็นไปตามเกลียวลอการิทึมสามารถพบได้ไม่เพียงแต่ในพืชเท่านั้น แต่ยังพบได้ในมนุษย์และสัตว์อื่นๆ ด้วย ตัวอย่างได้แก่ ใบหูของมนุษย์ คอเคลียในหู
นิ้วของมนุษย์ หางม้า น้ำ เขาแพะภูเขา และเปลือกของหอยทากชนิดต่างๆ รวมถึงหอยวงช้าง
หากรูปแบบการเจริญเติบโตเหล่านี้ไม่เป็นไปตามเกลียวลอการิทึม
พวกมันจะไม่สามารถรักษารูปร่างลักษณะเฉพาะของมันไว้ได้ในขณะที่มันเติบโตต่อไป

ซึ่งท้ายที่สุดแล้วพวกมันจะสูญเสียการทำงานเฉพาะตัวและโครงสร้างที่สมบูรณ์เฉพาะตัวของมันไป

ตัวอย่างเช่น หากรูปแบบการเจริญเติบโตของโคเคลียไม่เป็นไปตามเกลียวลอการิทึม ก็จะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการประมวลผลเสียงอย่างมีประสิทธิภาพ

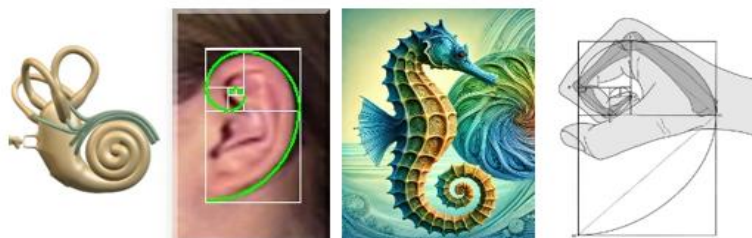
เกลียวลอการิทึมช่วยให้สามารถตรวจจับความถี่ได้หลายระดับตลอดความยาว

โดยความถี่สูงอยู่ที่ฐานและความถี่ต่ำอยู่ที่ปลาย

การเบี่ยงเบนจากรูปแบบนี้อาจส่งผลให้พื้นที่ที่ตรวจจับความถี่มีระยะห่างไม่เท่ากัน

ส่งผลให้การได้ยินบกพร่องหรือแยกแยะความถี่เสียงต่างๆ ได้ยาก

การจัดเรียงที่แม่นยำนี้มีความจำเป็นต่อบทบาทของโคเคลียในการแปลงคลื่นเสียงเป็นสัญญาณประสาท ซึ่งช่วยให้รับรู้เสียงได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 3.3 1. กระดุกโคเคลีย หู ม้าน้ำ และกระดุกข้อต่อมือ

รูปแบบแฟร็กทัลหลายรูปแบบสามารถพบได้ในธรรมชาติ

รวมถึงรูปแบบกิ่งก้านของเฟิร์นและต้นไม้ โครงสร้างของ ใบ เฟิร์น

การจัดเรียงของดอกไม้ช่อในกะหล่ำดอก บรอกโคลีและบรอกโคลีโรมานเนสโก

ระบบรากของพืชหลายชนิด และลูกสน



รูปที่ 3.3 2. แฟรงคาล สัที่พบในเฟิร์น และบร็อคโคไลโรมานส์ กั

รูปแบบแฟรงคาลยังปรากฏอยู่ในระบบชีวภาพอีกด้วย

การแตกแขนงของหลอดเลือดตั้งแต่หลอดเลือดแดงใหญ่ลงไปจนถึงเส้นเลือดฝอยที่เล็กที่สุดนี้เป็นไปตามรูปแบบแฟรงคาล

โครงสร้างแฟรงคาลช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการแลกเปลี่ยนสารอาหารและก๊าซในขณะที่ลดพลังงานที่จำเป็นในการสูบฉีดเลือดไปทั่วร่างกายให้เหลือน้อยที่สุด

การแตกแขนงแบบแฟรงคาลช่วยให้เซลล์ทุกเซลล์ได้รับออกซิเจนและสารอาหารอย่างเพียงพอ นอกจากนี้

ลักษณะแฟรงคาลของหลอดเลือดยังช่วยให้หลอดเลือดมีความแข็งแรงและปรับตัวได้

รูปแบบที่ซ้ำกันสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเจริญเติบโตและการซ่อมแซมได้อย่างง่ายดาย

ทำให้การไหลเวียนมีประสิทธิภาพแม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือความเสียหาย

ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ก็มีรูปแบบแฟรงคาลเช่นกัน

โครงสร้างของปอดประกอบด้วยหลอดลมที่แตกแขนงออกเป็นหลอดลมฝอย

ซึ่งจะแตกตัวออกเป็นหลอดลมฝอยขนาดเล็กลงเรื่อยๆ

และไปสิ้นสุดที่ถุงลมซึ่งเป็นพื้นที่ที่การแลกเปลี่ยนก๊าซจะเกิดขึ้น

แต่ละส่วนจะรักษารูปแบบแฟรงคาลเอาไว้ โครงสร้างแฟรงคาลนี้ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวให้มากที่สุด

ซึ่งมีขนาดใหญ่มากกับขนาดของสนามเทนนิส เพื่อการแลกเปลี่ยนก๊าซในขณะที่ลดปริมาตร

ที่ปอดครอบครองอยู่ให้เหลือน้อยที่สุด โดยการปฏิบัติตามรูปแบบแฟรงคาล

ปอดสามารถส่งออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพและขับคาร์บอนไดออกไซด์

ออกไป ทำให้การทำงานของระบบทางเดินหายใจเหมาะสมที่สุด

การ มีอยู่ของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น มุมทอง ลำดับฟีโบนัชชี

และแฟร็กทัลในธรรมชาติ และระบบทางชีววิทยา

ท้าทายแนวคิดของการกลายพันธุ์แบบสุ่มและการคัดเลือกตามธรรมชาติ

ระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดของมุมทองสำหรับใบและประสิทธิภาพของลำดับฟีโบนัชชีในการจัดเรียงเมล็ดพืช เป็นต้น

ชี้ให้เห็นถึงการออกแบบที่มีจุดประสงค์เพื่อใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ความซับซ้อนที่คล้ายคลึงกันของแฟร็กทัลในโครงสร้าง เช่น หลอดเลือดและรากพืช บ่งชี้ถึง

ระดับการจัดระเบียบที่ซับซ้อนซึ่ง ไม่สามารถทำได้โดย กระบวนการสุ่ม ความซับซ้อน

ความแม่นยำ และการมีอยู่ทั่วไปของโครงสร้างเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึง การออกแบบ

อัจฉริยะที่กำหนดไว้ล่วงหน้า มากกว่ากระบวนการวิวัฒนาการที่ไม่มีทิศทาง

4. คำเชิญสู่ การประกาศข่าวประเสริฐ

ข้า พระองค์พิจารณาคุณป้าสวรรค์ของพระองค์ ซึ่งพระหัตถ์ของพระองค์ได้ทรงสร้างขึ้น
ดวงจันทร์และดวงดาว ซึ่งพระองค์ได้ทรงประดิษฐานให้มั่นคง
สิ่งใดเล่า ที่พระองค์ทรงระลึกถึงเขา มนุษย์เป็นสิ่งใดเล่าที่พระองค์ทรงห่วงใยเขา?
พระองค์ได้ทรงสร้างพวกเขาให้ต่ำกว่าเทวดาเพียงเล็กน้อย
และทรงสวมมงกุฎแห่งความรู้ ไรจน์และเกียรติยศให้แก่พวกเขา
พระองค์ทรงตั้งพวกเขาให้เป็นผู้ปกครองผลงานแห่งพระหัตถ์ของพระองค์
และทรงวางทุกสิ่งไว้ใต้เท้าของพวกเขา
ฝูงสัตว์และฝูงโคและสัตว์ป่าทั้งหลาย
นกบนท้องฟ้าและปลาในทะเลทุกชนิดที่ว่ายไปมาตามทางในท้องทะเล
ข้าแต่พระเยโฮวาห์ พระเจ้าของเรา
พระนามของพระองค์ยิ่งใหญ่ไพศาลยิ่งนักทั่วทั้งแผ่นดินโลก” (สดุดี 8:3-9)

ข้อพระคัมภีร์ข้างต้น
สะท้อนถึงความน่าเกรงขามและความมหัศจรรย์ของการสร้างสรรค์ได้อย่างสวยงาม
โดยยอมรับความยิ่งใหญ่ของสวรรค์และการออกแบบที่ซับซ้อนของจักรวาลเป็นหลักฐานของ
ผู้สร้าง ในข้อเหล่านี้ ผู้ประพันธ์เพลงสดุดีประหลาดใจกับดวงจันทร์ ดวงดาว
และท้องฟ้าอันกว้างใหญ่ที่พระเจ้าได้สร้างขึ้น
โดยตระหนักถึงการสร้างสรรค์ที่จิตใจและมีจุดมุ่งหมาย
การสร้างสรรค์ใช้ความรู้สึมหัศจรรย์นี้
โดยยืนยันว่าความซับซ้อนและความเป็นระเบียบที่เห็นในธรรมชาติไม่ใช่ผลผลิตจากโอกาสที่
เกิดขึ้นโดยบังเอิญ แต่เป็นการออกแบบโดยเจตนาของ พระผู้สร้างผู้ศักดิ์สิทธิ์
การไตร่ตรองของผู้ประพันธ์เพลงสดุดีเกี่ยวกับความเล็กน้อยของมนุษย์เมื่อเปรียบเทียบกับความ
ยิ่งใหญ่ของจักรวาลเน้นย้ำถึงความเชื่อที่ว่าแม้จักรวาลจะกว้างใหญ่
แต่พระเจ้าได้เลือกที่จะสวมมงกุฎแห่งความรู้ ไรจน์และเกียรติยศแก่เรา

และมอบอำนาจเหนือผลงานของพระหัตถ์ของพระองค์ให้เรา
 ความสัมพันธ์อันลึกซึ้งระหว่างพระเจ้าและมนุษย์นี้ชี้ให้เห็นถึง
 ความรักอันลึกซึ้งที่พระองค์มีต่อเราและความปรารถนาของพระองค์ที่ให้เราใช้ชีวิตร่วมกับพระ
 องค์

ในบทนี้

ฉันอยากจะแนะนำพระกิตติคุณซึ่งเผยให้เห็นว่าความรักของพระเจ้าและความปรารถนาที่จะมีมิ
 ตรภาพกับเราได้รับการเติมเต็มผ่าน
 พระเยซูคริสต์ทรงมอบโอกาสให้เราได้คืนดีกับพระองค์และดำเนินชีวิตอย่างเต็มเปี่ยมด้วยพระ
 คุณของพระองค์
 สำหรับผู้ที่ยังคงคิดรนที่จะเชื่อในความมีอยู่ของพระเจ้าตามที่เปิดเผยผ่านจักรวาลและการสร้าง
 สรรกทั้งหมดยุค ฉันอยากจะเสนอการพนันของปาสกาลด้วย

เบลส ปาสกาลเป็นนักปรัชญา นักคณิตศาสตร์ นักฟิสิกส์

และนักเขียนชาวฝรั่งเศสในศตวรรษที่ 17

ที่มีชื่อเสียงจากผลงานปรัชญาที่สะท้อนถึงธรรมชาติของมนุษย์และศรัทธา

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานของเขาที่มีชื่อว่า Pensées

เขาได้เสนอแนวคิดทางปรัชญาเกี่ยวกับการดำรงอยู่ของพระเจ้าที่เรียกว่า Pascal 's Wager
 ปาสกาลได้แย้งว่าการตัดสินใจใช้ชีวิตราวกับว่าพระเจ้ามีอยู่จริงนั้นเป็นการตัดสินใจที่สมเหตุสม
 ผล เพราะถ้าพระเจ้ามีอยู่จริง ผู้ศรัทธาจะได้รับความสุขชั่วนิรันดร์

ในขณะที่ถ้าพระเจ้าไม่มีอยู่จริง การสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้นก็ไม่มีสำคัญ ในทางกลับกัน

ถ้าเราใช้ชีวิตราวกับว่าพระเจ้าไม่มีอยู่จริงและคิดผิด การสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นนั้นมหาศาล
 รวมถึงความทุกข์ชั่วนิรันดร์ ในขณะที่หากถูกต้อง การสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้นก็เพียงเล็กน้อย
 ดังนั้น ปาสกาลจึงสรุปว่าการเชื่อในพระเจ้าเป็น "การเดิมพัน"

ที่ปลอดภัยและมีประโยชน์มากกว่า

	พระเจ้า ทรง มีอยู่	พระเจ้าไม่มีอยู่จริง
เชื่อ ใน พระเจ้า	ความยินดีชั่วนิรันดร์	ไม่มีอะไรเกิดขึ้น

	(สวรรค์)	
อย่า เชื่อ ในพระเจ้า	ความทุกข์ทรมานชั่วนี้รันดร์ (นรก)	ไม่มีอะไร เกิดขึ้น

ตาราง 4.1 การเดิมพันของปาสกาล

จนถึงตอนนี้ เราได้มี การถกเถียงกัน อย่างกว้างขวาง เกี่ยวกับ การสร้างสวรรค์และวิวัฒนาการ โดยยอมรับการมีอยู่ของพระเจ้า หากคุณเข้าใจความจริงข้อนี้ การเดิมพันของปาสกาลจะนำเสนอทางเลือกที่ชัดเจนสองทาง : ความสุขชั่วนี้รันดร์ (สวรรค์) หรือความทุกข์ชั่วนี้รันดร์ (นรก) ทุกคนปรารถนาที่จะเลือกทางเลือกแรก และไม่มีใครอยากเลือกทางเลือกที่สอง ในขั้นตอนนี้ คุณ อาจสงสัยถึงการมีอยู่ของสวรรค์ แต่สวรรค์ มีอยู่จริง ใน 2 โครินธ์

อัครสาวกเปาโลแบ่งปันประสบการณ์อันล้ำลึกและลึกลับที่ทำให้เรามองเห็นการมีอยู่ของสวรรค์ได้ เขาเขียนว่า:

“ข้าพเจ้ารู้จักชายคนหนึ่ง ในพระคริสต์ซึ่งเมื่อสิบสี่ปีก่อนถูกรับขึ้นไปยังสวรรค์ชั้นที่สาม ไม่รู้ว่าอยู่ในร่างกายหรืออยู่นอกร่างกาย ข้าพเจ้าไม่ทราบ พระเจ้าทรงทราบ และข้าพเจ้าทราบว่าชายคนนี้—อยู่ในร่างกายหรืออยู่นอกร่างกาย ข้าพเจ้าไม่ทราบ แต่พระเจ้าทรงทราบ—ถูกรับขึ้นไปยังสวรรค์ และได้ยินเรื่องราวที่ไม่อาจกล่าวออกมาได้ ซึ่งไม่มีใครสามารถบอกเล่าได้” (2 โครินธ์ 12:2-4)

บันทึกของเปาโลชี้ให้เห็นว่าสวรรค์หรือ “สวรรค์ชั้นสาม” เป็นอาณาจักรที่มีความงดงามอย่างอธิบายไม่ถูกและเป็นที่ประทับของพระเจ้า แตกต่างจากประสบการณ์บนโลกของเรา “สวรรค์ชั้นสาม” นี้ถือเป็นส่วนที่สูงที่สุดของสวรรค์ เป็นสถานที่แห่งความจริงทางจิตวิญญาณชั้นสูงสุดและเป็นสถานที่ แห่งการสนทนากับพระเจ้า “สิ่งที่ยอธิบายไม่ได้” ที่เปาโลได้อธิบ้นั้น

บ่งบอกว่าประสบการณ์และความจริงของสวรรค์อยู่เหนือความเข้าใจและภาษาของมนุษย์

ข้อความนี้ทำให้ผู้เชื่อมั่นในถึงความจริงของสวรรค์และธรรมชาติอันล้ำลึกและเหนือโลกของ

งสวรรค์

โดยให้ความหวังและคำสัญญาถึงความลึกกลับของพระเจ้าที่รอคอยอยู่เหนือการดำรงอยู่ของเราบนโลก นิมิตของปลาโลทำหน้าที่เป็นยานหลักฐานที่ทรงพลังถึงการมีอยู่ของสวรรค์ ซึ่งเป็นสถานที่ที่พระเจ้าเตรียมไว้สำหรับผู้ที่ รัก พระองค์

สวรรค์เปิดกว้างสำหรับทุกคนที่เชื่อในพระเยซูคริสต์ พระเยซูคริสต์เสด็จมายัง โลกเพื่อช่วยมนุษยชาติจากบาป พระเยซูเป็นบุคคลสำคัญในประวัติศาสตร์ ประวัติศาสตร์ของเราแบ่งตามช่วงก่อนคริสตกาล (ก่อนคริสตกาล) และคริสตศักราช (Anno Domini) ซึ่งเป็นภาษาละตินแปลว่า 'ในปีแห่งองค์พระผู้เป็นเจ้าของเรา' ตามที่เขียนไว้ในพระกิตติคุณทั้งสี่เล่ม

พระเยซูทรงทำปาฏิหาริย์มากมายระหว่างที่ทรงปฏิบัติพระราชกิจ แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์เดชและความเมตตาของพระองค์ พระองค์ทรงรักษาคคนป่วย เช่น รักษาคนโรคเรื้อน (มัทธิว 8:1-4) และฟื้นฟูสายตาให้คนตาบอด (ยอห์น 9:1-7) พระองค์ยังทรงทำปาฏิหาริย์ในธรรมชาติ เช่น สงบพายุ (มาระโก 4:35-41) และเดินบนน้ำ (มัทธิว 14:22-33) นอกจากนี้ พระเยซูยังทรงปลุกคนตายให้ฟื้น โดยเฉพาะลาซารัส (ยอห์น 11:1-44) และทวิชมนมปังและปลาเพื่อเลี้ยงคนนับพัน (มัทธิว 14:13-21) ปาฏิหาริย์เหล่านี้ยืนยันอัครลักษณะของพระองค์ในฐานะพระบุตรของพระเจ้า และนำความหวังและศรัทธามาสู่คนมากมาย

หากคุณต้องการเชื่อในพระเยซูและแสวงหาความมั่นใจในการขึ้นสวรรค์ คุณสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านี้ตามหลักการสำคัญของศาสนาคริสต์:

ว่า คุณเป็นคนบาปที่ต้องการการอภัยจากพระเจ้า บาปรวมถึงการดูหมิ่นพระเจ้า ความเย่อหยิ่ง ความโลภ ความโกรธ ความกลัว การนุชารูปเคารพ การล่วงประเวณี การลักขโมย การโกหก การหลอกลวง ความเกลียดชัง การ พนัน การเมาสุรา และการใช้ยาเสพติด และ อื่นๆ อีกมากมาย ไม่มี ใครได้รับการยกเว้นจากบาปเหล่านี้

บาปนี้ได้ทำลายความสัมพันธ์ของเรากับพระเจ้า สร้างความแตกแยกระหว่างเรากับพระองค์ พระคัมภีร์กล่าวว่า

“เพราะว่าทุกคนทำบาปและล้วนขาดความรุ่งโรจน์ของพระเจ้า ” (โรม 3:23)

จงมีศรัทธาว่าพระเยซูคริสต์คือพระบุตรของพระเจ้าผู้สิ้นพระชนม์เพื่อบาปของคุณและทรง
ฟื้นคืนพระชนม์อีกครั้ง

“เพราะว่าพระเจ้าทรงรักโลก จนได้ประทาน พระบุตรองค์เดียวของพระองค์
เพื่อทุกคนที่วางใจในพระองค์จะไม่พินาศ แต่มีชีวิตนิรันดร์ ” (ยอห์น 3:16)

สารภาพบาปของคุณต่อพระเจ้าและละทิ้งมัน

“ถ้าเราสารภาพบาปของเรา พระองค์ทรงสัตย์ซื่อและเที่ยงธรรม
และจะทรงยกโทษบาปของเรา และทรงชำระเราให้พ้นจากความชั่วร้ายทั้งสิ้น ” (1 ยอห์น 1:9)

เชิญพระเยซูเข้ามาในชีวิตของคุณเพื่อเป็นพระผู้ช่วยให้รอดและพระเจ้าของคุณ
ซึ่งหมายความว่า คุณต้องวางใจพระองค์เพื่อความรอดของคุณและอุทิศตัวเพื่อติดตามพระองค์

“ส่วนบรรดาผู้ที่รับพระองค์ คือผู้ที่เชื่อในพระนามของพระองค์
พระองค์ก็ทรงประทานสิทธิให้เป็นบุตรของพระเจ้า ” (ยอห์น 1:12)

นี่คือคำอธิษฐานง่ายๆ
ที่คุณสามารถกล่าวเพื่อแสดงถึงศรัทธาและความมุ่งมั่นของคุณต่อพระเยซู:

“ข้าพเจ้ามาเฝ้าพระองค์ ยอมรับบาปของข้าพเจ้าและต้องการพระคุณของพระองค์
ข้าพเจ้าเชื่อว่าพระเยซูสิ้นพระชนม์เพื่อบาปของข้าพเจ้าและทรงฟื้นคืนพระชนม์เพื่อประทานชีวิต
ใหม่แก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้ายอมรับพระองค์เป็นพระเจ้าและพระผู้ช่วยให้รอดของข้าพเจ้า
มอบหัวใจและชีวิตของข้าพเจ้าแด่พระองค์ โปรดยกโทษให้ข้าพเจ้า ชำระล้างข้าพเจ้า
และนำทางข้าพเจ้าด้วยพระวิญญาณของพระองค์ โปรดช่วยให้ข้าพเจ้าดำเนินชีวิตอย่างซื่อสัตย์
เดินตามความรักและอุดมการณ์ของพระองค์
ขอบพระคุณสำหรับความเมตตาและความรอดของพระองค์ในพระนามของพระเยซู อาเมน”

หลังจากยอมรับพระเยซูแล้ว สิ่งสำคัญคือต้องเติบโตในศรัทธาใหม่ของคุณ

อ่านพระคัมภีร์เป็นประจำ อธิษฐาน

และหาคริสตจักรในท้องถิ่นที่คุณสามารถเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนผู้เชื่อที่สนับสนุนและให้กำลังใจคุณได้

แสดงความศรัทธาของคุณผ่านการกระทำของคุณ โดยการรักผู้อื่น แบ่งปันศรัทธาของคุณ และดำเนินชีวิตตามคำสอนของพระเยซู

“ด้วยเหตุนี้ทุกคนจะรู้ว่าเจ้าทั้งหลายเป็นสาวกของเรา ถ้าเจ้าทั้งหลายรักกัน ” (ยอห์น 13:35)

การเชื่อในพระเยซูและอุทิศชีวิตให้กับพระองค์เป็นรากฐานของศรัทธาคริสเตียนและเป็นเส้นทางสู่ชีวิตนิรันดร์ในสวรรค์

“ จงเชื่อใน พระ เยซู เจ้าแล้วท่านและครอบครัวของท่านจะรอด ” (กิจการ 16:31)

คำขอบคุณ

ฉันขอแสดงความขอบคุณอย่างจริงใจต่อบาทหลวง Hwan-Chull Park แห่ง คริสตจักร Bridge Church ที่อ่านร่างฉบับทั้งหมดอย่างละเอียดถี่ถ้วนและแก้ไขเพิ่มเติมในส่วนที่จำเป็น

ฉันรู้สึกขอบคุณอย่างยิ่งต่อพระอาจารย์ Yong-Cheol Kim, พระอาจารย์ Jong-K ug Kim, मिश्रันนารี Kyoung Kim และคุณนาย Hyun-Ah Kim

ที่ได้เป็นแรงบันดาลใจในการตีพิมพ์หนังสือเล่มนี้ผ่านบทสนทนาเกี่ยวกับพระกัมภีร์และดาราศาสตร์มากมาย

นอกจากนี้ ผมขอขอบพระคุณ Dr. และ Rev. JunS ub Im จากคริสตจักร BLOO-gene ของเกาหลีใน Charlottesville , Dr. Kyoung -Joo Choi จาก Arcturus Therapeutics และ Dr. Chi-Hoon Park จากสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเคมีแห่งเกาหลี ที่อ่านต้นฉบับและให้ข้อเสนอแนะอันมีค่า

ขอขอบคุณลูกชายของฉัน

ซามูเอลและดาเนียลเป็นพิเศษสำหรับความช่วยเหลือในการทำงานด้านภาพลักษณ์

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 และต้นศตวรรษที่ 20 मिश्रันนารีชาวอเมริกันประมาณ 150 ถึง 200 คน เดินทางมาถึงเกาหลี โดยวางรากฐานไว้กับการเผยแผ่ศาสนา การศึกษา และงานมิชชันนารีทางการแพทย์ของคริสเตียน ความพยายามของพวกเขามีบทบาทสำคัญในการเผยแผ่พระกิตติคุณไปทั่วประเทศ และ ส่งผลกระทบต่อชีวิตของฉันในที่สุด ด้วยพระคุณของพระเยซู ฉันได้รับความรอดและกลายเป็นสมาชิกครอบครัวแห่งศรัทธา ฉันอยากใช้โอกาสนี้เพื่อแสดงความขอบคุณอย่างจริงใจสำหรับการอุทิศตนและการรับใช้ของพวกเขา

ขอถวายพระเกียรติแด่พระเจ้า!

Image Credit

1. The Creation of the Universe

Fig. 1.1: NASA/JPL, Fig. 1.2: Hubble Heritage Team, Fig. 1.3: R. Hurt/JPL-Caltech/NASA, Fig. 1.4: Hubble/NASA/ESA, Fig. 1.5: Wikipedia/R. Powell, Fig. 1.6: Wikimedia/D. Leinweber, Fig. 1.7: NASA/CXC/M. Weiss(left), NASA/D. Berry (right), Fig. 1.8: Stellarium, Fig. 1.9: Physics Forums, Fig. 1.10: NASA/JPL-Caltech (left), A. Sarangi, 2018, SSR, 214, 63 (right), Fig. 1.11: Wikimedia/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) (left), T. Müller (HdA/MPIA)/G. Perotti (The MINDS collaboration)/M. Benisty (right), Fig. 1.12: TASA Graphic Arts, Inc., Fig. 1.14: Jon Therkildsen, Fig. 1.15: www.neot-kedumim.org.il

2. God's Masterpiece, the Earth

Fig. 2.1: R. Narasimha, Fig. 2.3: NASA, Fig. 2.4: NASA/Goddard/Aaron Kaase, Fig. 2.6: Wikimedia, Fig. 2.7: Linda Martel, Fig. 2.8: Wikimedia, Fig. 2.9: NASA/ESA/H. Weaver & E. Smith (left), NASA/HST Comet Team (right), Fig. 2.10: Wikimedia/M. Bitton, Fig. 2.11: Wikimedia/John Garrett, Fig. 2.12: UK Foreign and Commonwealth Office, Fig. 2.13: Wikipedia, Fig. 2.16: Wikipedia/G. Taylor, Fig. 2.17: NASA/Caltech

3. Creation or Evolution?

Fig. 3.1: Wikipedia/Yassine Mrabet, Fig. 3.2: OpenEd/Christine Miller , Fig. 3.3: Wikipedia/LadyofHats, Fig. 3.4: Wikipedia/Messer Woland & Szczepan (left), Wikipedia/LadyofHats (right), Fig. 3.5: J.E. Duncan & S.B. Goldstein, Fig. 3.6: Wikipedia/Fiona 126, Fig. 3.7: NASA, Fig. 3.8: R. Cui, Fig. 3.9: Wikipedia/Ansgar Walk, Fig. 3.10: The Whisker Chronicles, Fig. 3.11: Encyclopedia Britannica Inc., Fig. 3.12: Wikipedia, Fig. 3.13: Wikipedia/LadyofHats, Fig. 3.14: Wikipedia/J.J. Corneveaux, Fig. 3.15: Smithsonian Institution, Fig. 3.17: NRAO/AUI/NSF (left), Wikipedia/Colby Gutierrez-Kraybill (right), Fig. 3.18: Wikipedia/MikeRun, Fig. 3.20 - Fig. 3.23: Shueisha, Inc./Obara

Takuya, Fig. 3.24: Wikipedia/Pinakpani, Fig. 3.25: Wikipedia/Dicklyon, Fig. 3.26: Wikipedia/Stannered (1st img), Dicklyon (2nd img), Morn the Gom (3rd img), Eequor (4th img), Fig. 3.27: M. Kitazawa/J. Plant Res., Fig. 3.28: S.R. Rahaman, Fig. 3.30: Jill Britton (pineapple), Fig. 3.32: Wikipedia/Farry (left), Wikimedia/Ivar Leidus (right).

References

1. The Creation of the Universe

- 제자원 (2002), Oxford Bible Encyclopedia, *Bible Textbook Co.*, Genesis Chap. 1-11.
- Another universe existed before Big Bang? 우주먼지의 현자타임즈,
2/24/2024, <https://www.youtube.com/watch?v=RckLkaVzFe0>
- A Big Ring on The Sky: AAS 243rd Press conference. Alexia M. Lopez, 1/11/2024,
<https://www.youtube.com/watch?v=fwRJGalcX6A>
- Bogdan, A., et al. (2024), ‘Evidence for heavy-seed origin of early supermassive black holes from a $z \approx 10$ X-ray quasar’, *Nature Astronomy*, 8, 126.
- Bonanno, A., & Fröhlich, H.-E. (2015), ‘A Bayesian estimation of the helioseismic solar age’, *Astronomy & Astrophysics*, 580, A130.
- Karim, M. T., & Mamajek, E. E. (2017), ‘Revised geometric estimates of the North Galactic Pole and the sun's height above the Galactic mid-plane’, *MNRAS*, 465, 472.
- Lopez, A. M., et al. (2022), ‘Giant Arc on the sky’, *MNRAS*, 516, 1557.
- Lopez, A. M., Clowes, R. G., & Williger, G. M. (2024), ‘A Big Ring on the Sky’, *JCAP*, 07, 55.
- Lyra, W., et al. (2023), ‘An Analytical Theory for the Growth from Planetesimals to Planets by Polydisperse Pebble Accretion’, *The Astrophysical Journal*, 946, 60.
- Penrose, R. (2016), *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Perotti, G., et al. (2023), ‘Water in the terrestrial planet-forming zone of the PDS 70 disk’, *Nature*, 620, 516.
- Sandor, Zs., et al. (2024), ‘Planetesimal and planet formation in transient dust traps’, *Astronomy & Astrophysics*, in press.
- Schiller, M., et al. (2020), ‘Iron isotope evidence for very rapid accretion and

- differentiation of the proto-earth', *Science Advances*, 6, 7.
- Tonelli, G. (2019), *Genesis: The story of how everything began*, Farrah, Straus and Giroux, New York, pp 19-44
- Tryon, E. P. (1973), 'Is the Universe a vacuum fluctuation', *Nature*, 246, 396.
- Vorobyov, E. I., et al. (2024), 'Dust growth and pebble formation in the initial stages of protoplanetary disk evolution', *Astronomy & Astrophysics*, 683, A202.
- Yi, S., et al. (2001), 'Toward Better Age Estimates for Stellar Populations: The Y2 Isochrones for Solar Mixture', *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 136, 417.

2. God's Masterpiece, the Earth

- Comins, N. F. (1993), *What If the Moon Didn't Exist?* HarperCollins Publishers Inc., New York, NY.
- Gonzalez, G. & Richards, J. W. (2004), *The privileged planet: How Our Place in the Cosmos Is Designed for Discovery*, Regnery Publishing, Inc.
- Lineweaver, C. H., et al. (2004), 'The Galactic Habitable Zone and the Age Distribution of Complex Life in the Milky Way', *Science*, 303 (5654), 59.
- Lüthi, D. et al. (2008), 'High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000 - 800,000 years before present', *Nature*, 453, 379.
- Narasimha, R., et al. (2023), 'Making Habitable Worlds: Planets Versus Megastructures', *arXiv:2309.06562*.
- OpenAI. (2024), *ChatGPT* (4o) [Large language model], <https://chatgpt.com>
- Ward, Peter D. & Brownlee, Donald (2000), *Rare Earth: Why Complex Life is Uncommon in the Universe*, Copernicus Books (Springer Verlag).

3. Creation or Evolution?

- Abelson, P. H. (1966), 'Chemical Events on the Primitive Earth', *Proc Nat Acad Sci*, 55, 1365.
- Behe, M. J. (2006). *Darwin's black box: The biochemical challenge to evolution*. Free Press.
- Behe, M. J. (2020). *Darwin devolves: The new science about DNA that challenges evolution*. HarperOne.
- Bernhardt, H. S. (2012), 'The RNA world hypothesis: the worst theory of the early evolution of life (except for all the others)', *Biology Direct*, 7, Article number: 23.
- Chyba, C. F., & Sagan, C. (1992), 'Endogenous production, exogenous delivery and impact-shock synthesis of organic molecules: An inventory for the origins of life'. *Nature*, 355, 125.
- Cui, R., 'The transcription network in skin tanning: from p53 to microphthalmia', <https://www.abcam.com/index.html?pageconfig=resource&rid=11180&pid=10026>
- Dembski, W. A., & Ewert, W. (2023). *The design inference: Eliminating chance through small probabilities*. Discovery Institute.
- Danielson, M. (2020), 'Simultaneous Determination of L- and D-Amino Acids in Proteins', *Foods*, 9 (3), 309.
- Fabre, J.-H. (2015), *The Mason -Bees (Perfect Library)*, CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Higgins, M. (2014), 'Bear evolution 101', *The Whisker Chronicles*, <https://thewhiskerchronicles.com/2014/01/03/bear-evolution-101/>
- Kasting, J. F. (1993). 'Earth's Early Atmosphere.' *Science*, 259(5097), 920.
- Maslin, M. (2016), 'Forty years of linking orbits to ice ages', *Nature*, 540 (7632), 208.
- Miller, S. L. (1953), 'A Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions', *Science*, 117, 528
- Mumma, M. M., et al. (1996), 'Detection of Abundant Ethane and Methane, Along with

- Carbon Monoxide and Water, in Comet C/1996 B2 Hyakutake: Evidence for Interstellar Origin', *Science*, 272 (5266), 1310.
- OpenAI. (2024), *ChatGPT* (4o) [Large language model], <https://chatgpt.com>
- Park, Chi Hoon (2024), 'Stop codon points to GOD', Proceedings of the 20th Anniversary KRAID Symposium
- Pinto, J. P., Gladstone, G. R., & Yung, Y. L. (1980), 'Photochemical Production of Formaldehyde in Earth's Primitive Atmosphere', *Science*, 210, 183.
- Pinto, O. H., et al. (2022), 'A Survey of CO, CO₂, and H₂O in Comets and Centaurs', *Planet. Sci. J.*, 3, 247.
- Russo, D., et al. (2016), 'Emerging trends and a comet taxonomy based on the volatile chemistry measured in thirty comets with high resolution infrared spectroscopy between 1997 and 2013', *Icarus*, 278, 301.
- Sanjuán, R., Moya, A., & Elena, S. F. (2004), 'The distribution of fitness effects caused by single-nucleotide substitutions in an RNA virus', *Proc Natl Acad Sci*, 101(22), 8396.
- Trail, D., et al. (2011), 'The oxidation state of Hadean magmas and implications for early Earth's atmosphere', *Nature*, 480, 79.
- Urey, H. C. (1952). 'On the Early Chemical History of the Earth and the Origin of Life.' *Proc Natl Acad Sci*, 38(4), 351.
- Wikipedia, Mutation (Distribution of fitness effects).
- Wikipedia, Visual phototransduction.
- Yang, P.-K. (2016), 'How does Planck's constant influence the macroscopic world?', *Eur. J. Phys.*, 37, 055406.
- Zahnle, K. J. (1986), 'Photochemistry of methane and the formation of hydrocyanic acid (HCN) in the Earth's early atmosphere', *J. Geophys Res*, 91, 2819.

About the Author

Dr. Dongchan Kim earned his B.S. in Astronomy from Yonsei University in Seoul, Korea, and his Ph.D. in Astronomy from the University of Hawaii. After completing his doctoral studies, he pursued astronomical research at several institutions, including NASA's Jet Propulsion Laboratory/Caltech, Seoul National University, and the University of Virginia.

Dr. Kim's research focuses on luminous infrared galaxies (LIRGs), ultraluminous infrared galaxies (ULIRGs), quasars, and recoiling supermassive black holes.

He is affiliated with the National Radio Astronomy Observatory in Charlottesville, Virginia, USA.

The English version of this book was published under the title '**DIVINE GENESIS:**
Exploring Creation through Astronomy and Biology' on Amazon USA. The PDF version of
this book, along with translations in multiple languages, can be downloaded from [divine-
genesis.org](http://divine-genesis.org).