

บทสรุปของความเป็นไปได้ในการเกิดสิ่งมีชีวิตโดยเหตุบังเอิญ

โดย ศาสตราจารย์มอริ มิคเคิลตัน

maury@iam4siam.com

เป็นการง่ายที่จะตระหนักว่า โอกาสที่พอจะเป็นไปได้ในการพัฒนาชีวิตโดยเหตุบังเอิญแห่งวิวัฒนาการทางชีวิตนั้นมีความเป็นไปได้ค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อคุณพิจารณาความไพศาลของจักรวาลและมีอายุประมาณ 15 พันล้านปี แนวคิดนี้อาจพอเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นกับหลายคน แต่มันเป็นจริงหรือ?

George Wald ได้กล่าวในช่วงท้ายปี 1954 ไว้ว่า :

“ประเด็นสำคัญก็คือ ตั้งแต่ต้นกำเนิดแห่งชีวิตอยู่ในขั้นของอย่างน้อยเป็นหนึ่งในปรากฏการณ์ประเภท มีระยะเวลาจัดอยู่ในนั้น อย่างไรก็ตามเรามองว่าเหตุการณ์นี้ไม่น่าจะเป็นไปได้ หรือรวมทั้งขั้นตอนใดก็ตามที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย หากในเวลาอย่างเพียงพอมันก็จะเกิดขึ้นได้อย่างแน่นอนอย่างน้อยครั้งหนึ่ง และสำหรับชีวิตคงที่เราารู้จักกันนั้น มันจะบรรจุไปด้วยการเจริญเติบโตและการผลิตดอกออกผลเมื่อมันมีปัจจัยอย่างเพียงพอ

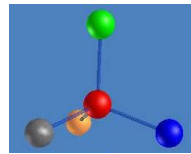
เวลาคือ ตัวเอกของเรื่อง เวลาที่เราจะมาพิจารณานั้นคือจำนวนสองพันล้านปี สิ่งที่เรามองว่าเป็นไปไม่ได้ในพื้นที่แห่งประสบการณ์ของมนุษย์นั้นจะไร้ความหมาย ณ ที่นี้ หากให้เวลาอย่างมากต่อคำว่า “เป็นไปได้” มันจะกลายเป็นไปได้ ความเป็นไปได้แห่งความพอที่จะเป็นไปได้และความน่าจะเป็นไปได้อาจกลายเป็นเรื่องจริงที่แน่นอน มนุษย์เพียงแต่ต้องรอเวลาเองจะเป็นตัวสร้างปฏิหารีย์”¹

อย่างไรก็ตามยิ่งเราศึกษาชีววิทยามากเท่าไร เราจะพบว่าระบบมีความสลับซับซ้อนมากและแนวทางการวิวัฒนาการของชีวิตจะถูกทำลาย ความเป็นไปได้นั้นมีขีดจำกัดและขีดจำกัดนั้นคือจำนวนเวลาและความจำกัดแห่งขนาดของจักรวาล ผมขอให้อยกตัวอย่างให้ดู สมมติว่าคุณสุ่ม โยนหรืออนุภาคที่มีพลังงาน 30 เบริกซ์และคุณอยากให้ออกหัว ความเป็นไปได้นั้นคำนวณได้ง่ายมากในเมื่อมันมีทางเลือกเพียงสองทางและมีเบริกซ์อยู่ 30 เบริกซ์ ความเป็นไปได้คือ 1 ใน 2^{30} หรือโอกาสหนึ่งครั้งในค่าเฉลี่ยหนึ่งพันล้านครั้ง แม้ว่าความเป็นไปได้ดูเหมือนมีน้อย หากคนมีคน โยนหรืออนุภาคที่สับดาห์เป็นไปได้ที่คุณจะประสบความสำเร็จ

¹ George Wald (late Professor of Biology, Harvard University), “The origin of life”. Scientific American, vol. 191 (2) august 1954, p. 48.

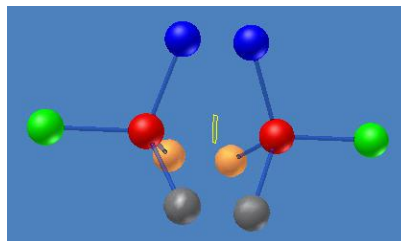
ได้แต่หากคุณถูกทำทลายให้ทำงานนี้ให้สำเร็จด้วยคน 10 คนภายใน 10 นาที มุมมองของคุณก็จะเปลี่ยนไปอย่างมาก สมมุติเอาว่าคนหนึ่งมาสามารถรวบรวมเหรียญแล้วโยนลง 10 ครั้ง ต่อนาที รวมกันทั้งกลุ่มก็จะทำได้เพียง 1,000 ครั้ง โดยการแยกจำนวนเช่นนี้ ความเป็นไปได้ของคุณก็เหลือเพียงหนึ่งในล้าน ซึ่งผมจะไม่ขอพนันด้วยแน่นอน ผมเลือกใช้ตัวอย่างของเหรียญเพราะมันมีความใกล้เคียงกับตัวอย่างในเรื่องชีวมาก มีกรดอะมิโน 20 ตัวที่ใช้ในการเข้ารหัสของโปรตีน

กรดอะมิโนเหล่านี้มีอะตอมคาร์บอนอยู่ตรงกลางซึ่งใช้ภาพอ้างโดยเป็นอัลฟาคาร์บอน (สีแดง)



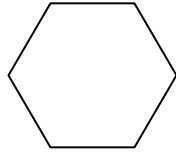
อัลฟาคาร์บอนตัวนี้ผูกติดกับโมเลกุลอื่นอีกสี่ตัว ตัวหนึ่งจะเป็นกรดคาร์บอกซิลิก (-COOH) (น้ำเงิน) ตัวที่สองคืออะมิโน (-NH₂) (สีเขียว) ตัวที่สามคือ ไฮโดรเจน (H) (ส้ม) และตัวที่สี่จะเป็นคาร์บอนผูกอีกตัวหนึ่ง (R) (สีเทา) ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างของอะตอมที่เหลือ ฟังก์ชันคาร์บอนที่ผูกติดอยู่นั้นค่อนข้างจะสลับซับซ้อนและเป็นตัวที่ใช้ชี้ความแตกต่างระหว่างกรดอะมิโนตัวหนึ่งกับอีกตัวหนึ่ง

เมื่อคุณสร้างกรดอะมิโน 19 จาก 20 ในสภาพอะ 3-D คุณจะพบว่ากรดอะมิโนแต่ละตัวเกิดเป็น 2 รูปแบบ ผลกระทบอันนี้ที่ได้ก่อให้เกิดกรดอะมิโน สองรูปแบบนั้นอยู่ในสภาวะแบบกระจกสะท้อน (แผ่นสีเหลือง) ต่อกันและกัน

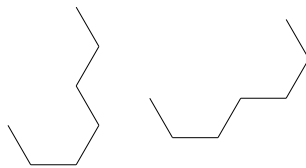


มีการอ้างอิงทั่วไปถึงกรดอะมิโนซ้ายและขวา เมื่อกรดอะมิโนซ้ายของขวามีความเหมือนกันในส่วนของโครงสร้างอะตอม คุณสมบัติทางกายภาพของทั้งสองนั้นมีความเท่ากันทุกส่วน เมื่อ Stanley Miller ได้ทำการทดลองในปี 1953 เขาสร้างกรดอะมิโนทั้งซ้ายและขวา ผสมกันเป็นปริมาณ 50-50 นี่คือนี่ที่เป็นอยู่ในกระบวนการธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม กรดอะมิโนที่ใช้ในการสร้างโปรตีนในอวัยวะที่มีชีวิตนั้น พบอยู่ในรูปแบบทางซ้ายเท่านั้น กรดอะมิโนเดี่ยวในซ้ายขวาที่อยู่ในระบบจะทำการเปลี่ยนคุณสมบัติและสร้างปัญหาทำ

ให้โปรตีนไม่สามารถทำงานได้ตามต้องการ สิ่งนี้สามารถสาธิตให้ดูได้ง่าย ๆ ด้วยการสร้างภาพ 2 มิติ แต่ละเส้น แสดงถึงกรดอะมิโนและแต่ละจุดต่อกันก็มีมุมเอียงซ้าย 60 องศาด้วย หากเส้นนี้คุณสามารถสร้างรูปหกเหลี่ยมตาม ต้องการทุกเมื่อ



แต่ถ้าหากคุณแทรกเส้นทางขวา เข้าไปซึ่งแสดงถึงกรดอะมิโนขวาที่ใดก็ได้ในหกเหลี่ยมนี้ คุณจะไม่สามารถ ควบคุมภาพที่ออกมาได้



หากคุณขยายสิ่งนี้เป็นการผสม 50-50 ของกรดอะมิโนขวาและซ้าย และเพิ่มโปรตีนเป็นกรดอะมิโน 1000 ตัว ใน สภาพ 3 มิติ คุณก็จะสามารถเห็นได้ว่า รหัส DNA ของโปรตีนจะไม่มีทางสามารถสร้างโมเลกุลโปรตีนได้อย่าง สม่าเสมอและชีวิตจะไม่มีทางเกิดขึ้นได้

ในการทำให้การคำนวณความเป็นไปได้ของโปรตีนง่ายขึ้น ผมได้ตั้งระบบพิเศษบางตัวของกรดอะมิโน ออกไปที่ต้องใช้ในการออกแบบโปรตีน ในการอธิบายเหตุผลนั้นทำให้เรามาพิจารณาความเป็นไปได้ที่ถึงจะ พิมพ์อักษร 5 คำ เช่นคำว่า “HOUSE” แต่ละอักษรหมายถึงกรดอะมิโน นี่เป็นบทละครแสดง ไม่เพียงแต่ คุณสมบัติของกรดอะมิโนมือซ้ายและมือขวาเท่านั้นที่สำคัญ แต่ความจำเป็นต้องมีระบบของกรดอะมิโนด้วย ความเป็นไปได้คือ โอกาส 1 ใน 2^6 หรือโอกาส 1 ในเฉลี่ย 12 ล้าน อย่างไรก็ตามมีความเป็นไปได้ที่ถึงจะ พิมพ์อักษร 5 ตัวนี้ได้ และเมื่อมันมาถึงเรื่องของโปรตีน มันเป็นการยากที่จะแยกแยะให้ถูกระบบ แม้ว่าระบบ เหล่านี้จะลดความเป็นไปได้ที่สำคัญมากกว่าการเพียงชี้ระบุถึงกรดอะมิโนซ้าย ผมเลือกที่จะค่อนข้างอนุรักษ์ นิยมและไม่รวบระบบระเบียบเข้าไปในการคำนวณ

มุมมองนี้ได้มุ่งประเด็น ไปสู่ความจริงที่ว่าโปรตีนทั้งหมดจะต้องประกอบด้วยกรดอะมิโนซ้ายทั้งหมด ซึ่งคล้ายกับตัวอย่างที่ผมเปรียบเทียบกับการโยนเหรียญ มีทางเลือกเพียงสองทาง คือกรดอะมิโนซ้ายมือและขวา ดังนั้นหากจะคำนวณความเป็นไปได้ในการสร้างโปรตีนเดี่ยวของกรดอะมิโน 1000 ตัวก็พอที่จะเป็น 1 ใน 2^{1000} ซึ่งได้มาจากความเป็นไปได้ของ 1 ใน 10^{301} นี่อาจดูเหมือนโอกาสอันบอบบางเหลือเกิน แต่บางคนอาจเถียงว่า จักรวาลนั้นช่างกว้างใหญ่และมีเวลามากมายที่มันจะไม่ไร้เหตุผลของความเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม ทั้งจักรวาล และเวลานั้นล้วนมีความจำกัด ดังนั้นให้เรานำปัจจัยนี้มาคิดเป็นสมการ

ดังตัวอย่างของเหรียญ เรามีคนที่ต้องทำให้เสร็จในเวลาจำกัดเพื่อให้สำเร็จผล อย่างไรก็ตาม เมื่อเราจัดการเกี่ยวกับระดับของอะตอมแทนผู้คนเราจะให้เป็น ปฏิกิริยาโต้ตอบของอะตอม เป้าหมายคือเพื่อที่จะคำนวณจุดสูงสุดของจำนวนที่เป็นไปได้แห่งปฏิกิริยาตอบสนองของอะตอมที่จะเป็นตัวแทนในจักรวาล

ในเวลาที่กำหนด ในทางฟิสิกส์กฎแห่งแรงโน้มถ่วงล้วนเป็นที่เข้าใจอย่างดี และเราสามารถใช้ในการคำนวณความใหญ่ของดวงอาทิตย์มีหน่วยเป็น กรัม (2×10^{33}) ในทางเคมี เรารู้จำนวนอะตอมหน่วยน้ำหนักโมเลกุล ตามทฤษฎีของ Avogadro จำนวนคือ 6.02×10^{23} เมื่อ 1 หน่วยโมเลกุลของไฮโดรเจนมีค่าเท่ากับหนึ่งกรัม เราสามารถสรุปได้ว่ามี 1.2×10^{57} อะตอมในดวงอาทิตย์ หรือพูดอีกอย่างหนึ่งคือ เราสามารถสรุปได้ว่าในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเราได้มีจำนวนอย่างสูงสุดของปฏิกิริยาเคมีในระบบสุริยะจักรวาลของเรา

มันอาจเหมาะสมกว่าที่จะกล่าวว่า การรวมตัวกันของดาวดวงใหญ่ไม่มีความสำคัญหากเทียบกับเรื่องของดวงอาทิตย์ ซึ่งพิจารณาถึงดาวโดยเฉลี่ย เมื่อ NASA จำนวนคร่าว ๆ นั้นก็ได้ 200 พันล้านดวงดาวในแกแล็กซี่และจักรวาลนั้นบรรจุไว้ด้วย 200 พันล้านแกแล็กซี่ เราสามารถคำนวณหาจำนวนอะตอมในทั่วจักรวาลได้² โดยการคูณดวงดาวในจักรวาลของเรา (4×10^{22}) โดยการรวมเฉลี่ยดวงดาว ดวงอาทิตย์ (1.2×10^{57}) เราสามารถคำนวณหาจำนวนอะตอมที่มีอยู่ในจักรวาลของเราเป็น 10^{80} ดังนั้นเราสรุปได้ว่า ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เรามีจำนวนสูงสุดของปฏิกิริยาเคมีอะตอมเหมือนดังความจำกัดของคน 10 คน ที่เราได้ใช้ในตัวอย่างของเหรียญ ความจำกัดของการตอบสนองเป็น 10^{80} ดังนั้นสิ่งที่เราต้องทำคือเรื่องปัจจัยของเวลาที่จำกัด

ในตัวอย่างของเหรียญเวลาจำกัดอยู่ที่ 10 นาที เวลาคือข้อกำหนดให้สร้างโปรตีนด้วยความบังเอิญ ในช่วง 15 พันล้านปี ให้เรามาลองถามกันว่า เวลาต่ำที่สุดซึ่งปฏิกิริยาเคมีของอะตอมและจะเกิดขึ้นได้เร็วที่สุดเท่าไร? เป้าหมายของเราคือการบันทึกข้อจำกัดที่มากกว่า ผมพยายามที่จะหาทางที่เหนือกว่าที่พอจะเป็นไปได้ คลื่นที่เร็วที่สุดซึ่งมนุษย์รู้จักคือ คลื่นจักรวาลซึ่งสามารถคลาดเคลื่อนได้ 10^{45} รอบต่อวินาที³ นี่ก็คือคลื่นที่เร็วที่สุดที่มนุษย์รู้จัก เราสามารถทึกทักเอาได้ว่าไม่มีปฏิกิริยาเคมีใดที่จะเกิดขึ้นได้เร็วกว่านี้อีกแล้ว

เราต่างก็รู้ว่า 10^{17} วินาทีใน 15 พันล้านปี โดยการคูณสองจำนวนนี้เข้าด้วยกัน (10^{63}) เราก็จะได้จำนวนของปฏิกิริยาเคมีสูงสุดซึ่งเกิดขึ้นใน 15 พันล้านปี โดยการคูณจำนวนสูงสุดของปฏิกิริยาเคมี 10^{63} ด้วยจำนวนสูงสุดของอะตอม (10^{80}) เราก็จะสรุปได้ว่า (10^{143}) ปฏิกิริยาเคมีในจักรวาลเวลา 15 พันล้านปี ดังนั้นเราสามารถสรุปได้ว่า ความเป็นไปได้นั้นน้อยกว่าโอกาส 1 ใน 10^{143} ซึ่งจะไม่เกิดขึ้น

เมื่อเราใช้ความเป็นไปได้ของการสร้างโปรตีนเดี่ยวของกรดอะมิโนซ้ำ (โอกาส 1 ใน 10^{301}) และหาตัวเลขสูงสุดของความเป็นไปได้ในปฏิกิริยาเคมีในจักรวาลมากกว่า 15 พันล้านปี (10^{143}) มันจะมีโอกาสที่ความเป็นไปได้ 1 ใน 10^{158} ซึ่งทำให้เราสามารถสรุปได้ว่าโอกาสบังเอิญที่จะเกิดการวิวัฒนาการทางชีวภาพในการ

² http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/ask_astro/answers/970115.html

³ http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/teachers/lessons/xray_spectra/background-em.html

สร้างโปรตีนเดี่ยวไม่ว่าที่ไหนในจักรวาลมากกว่า 15 พันล้านปีนั้นอยู่ในสถานะเป็นศูนย์ ความเป็นไปได้สามารถเปรียบเทียบได้กับสิ่งที่ได้รับโอกาส เพียงครั้งเดียวให้พิมพ์เป็นประโยค

ดังที่ผมได้ยกประเด็นไว้ก่อนหน้านี้ ผมไม่ได้ชี้ในความเป็นไปได้แห่งระบบระเบียบเฉพาะซึ่งจำเป็นต่อการสร้างโปรตีนเดี่ยว เมื่อเราพิจารณาถึงตัวอย่างข้างบนของกรดอะมิโน 1000 ตัว ในการสร้างโปรตีนและยังมีกรดอะมิโนอีก 20 ตัวในสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิต เราสามารถคำนวณความเป็นไปได้ของโอกาส 1 ใน 20^{1000} หรือ 1 ใน 10^{1300} สิ่งนี้ยังทำให้การพิจารณาถึงโอกาสที่จะเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นเหตุการณ์บังเอิญที่ไร้สาระมากขึ้นไปอีก

ไม่เพียงแต่โปรตีนทั้งหมดนั้นถูกสร้างมาจากกรดอะมิโนซ้ำๆ แต่เรายังมีเหตุการณ์คล้ายกันเกี่ยวกับ DNA ด้วย โครงสร้างของโมเลกุล DNA นั้นถูกสร้างจากการแปลงโมเลกุลน้ำตาลและฟอสเฟสเหมือนกับกรดอะมิโน โมเลกุลของน้ำตาลนั้นจะมีคาร์บอนอัลฟาอยู่ตรงกลาง ทำการสร้างออกมาสองแบบ อย่างไรก็ตาม โมเลกุลของน้ำตาลใน DNA นั้นถูกสร้างขึ้นมาด้วยรูปแบบของด้านขวา สิ่งนี้จึงเป็นพื้นฐานทำให้ DNA มีลักษณะบิดเป็นสกรวย ส่วน โมเลกุลน้ำตาลของด้านซ้ายก็เป็นเหตุให้เกิดยวสกรวยบิดกลับมาในทิศทางตรงกันข้ามในจุดต่อ นั้นนั้นมีเฉลี่ยประมาณ 3.1 พันล้านคู่ในเซลล์เดียวของมนุษย์ นั่นจะมี 3.1 พันล้านโมเลกุลน้ำตาลด้านขวาในแต่ละด้านของห่วงโซ่ DNA หากความเป็นไปได้ถูกอ้างในข้อมูลนี้ไม่เพียงพอต่อการพิสูจน์ว่า การวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ ก็ให้ลองพิจารณาโมเลกุลน้ำตาลใน DNA ขวามือ DNA ในเซลล์เดียวของมนุษย์เป็นขึ้นมาจากเหตุบังเอิญของการวิวัฒนาการสิ่งมีชีวิตนั้นจะมีโอกาสที่จะเป็นไปได้ $1 \text{ ใน } 2^{6,200,000,000}$ นั่นแปลโดยประมาณเท่ากับโอกาส 1 ใน $10^{2,000,000,000}$

เซอร์ Fred Hoyle กล่าวว่า “เมื่อเราได้เห็นแล้วว่าอย่างไรก็ตาม ความเป็นไปได้ของชีวิตที่จะถือกำเนิดขึ้นอย่างบังเอิญนั้นค่อนข้างพูดยาก ทำให้แนวคิดเรื่องความบังเอิญนั้นไร้สาระ มันกลายเป็นการมีเหตุผลที่จะคิดว่า คุณสมบัติอันน่าชื่นชมทางฟิสิกส์ ซึ่งชีวิตได้ตั้งอยู่บนนั้น จัดว่าเป็นประเด็นที่สุขุมรอบคอบทุกด้าน”

“ดังนั้นเอง มันเกือบจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่การวัดมาตรฐานของเราในเรื่องสติปัญญา จะต้องสะท้อนในทางที่ถูกต้องต่อสติปัญญาที่เหนือกว่าของพวกเราที่มีอยู่ แม้กระทั่งว่าแนวคิดจำกัดที่สูงสุดแล้วนั้นคือ พระเจ้า”⁴

⁴ Sir Fred Hoyle (English astronomer, Professor of Astronomy at Cambridge University) and Chandra Wickramasinghe (Professor of Astronomy and Applied Mathematics of the University College, Cardiff), “Convergence to God”, in *Evolution from Space*, J. M. Dent and Sons Ltd., London 1981, pp. 141 and 144.