การแปลหนังสือเชิงวิชาการสาขาชีววิทยา

เรื่อง Virolution ของ Frank Ryan

นางสาวธิดาพร ชัยฒิพงศ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอักษรศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการแปลและการล่าม ศูนย์การแปลและการล่ามเฉลิมพระเกียรติ

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

The Translation of Virolution by Frank Ryan

Miss Tidaporn Chaitipong

Special Research Submitted in Partial Fulfilment of the

Requirements for the Degree of Master of Arts in Translation and Interpretation

Chalermprakiat Center of Translation and Interpretation

Faculty of Arts, Chulalongkorn University

Academic Year 2013

บทคัดย่อ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการแปลหนังสือเชิงวิชาการด้านชีววิทยา โดยใช้หนังสือเรื่อง Virolution ของ Frank Ryan จำนวนสองบทเป็นกรณีศึกษา มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาทฤษฎีและแนวทางการแปลหนังสือเชิงวิชาการด้านชีววิทยาเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่มีทฤษฎีเกี่ยวข้องกับไวรัส เพื่อศึกษาการแปลคำศัพท์ด้านชีววิทยา และเพื่อแปลส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้และใช้เป็นแนวทางในการแปลหนังสือหรือบทความด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องต่อไป

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าในการแปลหนังสือเชิงวิชาการเรื่อง Virolution จะใช้การวิเคราะห์ตัวบทของคริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล (Jean Delisle) การศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเรื่องไวรัสวิทยา ในการวิเคราะห์และวางแผนการแปล เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้คำแปลในบทแปล โดยเฉพาะการแปลคำศัพท์เฉพาะที่พบในตัวบท และเพื่อให้สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามต้นฉบับมากที่สุด ทั้งการแปลคำศัพท์และประโยคที่ซับซ้อนที่เป็นปัญหาสำคัญในการแปลหนังสือเชิงวิชาการ โดยใช้ความรู้พื้นฐานจากการศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและไวรัสวิทยา ในการทำความเข้าใจต้นฉบับได้ดีขึ้น

จากการศึกษาพบว่า ทฤษฎีข้างต้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ดีในการวิเคราะห์และวางแผนการแปล สำหรับการแปลหนังสือเชิงวิชาการเรื่อง Virolution และได้แนวทางที่สามารถนำไปใช้ในการแปลหนังสือหรือบทความด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ดีแนวทางหนึ่ง ทำให้ได้ผลงานแปลที่มีคุณภาพ

Abstract

The aim of this research is to study the translation of the biology book using two selected chapters from the book Virolution by Frank Ryan as a case study. The purpose of this research is to study translation approach and theories in translating a biology book about the evolution of life involving the theory of virus, to study translation approach of biology words, and to translate parts of this book and be a guideline in translating other science books or journals.

The hypothesis is that the researcher can apply translation theories which are Source-text Analysis by Christiane Nord, Interpretive Approach by Jean Delisle, the study of the evolution of life and the study of virology in the translation of the Virolution to analyzing and determining the translation method, to be a guideline in choosing words, especially technical terms, and to precisely transfer the meaning from source-text both words and complex sentences, having the study of the evolution of life and virology as fundamental knowledge to better understand the source-text.

The researcher found that all these translation theories can be applied in the analysis and determine the translation method for the translation of Virolution, and can be used as a guideline for the translation of other science books or journals.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร. โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ อาจารย์ที่ปรึกษาการทำสารนิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็นและคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ ผู้อ่านสารนิพนธ์ที่กรุณาช่วยตรวจแก้และทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ในหลักสูตรทุกท่านที่ให้ความรู้ซึ่งสามารถนำไปใช้การทำงาน และรวมถึงเป็นประโยชน์ต่อการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์การแปลฯทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ช่วยเหลือ แนะนำ และแจ้งข่าวสารที่สำคัญมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ การแปลรุ่น11 ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตลอดระยะเวลาที่เรียนด้วยกัน

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณครอบครัว สามี และลูกสาวตัวน้อย ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจเรื่องการเรียนและการทำสารนิพนธ์อย่างดีมาโดยตลอด

สารบัญ

บทคัดย่อ ..... ก

Abstract ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ศึกษาและทบทวนทฤษฎีการแปลและความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การวิเคราะห์ตัวบท (Text Analysis) ของ คริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) 4

2.1.1 การวิเคราะห์ตัวบท 5

2.1.2 ทบทวนการวิเคราะห์ตัวบท 11

2.2 แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย (Interpretive Approach)

ของ ฌอง เดอลิล (Jean Delisle) 11

2.2.1 แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย 11

2.2.2 ทบทวนแนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย 15

2.3 วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 15

2.4 ไวรัสวิทยา (Virology) 24

บทที่ 3 การวิเคราะห์ตัวบท 37
3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอก 37
3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบภายใน 40
3.3 การวิเคราะห์การแปลและการแก้ไขปัญหาการแปล 42
3.4 การวางแผนการแปล 48
บทที่ 4 ตัวบทต้นฉบับ บทแปล และคำอธิบายการแปล 49
4.1 ทบทวนสมมติฐาน 107
4.2 รายงานผลการวิจัย 107
4.3 ข้อเสนอแนะ 109
บทที่ 5 บทสรุป 110
บรรณานุกรม 112

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

การศึกษาวิวัฒนาการ (Evolution) ของสิ่งมีชีวิตเป็นเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ทำให้เราได้รู้และเข้าใจต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความเกี่ยวข้องกันระหว่างสิ่งมีชีวิต รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งรวมถึงตัวมนุษย์เราเองด้วย วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตยังคงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และเป็นสิ่งที่ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงเผ่าพันธุ์ของตนเองสืบต่อไปได้ การศึกษาค้นคว้าทำให้เราเรียนรู้กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และนำไปสู่การศึกษาวิจัยต่างๆ อีกหลายแขนงที่เป็นประโยชน์ เช่น การพัฒนาพืชพันธุ์ดัดแปลงพันธุกรรมให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ หรือการค้นหาสาเหตุของความเจ็บป่วยและคิดค้นยารักษาโรค

การศึกษาค้นคว้าเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเริ่มขึ้นมากว่า 200 ปีก่อนหน้านี้ โดยทฤษฎีที่เป็นที่กล่าวถึงกันอย่างกว้างขวางและถือว่าเป็นพื้นฐานของการศึกษาชีววิทยาวิวัฒนาการ (Evolutionary Biology) คือ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ของนักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษ ชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) ซึ่งกล่าวว่าวิวัฒนาการเกิดขึ้นจากการเลือกสรรทางธรรมชาติ (Natural Selection) สิ่งมีชีวิตต้องมีการดิ้นรนต่อสู้เพื่อความอยู่รอด การเกิดสปีชีส์ใหม่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทีละเล็กละน้อย และสภาพแวดล้อมเป็นตัวทำให้เกิดการคัดเลือกทางธรรมชาติขึ้น เพื่อให้ได้ลักษณะที่เหมาะสมและมีโอกาสสืบพันธุ์ต่อไป ดาร์วินได้เขียนถึงทฤษฎีของเขาไว้ในหนังสือเรื่อง On the Origin of Species ความยาว 502 หน้า ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1859 และถือเป็นหนังสือที่โด่งดังที่สุดเล่มหนึ่งของโลก มีการแปลเผยแพร่ไปแล้วกว่า 20 ภาษา สำหรับภาษาไทย มีโครงการแปลหนังสือเล่มนี้ ใช้ชื่อว่า “กำเนิดสปีชีส์” กำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการ

เมื่อวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าขึ้น และเทคโนโลยีทันสมัยขึ้น จนถึงปัจจุบันมีผู้วิจัยและเสนอทฤษฎีวิวัฒนาการอีกหลายทฤษฎี ทฤษฎีหนึ่งที่โด่งดังและเป็นที่กล่าวถึงมากคือ ทฤษฎีของ ริชาร์ด ดาวกินส์ (Richard Dawkins) ที่กล่าวถึงยีน (Gene) ในหนังสือของเขาเรื่อง The selfish gene ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1976 ความยาว 224 หน้า โดยเขากล่าวว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดในวิวัฒนาการคือ ยีน (Gene) ในขณะที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิดในโลกใบนี้ รวมทั้งมนุษย์เอง เป็นเพียงแค่เครื่องจักรเพื่อความอยู่รอด (survival machines) ที่ถูกสร้างขึ้น ถูกควบคุม และถูกใช้ไปโดยยีนเท่านั้น นอกจากนี้เขายังวิเคราะห์ให้เห็นว่าความเห็นแก่ตัวของสิ่งมีชีวิตเพื่อทำให้ตัวเองอยู่รอด เป็นเรื่องปรกติธรรมดาสำหรับกฎการคัดเลือกโดย

ธรรมชาติ ความคิดนี้ถูกวิพากษ์วิจารณ์ค่อนข้างมากเมื่อหนังสือตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อ 30 ก่อน อย่างไรก็ตาม หนังสือเล่มนี้ได้รับการแปลเป็นภาษาอื่นๆกว่า ๒๐ ภาษา เผยแพร่ไปทั่วโลก

นอกจากทฤษฎีทั้งสองที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีอีกหลายทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการที่ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้า หนังสือเรื่อง Virolution ซึ่งจะยกมาเป็นกรณีศึกษานี้ ตีพิมพ์ครั้งแรก ปี 2009 แสดงให้เห็นอีกทฤษฎีหนึ่งที่เกี่ยวกับวิวัฒนาการในสิ่งมีชีวิต โดยผู้เขียน แฟรงค์ ไรอัน ซึ่งเป็นแพทย์และนักวิจัยด้านวิวัฒนาการ ได้เล่าถึงการสังเกตศึกษาค้นคว้าของเขาจนได้ข้อสรุปว่า วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นเพราะ ไวรัส (Virus) หนังสือเล่มนี้จะทำให้เราทราบที่มาที่ไปของไวรัส และบทบาทของไวรัสต่อสิ่งมีชีวิตในแง่ต่างๆ ถือได้ว่าเป็นอีกทฤษฎีหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งทฤษฎีนี้ยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายของคนทั่วไป รู้เพียงในกลุ่มของผู้สนใจศึกษาโดยเฉพาะเท่านั้น การแปลหนังสือเล่มนี้ นอกจากผู้อ่านจะได้เรียนรู้ทฤษฎีใหม่จากผู้เขียนแล้ว ยังจะทำให้ทราบความก้าวหน้าและการค้นพบใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จากนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ที่ผู้เขียนได้กล่าวถึงในหนังสือเล่มนี้อีกด้วย

การแปลหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยเรื่องวิวัฒนาการเป็นภาษาไทยยังมีไม่มาก จะเห็นได้ว่า แม้หนังสือที่ถือว่าเป็นทฤษฎีพื้นฐานสำคัญก็เพิ่งจะมีผู้หยิบยกมาแปลให้ได้อ่านกัน หรือหนังสือที่โด่งดังไปทั่วโลกก็ยังไม่มีผู้นำมาแปลเผยแพร่เป็นภาษาไทย ปัญหาหลักในการแปลหนังสือเล่มนี้ คือมีคำศัพท์เฉพาะด้านค่อนข้างมาก ทั้งที่เป็นคำเดียวโดดๆ และเป็นกลุ่มคำ ซึ่งบางคำมีใช้ทั้งคำแปลแบบทับศัพท์ และคำแปลภาษาไทย หรือบางคำที่ยังไม่มีคำเรียกเฉพาะแต่จะใช้เป็นคำแปลเชิงอธิบาย รวมทั้งคำที่ใช้เรียกโดยผู้เขียนเอง ซึ่งจะต้องศึกษาหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เข้าใจเรื่องวิวัฒนาการ และนำเอาทฤษฎีการแปลมาช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจในการหาแนวทางการแปลหนังสือเชิงวิชาการ เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ สามารถเผยแพร่ให้ผู้สนใจได้อ่าน และอาจนำไปสู่การศึกษาเพิ่มเติมในสาขาวิชานี้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีและแนวทางการแปลหนังสือเชิงวิชาการด้านชีววิทยาเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนา-การของสิ่งมีชีวิตที่มีทฤษฎีเกี่ยวข้องกับไวรัส
2. เพื่อศึกษาการแปลคำศัพท์ด้านชีววิทยา
3. เพื่อแปลส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ และใช้เป็นแนวทางในการแปลหนังสือหรือบทความด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ในการแปลหนังสือเชิงวิชาการเรื่อง Virolution จะใช้การวิเคราะห์ตัวบทของคริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล (Jean Delisle) การศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเรื่องไวรัสวิทยา ในการวิเคราะห์และวางแผนการแปล

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

หนังสือเรื่องนี้มีความยาวทั้งหมด 356 หน้า แบ่งออกเป็น 15 บท ตอนที่จะคัดมาเป็นกรณีศึกษาคือ บทที่ 3 The Genetic Web of Life และ บทที่ 15 At Journey's End รวม 34 หน้า ซึ่งเป็นตอนที่มีศัพท์เฉพาะที่เป็นปัญหาต่อการแปลให้ศึกษาค่อนข้างมาก

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1. อ่านและทำความเข้าใจต้นฉบับ
2. ศึกษาและทบทวนทฤษฎีการแปล
3. ศึกษาเนื้อหาวิชาการด้านชีววิทยา
4. วิเคราะห์ตัวบทต้นฉบับ
5. รวบรวมและวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับศัพท์เฉพาะที่พบ
6. วางแผนการแปล
7. แปล พร้อมอธิบายการแปล
8. ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง
9. สรุปผล พิสูจน์สมมติฐาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ เพิ่มเติม
2. ได้นำทฤษฎีการแปลมาประยุกต์ใช้ในการแปล
3. ได้แนวทางการแปลที่เหมาะสมสำหรับบทความทางวิชาการด้านชีววิทยา

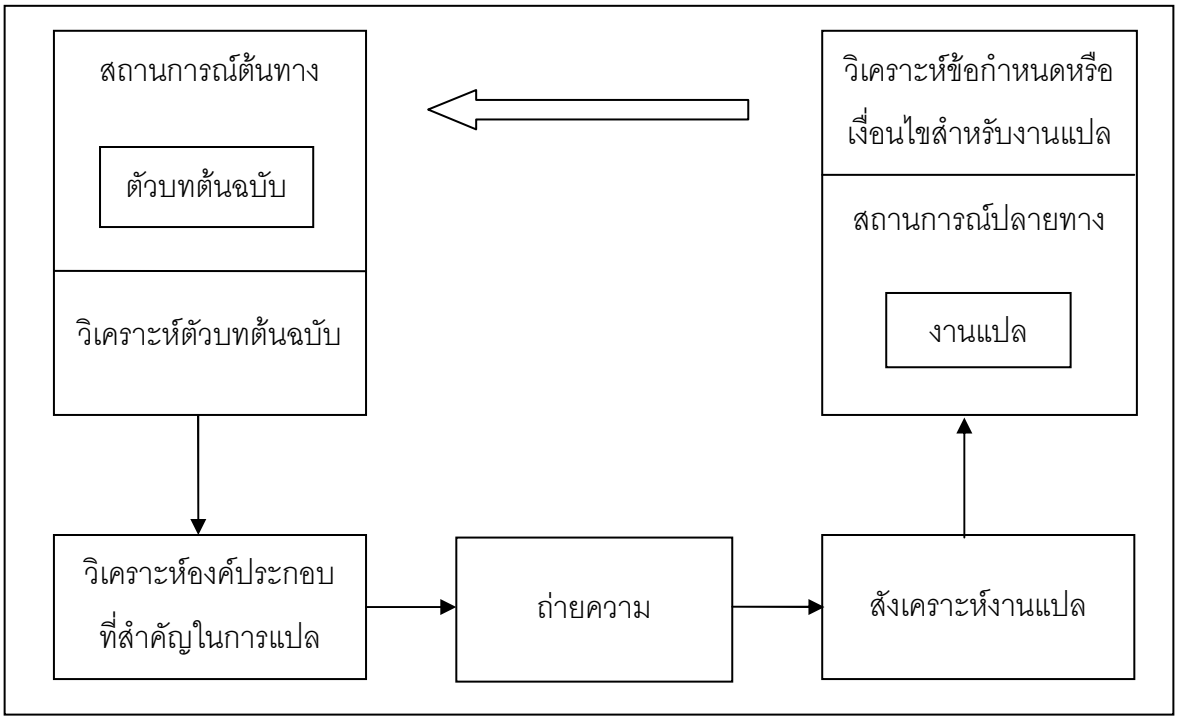
บทที่ 2

ศึกษาและทบทวนทฤษฎีการแปลและความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการแปลและความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนการแปลหนังสือวิชาการเรื่อง Virolution ประกอบด้วย การวิเคราะห์ตัวบทของคริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล (Jean Delisle) การศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเรื่องไวรัสวิทยา มีเนื้อหาโดยสรุป ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ตัวบท (Text Analysis) ของ คริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord)

ทฤษฎีการแปลของคริสติอาเน นอร์ด เน้นที่ความสำคัญของคำสั่งของผู้ว่าจ้างที่มอบหมายให้ผู้แปล การกระทำใดๆ ของผู้แปลจะต้องยึดตามความต้องการของผู้ว่าจ้างเป็นสำคัญ การปฏิบัติการแปลในทฤษฎีของนอร์ดจะเริ่มต้นเมื่อมีผู้จ้างงาน ซึ่งจะกำหนดสถานการณ์ที่จะนำงานแปลไปใช้และหน้าที่ของงานแปล ผู้แปลต้องถ่ายความมาสู่วัฒนธรรมปลายทางโดยคำนึงถึงหน้าที่หรือวัตถุประสงค์ในการใช้งานแปลนั้นเป็นหลัก เพื่อให้งานแปลได้บรรลุหน้าที่ นอร์ดได้เสนอผังกระบวนการแปลที่เรียกว่า แผนภูมิแสดงวงจรการแปลหรือกระบวนการแปลแบบวกกลับ ดังนี้ (Nord, 1988 อ้างถึงใน วรรณนา, 2552: 26-27)



กระบวนการแปลแบบวกกลับ มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์เงื่อนไขต่างๆ ที่ผู้ว่าจ้างระบุให้มีในงานแปล

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ตัวบทต้นฉบับ เฉพาะองค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญ เพื่อประหยัดเวลาและศึกษาหน้าที่ของงานว่าจะนำไปใช้อย่างไร จำแนกปัจจัยทางเนื้อหา และพิจารณาแปลโดยยึดปลายทางเป็นหลักให้เนื้อความหรือรูปแบบนั้นๆ เข้ากับภาษาหรือวัฒนธรรมปลายทาง

ขั้นตอนที่ 3 นำงานแปลที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไข/ข้อกำหนด ที่ผู้จ้างได้ตั้งไว้

นอร์ดได้อธิบายไว้ว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบภายในและภายนอกของตัวบทอย่างละเอียดจะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับหน้าที่ของงานแปลในวัฒนธรรมนั้น ซึ่งทำให้ผู้แปลตัดสินใจได้ว่า ในการแปลตัวบทต้นฉบับจะต้องคงส่วนใดไว้และจะต้องดัดแปลงส่วนใด เพื่อสื่อความให้เป็นที่เข้าใจตรงกันในอีกวัฒนธรรมหนึ่ง (Nord, 1988: 24 อ้างถึงใน วรรณนา, 2552: 28)

2.1.1 **การวิเคราะห์ตัวบท**

การวิเคราะห์ตัวบทสามารถแบ่งได้เป็น การวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอกตัวบท และการวิเคราะห์องค์ประกอบภายในตัวบท การวิเคราะห์จะเริ่มจากองค์ประกอบภายนอกตัวบทไปหาองค์ประกอบภายในตัวบท โดยมีสถานการณ์เป็นตัวควบคุม ผู้แปลต้องตระหนักว่าองค์ประกอบภายในและภายนอกจะส่งผลแก่กัน คือ ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกอาจทำให้ทราบถึงลักษณะของปัจจัยภายในเรื่องได้ และองค์ประกอบภายนอกก็อาจหาได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบภายในตัวบท (Nord, 2005: 43)

2.1.1.1 **การวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอกตัวบท**

คำว่าองค์ประกอบภายนอกตัวบทนั้น หมายถึง องค์ประกอบของของสถานการณ์จริงที่มีการนำตัวบทไปใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร

1. ผู้ส่งสาร (Sender)

ผู้ส่งสารกับผู้ผลิตตัวบทนั้น อาจไม่ใช่คนเดียวกัน ผู้ส่งสารเป็นบุคคลหรือสถาบันที่ใช้ตัวบทนั้นแจ้งข่าวสารให้บุคคลอื่นทราบเพื่อหวังประโยชน์บางอย่าง ส่วนผู้ผลิตตัวบทจะสร้างหรือผลิตตัวบทขึ้นตามคำสั่งของผู้ส่งสาร โดยยึดตามหลักเกณฑ์การเรียบเรียงตัวบทหรือขนบที่นิยมในภาษาหรือวัฒนธรรมที่จะนำตัวบทไปใช้ อย่างไรก็ตามโดยปกติมักจะใช้หมายถึงคนเดียวกัน เช่น ผู้แต่งนวนิยาย ผู้เขียนบทความ

การทราบข้อมูลว่าผู้ส่งสารเป็นใคร รวมทั้งข้อมูลต่างๆ เช่น ระดับการศึกษา ฐานะทางสังคม เป็นบุคคลผู้มีชื่อเสียง หรือเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องใด บุคลิกลักษณะของผู้ส่งสารเป็นอย่างไร ช่วยให้วิเคราะห์

ได้ว่าผู้รับสารควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับผู้ส่งสารมากน้อยแค่ไหน เช่นอดีตนายกรัฐมนตรีประเทศเยอรมันเขียนบทความตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์ ผู้อ่านชาวเยอรมันจะทราบทันทีเมื่อเห็นชื่อว่าท่านเป็นใครและสังกัดพรรคไหน แต่ผู้อ่านชาวไทยอาจจะไม่ทราบ หากบทแปลไม่ได้อธิบายเพิ่มเติม นอกจากนี้ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ส่งสารยังอาจช่วยให้สามารถวิเคราะห์สื่อ สถานที่ เวลา โอกาสพิเศษในการสื่อสาร หรือหน้าที่ของตัวบทได้อีกด้วย

2. เจตนาของผู้ส่งสาร (Sender's intention)

เจตนาของผู้ส่งสารคือสิ่งที่ผู้ส่งสารต้องการให้เกิดผลต่อผู้รับสาร มีได้หลายแบบ เช่น ต้องการแจ้งให้ทราบเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (referential intention) ต้องการแสดงความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งต่างๆ (expressive intention) ต้องการโน้มน้าวให้ผู้รับสารนำความคิดเห็นบางอย่างไปใช้หรือกระทำการบางสิ่ง (appellative intention) หรือต้องการติดต่อสื่อสารกับผู้รับสาร (phatic intention) จุดมุ่งหมายของผู้ส่งสารสามารถมีได้มากกว่าหนึ่งอย่างในตัวบทหนึ่ง

3. ผู้รับสาร (Audience)

การวิเคราะห์ว่าผู้รับสารเป็นกลุ่มคนประเภทใด ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามช่วงอายุ เพศ เชื้อชาติ สังคม ฯลฯ เพื่อจะได้ทราบว่าผู้รับสารมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับตัวบทมากน้อยแค่ไหน ทั้งเรื่องทั่วไปและเรื่องเฉพาะเจาะจง โดยต้องคำนึงถึงทั้งผู้รับสารของต้นฉบับและผู้รับสารของบทแปล ซึ่งมักจะมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอยู่ในสถานการณ์และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน โดยทั่วไปจะมีความแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งอย่าง ผู้รับสารมีได้ทั้งผู้รับสารโดยตรง (Addressee) และผู้ร่วมรับสาร (Chance receiver/Secondary addressee) เช่น คำพูดที่นักการเมืองที่ตอบคำถามผู้สัมภาษณ์ ต้องการสื่อถึงประชาชนผู้สนับสนุนที่ได้รับฟังคำสัมภาษณ์ด้วย

4. สื่อ (Medium/channel)

หมายถึง สิ่งที่ช่วยพาตัวบทไปสู่ผู้รับสาร มีได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้โทรศัพท์หรือไมโครโฟนสำหรับการสื่อสารโดยการพูด และการตีพิมพ์เอกสารต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร แผ่นพับ สำหรับการสื่อสารโดยการเขียน สื่อที่ใช้อาจทำให้ผู้แปลสามารถทราบคุณลักษณะของผู้รับสารได้ เช่น หนังสือพิมพ์ธุรกิจ ผู้อ่านควรจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธุรกิจในระดับหนึ่ง และไม่เฉพาะเจาะจงว่าผู้อ่านจะเป็นใครคนใดคนหนึ่ง การเลือกใช้สื่อต่างๆ อาจมีผลต่อความคาดหวังของผู้รับสารที่จะเกิดขึ้น เช่น ผู้อ่านคาดว่าจะได้ทราบวิธีใช้ยาจากแผ่นพับที่แนบมากับกล่องยา อย่างไรก็ตาม สื่อเดียวกันถ้าใช้ในสังคมที่แตกต่างกันไป อาจมีหน้าที่ต่างกัน การเลือกสื่อมักจะทำตามที่นิยมปฏิบัติกันในสังคมหรือวัฒนธรรมนั้น ข้อมูลเกี่ยวกับสื่ออาจช่วยให้ผู้แปลทราบเจตนาของผู้ส่งสาร เวลา หรือ สถานที่ ที่ผลิตตัวบทได้อีกด้วย

5. **สถานที่** (Place of communication)

ข้อมูลด้านสถานที่ทั้งสถานที่ที่ผลิตตัวบทและสถานที่ที่นำตัวบทไปใช้ ทำให้ทราบสำเนียงภาษาถิ่นที่ใช้ในที่นั้นได้ หรือมีความรู้ทั่วไปเรื่องใดที่ผู้อ่านของตัวบทต้นฉบับทราบอยู่แล้ว เพื่อนำไปปรับใช้ในบทแปล นอกจากนี้ สถานที่ยังมีความสำคัญต่อการมองสภาพการเมืองและวัฒนธรรมในสังคมนั้น เช่น ตัวบทที่ผลิตในประเทศที่มีการควบคุมเนื้อหาของสื่ออย่างเข้มงวด ผู้อ่านจะต้องมองหรืออ่านด้วยวิธีการที่แตกต่างไปจากตัวบทที่มาจากประเทศที่มีอิสระในการแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อต่างๆ

6. **เวลา** (Time of communication)

ภาษาทุกภาษาจะมีการเปลี่ยนแปลงในด้านกฎเกณฑ์และการใช้ไปตามเวลา เวลาของการผลิตตัวบทจะช่วยบอกถึงสภาพภาษาที่ใช้ในตัวบท และยังสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมและวัฒนธรรมในเวลานั้นด้วย เวลามีผลกับความคาดหวังของผู้อ่านและผู้แปลได้ เพราะในช่วงเวลาที่ตัวบทผลิตขึ้นอาจมีค่านิยมบางอย่างรวมอยู่ด้วยซึ่งในปัจจุบันอาจเปลี่ยนแปลงไปแล้ว ปัจจัยด้านเวลายังช่วยให้เข้าใจเจตนาของผู้ส่งสารได้ และช่วยผู้แปลในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการแปล เช่น การเลือกใช้สำนวนภาษาแบบยุคสมัยเก่าในบทแปล

7. **โอกาสพิเศษในการสื่อสาร** (Motive for communication)

โอกาสพิเศษต่างๆ ในการสื่อสาร เช่น คำประกาศเนื่องในโอกาสสมรส รายงานข่าว บันทึกการประชุม จดหมายเวียน ไม่ว่าจะเกิดจากความนิยมปฏิบัติในสังคมหรือความจำเป็น ทำให้มีการผลิตตัวบทแตกต่างกันไป และนิยมใช้สื่อต่างกันออกไป โอกาสพิเศษเหล่านี้เป็นข้อมูลทำให้ทราบเจตนาของผู้ส่งสารและหน้าที่ของตัวบทได้ โอกาสพิเศษในการสื่อสารมักจะเป็นตัวกำหนดปัจจัยด้านเนื้อหา วงศัพท์ที่ใช้ และโครงสร้างของภาษา

8. **หน้าที่ของตัวบท** (Text function)

หมายถึงหน้าที่ในการสื่อสารแต่ละหน้าที่ หรือหน้าที่ในการสื่อสารทุกหน้าที่ของตัวบทนั้นๆ รวมกันทั้งหมด เพื่อนำมาใช้ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง หน้าที่ของตัวบทสามารถหาได้จากคำบ่งชนิดที่ปรากฏในหน้าชื่อเรื่อง เช่น ระบุว่าเป็นข่าว หรือเอกสารกำกับการใช้ยา ถ้าไม่ปรากฏชนิดของตัวบทอย่างเด่นชัด ผู้แปลจะต้องหาจากปัจจัยภายนอกต่างๆ เจตนาของผู้ส่งสารและความคาดหวังของผู้รับสารเป็นปัจจัยสำคัญที่จะรวมกับปัจจัยอื่นๆ ค่อยๆ ตีกรอบหน้าที่ของตัวบทให้แคบเข้ามา เมื่อผู้แปลได้ข้อบ่งชี้เบื้องต้นซึ่งจะบ่งบอกหน้าที่ของตัวบทที่เฉพาะเจาะจงลงไปจากการวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอกตัวบทแล้ว ผู้แปลจะต้องนำไปตรวจสอบกับองค์ประกอบภายในตัวบทอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าหน้าที่ดังกล่าวถูกต้อง และควรจะต้องมีการตรวจสอบไปมาหลายครั้ง

2.1.1.2 **การวิเคราะห์องค์ประกอบภายในตัวบท**

องค์ประกอบภายในตัวบทนั้น คือ การถามเนื้อหาว่าคืออะไร และใช้รูปแบบการเสนออย่างไร

1. **หัวข้อเรื่องของตัวบท** (Subject matter)

ตัวบทที่มีหัวข้อเรื่องสัมพันธ์กันแสดงถึงความเกี่ยวเนื่องของตัวบทนั้น ถ้าตัวบทใดไม่ได้ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ หรือเป็นเพียงการนำตัวบทหลายๆ บทมารวมกันเท่านั้น จะต้องกำหนดหัวข้อเรื่องสำหรับตัวบทแต่ละบทที่นำมารวมกันนั้นด้วย ถ้าผู้แปลทราบว่าตัวบทเป็นหัวข้อเรื่องใดและนำไปใช้ในบริบททางวัฒนธรรมใด จะทำให้ผู้แปลสามารถคาดเดาความรู้พื้นฐานที่ผู้รับสารต้องมีก่อนหน้านี้ได้ นอกจากนี้หัวข้อจะบ่งบอกว่าตัวบทมาจากความรู้สาขาใด และทำให้ผู้แปลทราบว่าต้องสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมในด้านใดบ้าง ผู้แปลสามารถสืบค้นเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องในตัวบทบางชนิดได้จากชื่อเรื่องหรือส่วนที่มากับชื่อเรื่องหลัก

2. **เนื้อหา** (Content)

การวิเคราะห์เนื้อหาของตัวบทที่ซับซ้อนไม่ว่าจะเป็นด้านโครงสร้างหรือด้านความหมาย นอร์ดแนะนำให้มาเรียบเรียงใหม่ด้วยภาษาของตนเองอย่างง่ายๆ โดยแบ่งเป็นหน่วยข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะทำให้ผู้แปลสังเกตเห็นถึง เนื้อความที่ผู้แต่งละไว้ในฐานที่เข้าใจ และเนื้อความที่ขาดความเกี่ยวเนื่อง การเรียบเรียงใหม่ด้านคำศัพท์จะต้องระวังไม่ให้ความหมายแฝงที่มีอยู่ในคำศัพท์เดิมนั้นหายไป ผลของการวิเคราะห์เนื้อหาสามารถทำให้ผู้แปลคาดเดาปัจจัยภายในตัวบทอื่นๆ ได้ เช่น โครงสร้างของตัวบท ลักษณะเฉพาะทางด้านภาษาและวัจนลีลาของศัพท์และโครงสร้างภาษา

3. **เนื้อความที่ละไว้ในฐานที่เข้าใจ** (Presuppositions)

เป็นเงื่อนไขของผู้ส่งสารที่มีต่อผู้รับสาร ผู้ส่งสารคาดหวังว่าผู้รับสารจะต้องสามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้ส่งสารละไว้ซึ่งนอกจากจะเป็นสิ่งต่างๆ ที่ประกอบสถานการณ์ขณะนั้นแล้ว ยังอาจเป็นเรื่องทั่วๆไป เช่น ประวัติผู้แต่ง เหตุการณ์ต่างๆ ทางสังคม การเมือง หรือปรัชญา แต่ในบางวัฒนธรรมผู้ส่งสารนิยมขยายความหรือพูดซ้ำความเดิม เพื่อเป็นเครื่องตอกย้ำให้เข้าใจยิ่งขึ้น การละเนื้อความไว้ในฐานที่เข้าใจอาจนำไปสู่ความเข้าใจผิดได้ ส่วนการซ้ำความเดิมก็อาจทำให้เกิดความรำคาญแก่ผู้รับสารได้ การหาเนื้อความที่ผู้พูดละไว้ในฐานที่เข้าใจเป็นสิ่งที่ยาก ผู้แปลจะต้องค้นหาว่าผู้รับสารของตัวบทต้นฉบับและผู้รับสารของงานแปลห่างจากภูมิหลังทางวัฒนธรรมของตัวบทต้นฉบับมากน้อยเพียงใด ในตัวบทต้นฉบับมีส่วนของการใช้ภาษาเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆ อย่างแจ่มชัดมากน้อยเพียงใด และมีการกล่าวเนื้อความซ้ำๆ หรือขยายความมากน้อยเพียงใด

4. โครงสร้างของตัวบท (Text composition)

ส่วนต้นและส่วนท้ายของตัวบทมีส่วนสำคัญมากในการเข้าใจเนื้อเรื่องหรือในการตีความตัวบท มีตัวบทหลายชนิดที่มีการกำหนดโครงสร้างตามขนบที่ยึดถือปฏิบัติกัน การวิเคราะห์หาโครงสร้างจะทำให้ผู้แปลทราบชนิดของตัวบทและหน้าที่ของตัวบทนั้นได้ การวิเคราะห์โครงสร้างของตัวบท แบ่งเป็น

1. การวิเคราะห์โครงสร้างมหภาค (การแบ่งตัวบท/บท/ย่อหน้า)

ในกรณีที่ตัวบทต้นฉบับมีตัวบทแทรก คือ ส่วนที่เป็นเชิงอรรถ คำพูดที่ยกมาอ้างอิง หรือตัวอย่าง ผู้แปลจะต้องแปลตัวบทแทรกตามหน้าที่ของมันในตัวบทรวมทั้งหมด เชิงอรรถที่ผู้แปลแทรกข้อมูลเกี่ยวกับภูมิหลังหรือข้อมูลที่ผู้อ่านจำเป็นต้องทราบก็ถือเป็นตัวบทแทรกเช่นกัน เนื่องจากตัวบทที่มีและไม่มีเชิงอรรถจะมีผลต่อผู้อ่านต่างกัน ผู้แปลจึงต้องตรวจสอบให้ละเอียดว่าอาจใช้วิธีการอื่นแทนการใช้เชิงอรรถได้หรือไม่ เช่น ใช้วิธีแปลแบบอธิบายความ หรือให้ส่วนอื่นในงานแปลทำหน้าที่แทน

นอกจากตัวบทแทรกแล้ว ยังมีส่วนอื่นที่อยู่แยกจากตัวเนื้อหาจริงๆ ได้แก่ ชื่อเรื่อง หัวเรื่องหรือส่วนที่รวมเป็นหัวเรื่อง ตัวบทบางชนิดจะมีโครงสร้างการแบ่งตอนตัวบทที่ตายตัวเป็นลักษณะเฉพาะของตัวบทชนิดนั้นๆ เช่น นิทานเทพนิยายจะมีคำขึ้นต้นและคำจบเรื่องในทำนองเดียวกันหมด รูปแบบจดหมาย ผู้แปลจะต้องคำนึงถึงขนบที่นิยมตามวัฒนธรรมนั้นๆ ด้วย

2. การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค (การแบ่งประโยค/หน่วยข้อมูล)

ขั้นตอนแรก เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างของประโยค เช่น สัดส่วนการกระจายตัวของประโยคหลักและประโยคย่อย การใช้กาลต่างๆ การใช้ส่วนแทรกเพื่อขยายความ การวิเคราะห์ศัพท์ที่ใช้ การหาความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกันของเนื้อความ

ขั้นตอนที่สอง เป็นการวิเคราะห์ว่าการแบ่งประโยคที่ปรากฏให้เห็นนั้นเกี่ยวข้องกับการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยข้อมูลอย่างไร หน่วยข้อมูลในตัวบทที่เป็นเรื่องเล่าอาจแสดงโดยการใช้คำกริยาที่มีกาลต่างกัน จัดว่าเป็นการแบ่งตอนภายในตัวบทโดยการเปลี่ยนแปลงกาลที่ใช้ การจัดเรียงลำดับก่อนหลังในการดำเนินเรื่องทำให้เราทราบโครงสร้างด้านข้อมูลหรือโครงสร้างการแสดงเหตุผลโต้แย้งในท้องเรื่องได้

5. อวัจนภาษาในตัวบท (Non-verbal elements)

หมายถึงสัญลักษณ์ที่แสดงออกมาโดยไม่ได้ใช้ภาษาเป็นสื่อ ทำหน้าที่เสริมความ ขยายความให้เด่นชัดหรือขจัดความกำกวมของเนื้อความ หรือเน้นย้ำเนื้อความในตัวบท ได้แก่ การวางหรือจัดรูปร่างหน้าตาของตัวบท ตาราง รูปภาพ การแสดงท่าทางประกอบ แต่จะไม่นับรวมภาษาใบ้หรือภาษาท่าทางซึ่งเป็นการสื่อภาษาอย่างหนึ่งแทนภาษาที่เป็นลายลักษณ์อักษร การวิเคราะห์อวัจนภาษาในตัวบทจะทำให้เราได้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของตัวบท เช่น การแบ่งย่อหน้าหรือการเปลี่ยนลักษณะตัวอักษร ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้แต่งละไว้ในฐานที่เข้าใจ ได้ข้อมูลเกี่ยวกับศัพท์

อวัจนภาษาในตัวบทมีส่วนเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมของเจ้าของภาษาเป็นอย่างมาก ผู้แปลจะต้องวิเคราะห์ว่ามีวัฒนธรรมของเจ้าของภาษาแทรกอยู่หรือไม่ มากน้อยเพียงใด และจะถ่ายทอดมาสู่ผู้รับสารงานแปลที่อยู่อีกวัฒนธรรมหนึ่งโดยไม่เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ ในบางกรณีผู้แปลอาจมีความจำเป็นต้องใช้คำพูดในการแปลอวัจนภาษาหรือใช้อวัจนภาษาแทนภาษาที่เป็นลายลักษณ์อักษรก็ได้

6. **ศัพท์** (Lexis)

การเลือกใช้ศัพท์ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านเนื้อเรื่องและหัวข้อเรื่องของตัวบทเป็นสำคัญว่าจะต้องเลือกใช้คำศัพท์ในกลุ่มใดหรือวงศัพท์ใด การวิเคราะห์ศัพท์อาจวิเคราะห์ด้านความหมาย ด้านวัจนลีลา หรือด้านรูปแบบของคำ อาจมีการวิเคราะห์ความเกี่ยวเนื่องกันอย่างใกล้ชิดของคำศัพท์และโครงสร้างประโยค หรือวิเคราะห์ในรายละเอียดเฉพาะบางส่วนเท่านั้น

การเลือกใช้คำศัพท์ในตัวบทหนึ่งจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยอื่นๆภายในตัวบทด้วยเช่นการใช้คำที่มีความหมายแฝง หรือศัพท์เฉพาะด้าน จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง หัวข้อเรื่อง เนื้อความที่ผู้แต่งละไว้ในฐานที่เข้าใจ การเลือกใช้ศัพท์ยังเป็นเครื่องแสดงเจตนาของผู้ส่งสารได้เป็นอย่างดี เช่น คำบางคำอาจต้องการให้เกิดภาพที่สวยงามได้บรรยากาศ แต่ถ้าเลือกใช้คำที่ไม่เหมาะกับบรรยากาศหรือสถานการณ์ในตอนนั้นก็อาจเป็นเพราะต้องการให้เกิดผลบางอย่าง เช่น ต้องการประชดประชันเสียดสี นอกจากนี้ยังอาจให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้รับสารได้ เช่น การเลือกคำศัพท์ที่มุ่งไปที่กลุ่มผู้อ่านเฉพาะบางกลุ่มเท่านั้น

7. **โครงสร้างประโยค** (Sentence structure)

เน้นการวิเคราะห์ด้านรูปแบบ หน้าที่ และวัจนลีลาของการใช้โครงสร้างประโยคต่างๆ อาจมีการวิเคราะห์ประโยคหลัก ประโยคย่อย หรือสัดส่วนของประโยคหลักและประโยคย่อยในตัวบทนั้น วิเคราะห์ความยาวของประโยค หรือความต่อเนื่องของเนื้อความในแต่ละประโยค วิเคราะห์โครงสร้างของประโยคที่เป็นลักษณะเฉพาะของตัวบทชนิดนั้นๆ การวิเคราะห์โครงสร้างของประโยคจะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง หัวข้อเรื่อง และโครงสร้างของตัวบท การเลือกใช้โครงสร้างประโยคใดนั้นอาจถูกกำหนดจากปัจจัยภายนอกตัวบทอื่นๆ ได้ เช่น จากเจตนาของผู้ส่งสาร ความสามารถในการรับรู้ของผู้รับสาร ความแตกต่างของโครงสร้างประโยคที่ใช้ในภาษาเขียนและภาษาพูด ขนบประจำชนิดของตัวบท

8. **ลักษณะเหนือหน่วยเสียง** (Suprasegmental features)

หมายถึงรูปแบบเฉพาะที่ใช้แสดงน้ำเสียงของตัวบท หรือลักษณะบางอย่างของตัวบทที่ก้ำกึ่งระหว่างส่วนที่เป็นคำศัพท์แสดงความหมายและส่วยไวยากรณ์ ลักษณะเหนือหน่วยเสียงของตัวบทที่เป็นลายลักษณ์อักษร เช่น การทำตัวเอียง ตัวเข้ม การใส่เครื่องหมายอัญประกาศ และวงเล็บ ลักษณะเหนือหน่วยเสียงของตัวบทที่ไม่เป็นลายลักษณ์อักษร เช่น การลงน้ำหนักเสียง การหยุดพัก การเน้นคำ

2.1.2 **ทบทวนการวิเคราะห์ตัวบท**

การวิเคราะห์ตัวบทภายนอกและภายในโดยละเอียด จะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับหน้าที่ของงานแปลในวัฒนธรรมนั้น ซึ่งทำให้ผู้แปลตัดสินใจได้ว่าในการแปลต้นฉบับจะต้องคงส่วนใดเอาไว้ หรือดัดแปลงส่วนใดเพื่อให้สื่อความตรงกันในอีกวัฒนธรรมหนึ่ง จากการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ตัวบท ผู้วิจัยจะนำการวิเคราะห์ตัวบทภายนอกและภายในมาใช้วิเคราะห์ตัวบทต้นฉบับ เพื่อหาแนวทางการแปลที่เหมาะสมในการแปลหนังสือวิชาการด้านชีววิทยา เนื่องจากจุดประสงค์ที่สำคัญในการวิเคราะห์นั้นคือเพื่อให้ทราบถึงเจตนาผู้ส่งสาร หน้าที่ของตัวบท และผลที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยสามารถตัดสินใจได้ว่าในการแปลศัพท์เฉพาะในตัวบท ทั้งที่มีคำแปลในภาษาไทยแล้วและยังไม่มี จะเลือกแปลออกมาในแนวทางใด เพื่อให้ตรงตามเจตนาของผู้ส่งสาร ตรงตามหน้าที่ของตัวบท และเกิดผลต่อผู้รับสารตามที่ผู้ส่งสารต้องการ

2.2 **แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย** (Interpretive Approach) **ของ ฌอง เดอลิล** (Jean Delisle)

2.2.1 **แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย**

แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของ ฌอง เดอลิล มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการแปลของดานิกา เซเลสโกวิตช์ ที่ว่าการแปลนั้นไม่ใช่การถ่ายทอดความหมายในระดับของภาษา หากแต่เป็นการถ่ายทอดความหมายระดับวาทกรรมและอรรถสาระของตัวบท ความหมายในระดับของภาษา คือ แนวคิดที่ผูกติดอยู่กับคำต่างๆ หรือโครงสร้างในประโยคแบบต่างๆ โดยที่คำแต่ละคำนั้นไม่ได้มีเพียงแค่หนึ่งความหมาย แต่มีเครือข่ายของความหมายประจำจำนวนหนึ่งผูกติดอยู่ (ความหมายตามพจนานุกรม) ส่วนความหมายตามระดับวาทกรรม เป็นความหมายที่มิได้ปรากฏเป็นหน่วยๆ อยู่ในคำแต่ละคำ หรือแต่ละประโยค แต่เป็นความเชื่อมโยงระหว่างคำ/ตัวประโยค และบริบท หรือข้อความแวดล้อมที่คำ/ตัวประโยคนั้นปรากฏอยู่ ประกอบกับบริบทสถานการณ์และบริบททางวัฒนธรรม การแปลควรยึดความหมายตามระดับวาทกรรมเป็นหลัก เนื่องจากภาษาเป็นเพียงแค่รหัสหรือระบบในการถ่ายทอดโดยมีไวยากรณ์เป็นเงื่อนไข

ผู้แปลต้องทำความเข้าใจตัวบทต้นฉบับอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะได้เข้าใจความหมายของตัวบทได้อย่างถูกต้อง โดยการทำวาทกรรมวิเคราะห์และศึกษาบริบท มีการตีความซึ่งจะต้องทำอย่างเป็นระบบ เพราะความหมายนั้นมักจะมีหลายนัย จึงต้องอาศัยความรอบรู้เพื่อตัดสินใจว่าความหมายนั้นคืออะไร และค้นคว้าหาบริบทโดยนำความรู้ที่สะสมเอาไว้มาประมวลเพื่อที่จะเข้าใจสารนั้นได้อย่างชัดเจน แล้วนำความหมายที่ได้จากการทำความเข้าใจนำมาเขียนใหม่ในอีกภาษาหนึ่ง โดยให้มีน้ำหนักเทียบเท่ากับภาษา

เดิม เป็นการถ่ายทอดความหมายให้ได้ครบถ้วนเที่ยงตรง ยึดความหมายเป็นหลักโดยไม่ไปพะวงกับการเทียบเคียงภาษาให้คล้ายคลึงกัน

ฌอง เดอลิลได้เสนอขั้นตอนกระบวนการแปลโดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ (Delisle, 1988: 53-69)

2.2.1.1 **การทำความเข้าใจ** (Comprehension)

ขั้นตอนแรกของกระบวนการ ผู้แปลต้องพยายามทำความเข้าใจสิ่งที่ผู้เขียนต้องการสื่อโดยใช้ความเข้าใจทางภาษารวมกับความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความหมายที่แท้จริงออกจากตัวบทซึ่งจะเป็นการถ่ายทอดความหมายในระดับวาทกรรม การทำความเข้าใจนั้นจะเกิดขึ้นใน 2 ระดับ คือ ระดับคำและระดับความหมายโดยรวม

1. **การถอดรหัสภาษา** (Decoding signs)

เป็นการแปลความหมายประจำคำ เพื่อดูความหมายที่อาจเป็นไปได้ของคำนั้นๆ เป็นเพียงแค่การถอดรหัสของภาษาไม่ได้คำนึงถึงความหมายของต้นฉบับ ซึ่งการสื่อความหมายในระดับการเข้าใจสารลักษณะนี้มักคลุมเครือ คลาดเคลื่อน เพราะถ้อยคำและโครงสร้างในแต่ละภาษามีความหมายที่กินความและแฝงนัยไม่เท่ากัน ผู้แปลไม่สามารถวิเคราะห์เฉพาะคำศัพท์แล้วแปลจากภาษาหนึ่งมาเป็นอีกภาษาหนึ่งโดยเลือกคำที่เห็นว่ามีความหมายเหมือนกันได้ทันที เพราะการแปลแบบ Transcoding หรือการแปลงรหัสทางภาษา เป็นเพียงแค่การจับคู่คำสองคำที่มีความหมายคล้ายกันเท่านั้น ไม่สื่อความหมายโดยรวมของต้นฉบับ การตีความตัวบทเพื่อจับความหมายนั้นต้องเป็นการตีความในระดับวาทกรรมเท่านั้น

2. **การทำความเข้าใจความหมาย** (Understanding Meaning)

เป็นขั้นตอนวิเคราะห์หาความหมายที่แท้จริง โดยอาศัยความหมายระดับคำในฐานะที่เป็นส่วนประกอบของข้อความนั้น รวมกับความเข้าใจภาษา เนื้อหา และประสบการณ์ของผู้แปล ความหมายที่ได้จะไม่ยึดติดกับรูปแบบภาษาต้นฉบับ ผู้แปลต้องมีความเข้าใจภาษาและเนื้อหาของต้นฉบับอย่างถูกต้อง เข้าใจทั้งความหมายที่แท้จริงและความหมายแฝง การตีความเป็นการค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างความหมายอ้างอิงและสัญลักษณ์ทางภาษาศาสตร์ที่รวมกันอยู่ในสารนั้น เป็นกระบวนการที่จะทำให้เกิดความเข้าใจขึ้นได้ การทำความเข้าใจข้อความทางภาษาต้องใช้ความรู้หลักๆ 2 ประเภท คือ ความรู้ด้านภาษา ซึ่งเป็นทักษะความเข้าใจในภาษาต่างประเทศในต้นฉบับและทักษะการใช้ภาษาแม่ และความรู้ด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นความรู้ที่จะทำให้เข้าใจเนื้อหาด้านการแปล ความรู้รอบตัวจะช่วยให้จับประเด็นได้เร็วและสามารถเชื่อมโยงประเด็นได้ถูกต้อง

2.2.1.2 **การถ่ายทอดความหมาย** (Reformulation)

เป็นการถ่ายทอดความหมายในความคิดออกมาเป็นภาษาอีกภาษาหนึ่ง โดยใช้เหตุผลเปรียบเทียบ เป็นขั้นตอนที่เกิดจากการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยการทำงานของสมองที่เปรียบเทียบและค้นหารูปแบบภาษาปลายทางที่เหมาะสมและสามารถสื่อความหมายในความคิดออกมาได้ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นกลับไปกลับมาระหว่างการถอดความหมาย และหาสำนวนรูปแบบภาษาที่จะถ่ายทอด จนเมื่อผู้แปลได้คำที่เป็นที่พอใจแล้ว

1. **การใช้เหตุผลเปรียบเทียบ** (Analogical Reasoning)

การที่จะหาความหมายของคำในสถานการณ์การสื่อสาร และนำมาถ่ายทอดอีกครั้งในอีกภาษา ผู้แปลจะเปรียบเทียบหาความหมายที่คล้ายคลึงกันผ่าน การเชื่อมโยง (association) กระบวนการหาเหตุผล (deduction) หรือการอนุมาน (inference) ซึ่งขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ไม่จำเป็นจะต้องทำเรียงตามลำดับก่อนหลังเสมอไป ผู้แปลต้องใช้เหตุผลเปรียบเทียบหลายครั้งเพื่อหาคำที่มีความหมายเทียบเคียงได้ การใช้เหตุผลเปรียบเทียบเป็นกระบวนการที่ผู้แปลสร้างความเหมือนกันขึ้นในใจ ผู้แปลที่ดีจะมีจินตนาการและมีการรับรู้ที่ไว ทำให้สามารถจับคู่และเชื่อมโยงความคิดต่างๆ ได้ดี

2. **การถ่ายทอดความคิดเป็นภาษา** (Re-verbalization)

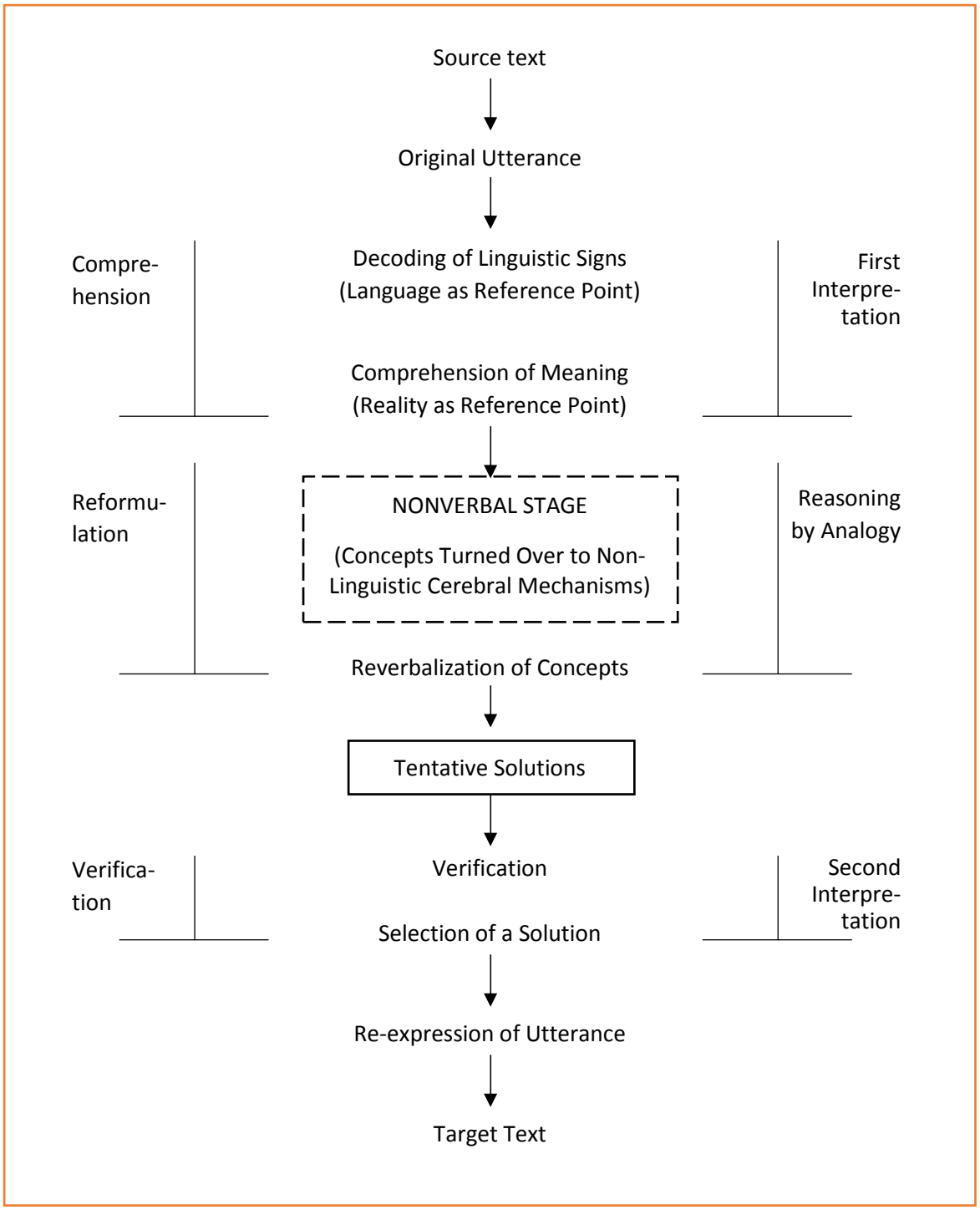
เมื่อผู้แปลเข้าใจความหมายแล้ว ก็จะถ่ายทอดความคิดนั้นออกมาโดยเลือกรูปแบบและถ้อยคำที่เหมาะสม ผู้แปลจะตัดตัวเลือกที่มีความเป็นไปได้แต่ไม่เป็นที่พอใจออก และพิจารณาตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดทั้งรูปแบบและความหมาย เหตุผลในการเลือกของผู้แปลจะขึ้นอยู่กับความรู้ทั่วไปในสมองของผู้แปล ทั้งความสามารถทางภาษาและความรู้รอบตัว ผู้แปลแต่ละคนอาจได้คำตอบที่เหมือนกันหรือต่างกันก็ได้ เนื่องจากการตีความที่เหมือนกันสามารถแสดงออกได้แตกต่างกันในภาษาปลายทาง ถ้าไม่ได้มีรูปแบบตายตัวกำหนดไว้

2.2.1.3 **การตรวจสอบความหมาย** (Verification)

จุดประสงค์คือการตรวจสอบความถูกต้องของการถ่ายทอดความหมาย ว่าได้ถ่ายทอดความหมายนั้นอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ที่สุดหรือไม่ โดยเทียบว่าสารที่สื่อออกมาตรงตามจุดประสงค์ของผู้เขียนหรือไม่ การตรวจสอบความหมายถือเป็นการตีความครั้งที่สอง การตีความครั้งแรกเกิดขึ้นหลังจากที่ผู้แปลทำความเข้าใจความหมายของสารและก่อนการถ่ายทอดความหมาย จุดประสงค์ของการตีความครั้งแรกเพื่อที่จะเข้าใจความคิดที่อยู่ในสาร การตีความครั้งที่สองนั้นเกิดขึ้นหลังจากการถ่ายทอดความหมายและก่อนการตัดสินใจครั้งสุดท้าย เพื่อที่จะพิจารณาว่ารูปแบบภาษาที่ได้ออกมาเป็นคำตอบเบื้องต้น (tentative solution) นั้นจะสามารถถ่ายทอดความคิดของสารนั้นได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรง ดังนั้นการ

ตรวจสอบคุณภาพของการแปลจึงเป็นกระบวนการค้นหาเหตุผล (reasoning process) การแปลจะต้องอาศัยการตีความทั้งสองครั้ง โดยครั้งแรกจะอยู่บนฐานของภาษาต้นฉบับ และครั้งที่สองอยู่บนฐานของภาษาปลายทาง จุดมุ่งหมายเพียงอย่างเดียวของการตีความทั้งสองครั้งคือความหมาย

แผนผังกระบวนการแปล



2.2.2 ทบทวนแนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย

ในกระบวนการแปลนอกจากต้องทำความเข้าใจความหมาย แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นภาษาปลายทางแล้ว ยังมีขั้นตอนที่ถือว่าสำคัญมากอีกขั้นตอนหนึ่งคือ การตรวจสอบว่าความหมายที่ได้นั้น แม่นยำถูกต้องแล้วหรือยัง จากการศึกษาเรื่องแนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย ผู้วิจัยจะนำแนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายมาใช้ในการแปลตัวบทต้นฉบับ เพื่อให้แน่ใจว่าบทแปลนั้นสื่อความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามตัวบทต้นฉบับ โดยเฉพาะการแปลศัพท์เฉพาะในตัวบทที่ยังไม่มีคำแปลเทียบเคียงในภาษาไทย ซึ่งต้องอาศัยบริบท และความรู้ต่างๆ ในการตีความให้เกิดความเข้าใจความหมาย

2.3 วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต คือการที่สิ่งมีชีวิตเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลายาวนานจนกระทั่งสามารถอยู่ได้ในสภาวะแวดล้อมใดสภาวะแวดล้อมหนึ่ง

2.3.1 แนวความคิดเกี่ยวกับกำเนิดสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการ

มนุษย์ในแต่ละยุคมีความเชื่อเกี่ยวกับกำเนิดของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการที่แตกต่างกันออกไป แนวคิดที่นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นของความเชื่อใหม่ๆ ที่ว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตด้วยกันเริ่มเมื่อประมาณ 300 ปีก่อนคริสตศักราชโดย อริสโตเติล (Aristotle) นักปราชญ์ชาวกรีกได้เสนอแนวคิดว่าสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะง่ายๆ ที่ไม่สมบูรณ์ไปสู่ลักษณะที่มีความซับซ้อน และสมบูรณ์มากขึ้น เมื่อมนุษย์ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น มีการพัฒนาแนวคิด เชิงวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการสังเกตและการทดลองมาเป็นหลักฐานในการเสนอแนวคิดใหม่ มีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ (fossil) มากมาย นักชีววิทยาจึงเริ่มให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับกำเนิด และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตมากขึ้นตามลำดับ แนวคิดการกำเนิดสิ่งมีชีวิตที่มีผู้ถือค่อนข้างมากนับจากสมัยก่อนมี 5 ประการ คือ

1. สิ่งมีชีวิตเกิดจากอำนาจนอกเหนือธรรมชาติ (Special Creation) ในสมัยก่อนคริสตศักราช มนุษย์มีความเชื่อว่า สิ่งมีชีวิตในโลกเกิดจากการบันดาลของผู้สร้าง (creator) ซึ่งมีอำนาจเหนือธรรมชาติ เช่น พระเจ้าเป็นผู้บันดาลให้เกิดสิ่งมีชีวิตทุกชนิด
2. สิ่งมีชีวิตเกิดจากสปอร์ของโลกอื่น (Cosmozonic Theory) แนวคิดนี้เชื่อว่ามีสปอร์ของสิ่งมีชีวิตปลิวมาตกในโลกหรือมาพร้อมกับอุกกาบาตที่ตกบนโลก
3. สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต (Spontaneous Generation) แนวคิดนี้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น หนอนเกิดจากเนื้อเน่า ปลาเกิดจากโคลนหรือเลน จุลินทรีย์เกิดจากน้ำซุป

4. สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งมีชีวิต (Biogenesis) แนวความคิดนี้เชื่อว่า สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่เดิมเท่านั้น เช่น หนอนเกิดขึ้นจากปลาที่ตายเนื่องจากมีแมลงวันไปเกาะและวางไข่ น้ำต้มเนื้อที่วางทิ้งไว้พบว่ามีจุลินทรีย์เกิดขึ้นจำนวนมาก เนื่องจากจุลินทรีย์ในอากาศเข้าไปเจริญเติบโตในน้ำต้มเนื้อ
5. สิ่งมีชีวิตเกิดจากวิวัฒนาการตามธรรมชาติ (Naturalistic Theory) สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มเกิดในทะเลโดยที่ในขณะนั้นบรรยากาศของโลกดึกดำบรรพ์ประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด เช่น มีเทน แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไอน้ำ ฯลฯ แต่ไม่มีออกซิเจนอิสระ และอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ เช่นรังสีอัลตราไวโอเลต รังสีคอสมิก พลังงานจากการสลายสารกัมมันตรังสีบนโลกประกอบกับฟ้าแลบฟ้าผ่าทำให้ก๊าซเหล่านั้นเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมกันเป็นสารอินทรีย์ เมื่อมีฝนตกสารอินทรีย์เหล่านั้นได้ละลายลงในทะเล สารอินทรีย์หลายโมเลกุลจะรวมตัวใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตขึ้นโดยบังเอิญ

2.3.2 **ทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการ**

จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ทำให้เชื่อได้ว่าสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันกับอดีตนั้นมีความแตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีลักษณะใกล้เคียงกับสมัยก่อนแต่บางชนิดก็แตกต่างออกไปมาก แสดงว่าสิ่งมีชีวิตต่างๆ นั้นมีวิวัฒนาการ ทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการที่น่าสนใจ ได้แก่

2.3.2.1 **ทฤษฎีของลามาร์ก**

ในปี ค.ศ. 1801 ลามาร์กได้พยายามอธิบายถึงวิวัฒนาการโดยใช้ทฤษฎีของเขาเป็นเกณฑ์คือ “Inheritance of acquired characters” โดยมีสาระสำคัญคือ

1. สิ่งแวดล้อมเป็นตัวชักนำให้มีความจำเป็นที่จะให้มีโครงสร้างเกิดขึ้นภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต
2. สิ่งมีชีวิตก็พยายามที่จะให้มีสิ่งจำเป็นดังกล่าวเกิดขึ้น
3. ในการพยายามของสิ่งมีชีวิตเพื่อจะให้เป็นไปตามข้อ2นั้น โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตจึงต้องเปลี่ยนแปลงไป
4. โครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไปนี้จะถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้

ลามาร์กได้ยกเอายีราฟเป็นตัวอย่างในการอธิบายว่า บรรพบุรุษยีราฟคงคอสั้น เมื่อยีราฟต้องการที่จะกินยอดต้นไม้จึงต้องสร้างคอให้ยาวขึ้น และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของคอให้ยาวขึ้นยาวขึ้นทุกๆชั่วในระยะเวลาอันยาวนานจึงทำให้ยีราฟคอยาวเหมือนในปัจจุบัน แนวความคิดของเขาที่ว่าสิ่งแวดล้อมเป็นตัวที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างในสิ่งมีชีวิต เป็นแนวความคิดที่นิยมกันแพร่หลายในสมัยนั้น แต่ในปัจจุบันความเชื่อในข้อนี้ก็ตกไป

2.3.2.2 **ทฤษฎีของดาร์วิน**

ดาร์วินใช้ข้อมูลทางธรรมชาติที่เขาเก็บรวบรวมได้ขณะที่ออกเดินทางไปกับเรือสำรวจตามแนวฝั่งทวีปรอบโลก ประกอบกับผลงานการสำรวจและวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ 2 ท่านคือ นักธรณีวิทยาชื่อ ไลเอลล์ (Charles Lyell) ที่ได้พิสูจน์ว่าโลกมีอายุหลายพันล้านปี มากกว่าตามที่เชื่อกันในสมัยก่อน และนักวิชาการชื่อ มัลทัส (Thomas Malthus) ซึ่งได้รายงานเกี่ยวกับประชากรของโลกกับทรัพยากรของโลกว่าไม่ได้มีหรือเกิดขึ้นในอัตราเดียวกัน คืออัตราการเกิดของประชากรโลกมากกว่าอัตราการเพิ่มของอาหารและทรัพยากรบนพื้นโลก ที่ทำให้เขาสนใจในเรื่องการต่อสู้เพื่อการดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งน่าจะเป็นพื้นฐานของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ สร้างแนวความคิดในเรื่องกำเนิดของชีวิตโดย “Natural Selection” ซึ่งมีส่วนสำคัญ คือ

1. สิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีความแตกต่างกัน เช่น เมล็ดพืชชนิดเดียวกันอาจมีสีแก่บ้าง สีอ่อนบ้าง ดังนั้นเขาจึงคาดว่าในช่วงเวลาเป็นล้านๆ ปี พืชป่า สัตว์ป่า คงจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสปีชีส์ใหม่ๆ ได้
2. สิ่งมีชีวิตมักจะสร้างลูกหลานมากกว่าที่อยู่รอดจนถึงสืบพันธุ์ได้ เพราะทรัพยากรที่จะอำนวยให้อยู่รอดได้ เช่น อาหาร ที่อยู่อาศัย มีจำกัด ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมจำนวนไม่ให้มากเกินไป
3. ดังนั้นสิ่งมีชีวิตจึงจำเป็นต้องแข่งขันกันเพื่อความอยู่รอดให้พอดีกับทรัพยากรที่มีอยู่
4. ลูกหลานที่มีลักษณะดีและเหมาะสมที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นได้ก็จะอยู่รอด
5. เมื่อลูกหลานที่มีลักษณะแตกต่างและดีกว่าตัวอื่นอยู่รอดได้นานเข้า ก็จะทำให้สปีชีส์นั้นๆ ค่อยๆ เปลี่ยนแปลงไปเป็นสปีชีส์ใหม่ได้ และแสดงว่ามีวิวัฒนาการของสปีชีส์ใหม่เกิดขึ้นแล้ว

ดาร์วินเข้าใจธรรมชาติสิ่งแวดล้อมเป็นผู้ที่เลือกตัวที่เหมาะสมที่จะอยู่รอด เขาจึงเรียกวิธีการนี้ว่าการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Natural Selection) สมัยดาร์วินยังไม่มีผู้ที่จะอธิบายพื้นฐานของการผันแปรว่าเป็นมาอย่างไรได้ จนกระทั่งถึงสมัยเมนเดลในปี ค.ศ. 1900 ความรู้แขนงพันธุศาสตร์จึงเริ่มเป็นที่รู้จักกัน

2.3.2.3 **ทฤษฎีปัจจุบันในเรื่องวิวัฒนาการ**

หลังจากนักชีววิทยามีความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์แล้วจึงได้ดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขแนวความคิดของดาร์วินเกี่ยวกับ “Natural Selection” ดังนี้ คือ

1. ความผันแปรเกิดจาก Recombination ของยีน (Gene) ในไซโกต และสามารถกลายพันธุ์หรือผ่าเหล่า (Mutation) คือเปลี่ยนแปลงรูปแบบพันธุกรรม (Genotype) ให้ต่างไปจากเดิม การกลายพันธุ์ทำให้มีการปรับตัวได้ดีขึ้นในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

2. การที่ให้กำเนิดลูกหลานมากกว่าที่อยู่รอดจนถึงสืบพันธุ์ได้ อาจเกิดจากทรัพยากรมีจำกัด เช่น อาหารไม่เพียงพอ หรืออาจเกิดจากกลไกบางอย่างภายในสิ่งมีชีวิตเองที่ทำหน้าที่จำกัดจำนวนที่มีอยู่แล้ว ดังนั้นสิ่งมีชีวิตบางอย่างเมื่อมีหนาแน่นก็จะมีลูกหลานน้อยลง
3. ในปัจจุบันนี้จึงกล่าวว่ากลไกพื้นฐานในทางวิวัฒนาการนั้นอยู่ที่การเปลี่ยนแปลงในเรื่องของ “Gene frequency” ภายในกลุ่มประชากรในช่วงระยะยาวนาน และโดยหลักการคัดเลือกตามธรรมชาติ

ทฤษฎีของดาร์วินก็ยังเป็นที่ถกเถียงถึงความถูกต้องและความเป็นไปได้เรื่อยมา มีทั้งกลุ่มผู้สนับสนุนและคัดค้าน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1935 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ถือว่าเป็นยุคโมเดิร์นซินเทซีสของแนวคิดเรื่องวิวัฒนาการ มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดขึ้นมากมายโดยเฉพาะสาขาวิชาพันธุศาสตร์ การศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจึงได้นำทฤษฎีการคัดเลือกตามธรรมชาติของดาร์วินมาผสมผสานกับความรู้วิชาการด้านอื่นๆ เช่น บรรพชีวินวิทยา (Palaeontology) อนุกรมวิธาน (Taxonomy) พันธุศาสตร์ (Genetics) และชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography) โดยเฉพาะการนำความรู้ด้านพันธุศาสตร์ประชากรมาประยุกต์ใช้ในการอธิบายวิวัฒนาการยุคใหม่ ทำให้เกิดทฤษฎีที่เรียกว่า ทฤษฎีวิวัฒนาการสังเคราะห์ (Synthetic theory of evolution) ซึ่งเกิดขึ้นในช่วง พ.ศ.1920-1930

ทฤษฎีวิวัฒนาการสังเคราะห์จะเน้นถึงความสำคัญของประชากรซึ่งถือเป็นหน่วยสำคัญของวิวัฒนาการ สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวในกลุ่มประชากรจะมีความแปรผันแตกต่างกัน การแปรผันทางพันธุกรรมใดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม จะทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นสามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปสู่ลูกหลานรุ่นต่อไปได้ จึงถือได้ว่าสิ่งแวดล้อมนับเป็นปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกประชากรที่เหมาะสมให้ดำรงอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมนั้น

ในปัจจุบันเมื่อความก้าวหน้าของความรู้พันธุศาสตร์โมเลกุลได้พัฒนาขึ้นอย่างมาก ก็ยิ่งมีงานวิจัยมาศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทางสายพันธุ์และสนับสนุนการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตมากขึ้น ขณะนี้นักชีววิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการนั้นแบ่งขั้วทางแนวคิดออกได้เป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่เห็นด้วยกับแนวคิดของดาร์วินเกี่ยวกับกลไกการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และกลุ่มที่ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดส่วนหนึ่งของดาร์วิน เพราะเห็นว่ากลไกดังกล่าวยังไม่สามารถอธิบายความซับซ้อนของการเกิดวิวัฒนาการได้อย่างสมบูรณ์ และไม่แน่ว่าวิวัฒนาการเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ จริงหรือไม่ เช่น เป็นที่รู้กันดีว่าไดโนเสาร์ได้สูญพันธุ์ไปอย่างสิ้นเชิงในเวลาอันรวดเร็ว เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อน และเปิดทางให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนำหน้าขึ้นมาทั้งในด้านจำนวนและความหลากหลายจนถึงปัจจุบัน จึงดูเหมือนว่าการเกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ที่ต่างจากเดิมนั้นอาจเกิดขึ้นจากเหตุการณ์บังเอิญก็เป็นได้

อีกมุมมองหนึ่งเกี่ยวกับวิวัฒนาการที่น่าสนในเป็นของ ริชาร์ด ดอว์กิ้นส์ (Richard Dawkins, พ.ศ.2484-ปัจจุบัน) ซึ่งได้เขียนหนังสือเรื่อง The Selfish Gene ตีพิมพ์ในปี ค.ศ.1976 เขากล่าว

ว่าตัวการที่ก่อให้เกิดวิวัฒนาการคือ ยีนในตัวสิ่งมีชีวิตนั่นเอง เพราะยีนจะเป็นหน่วยสำคัญที่บงการให้สิ่งมีชีวิตต้องทำสิ่งต่างๆเพื่อให้ตัวเองอยู่รอด ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตนั้นแสดงพฤติกรรมใดๆ ออกมาเพื่อให้อยู่รอดในสภาวะนั้นได้ดีที่สุด และถึงแม้จะมีข้อกล่าวแย้งถึงเรื่องการเสียสละของสิ่งมีชีวิตเช่น การที่แม่ปกป้องเพื่อให้ลูกอยู่รอดนั้น ก็อาจอธิบายได้ถึงการอุทิศตัวเองเพื่อให้สายพันธุ์ที่มียีนใกล้เคียงกันได้อยู่รอดสืบเชื้อสายต่อไปในอนาคตได้ ซึ่งทั้งหมดเป็นมุมมองที่เห็นว่ายีนนั่นเองที่เป็นศูนย์กลางของการคัดเลือกเพื่อให้เกิดวิวัฒนาการ

2.3.3 **หลักฐานที่สนับสนุนเรื่องวิวัฒนาการ**

วิวัฒนาการเป็นเพียงทฤษฎีที่นำเอาหลักฐานต่างๆ ในอดีต และการสังเกตเกี่ยวกับการทดลองของการเจริญของสิ่งมีชีวิตในด้านชีวเคมี (Biochemistry) พันธุศาสตร์ (Genetics) คัพภะวิทยา (Embryology) มาประกอบกัน ในปัจจุบันเชื่อกันว่าวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเป็นไปได้จริง เพราะมีหลักฐานหลายอย่างเช่น หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ ความคล้ายคลึงของโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต แบบแผนการเจริญเติบโตของเอมบริโอ การปรับปรุงพันธุ์ที่ทำให้เกิดลักษณะใหม่ การแพร่กระจายที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาศัยในท้องถิ่นต่าง ๆ ตลอดจนความคล้ายคลึงของสารที่สร้างขึ้นโดยสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

2.3.3.1 **หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์** (Fossil)

ซากสิ่งมีชีวิตในยุคโบราณจะพบมากในหินชั้นหรือหินตะกอน (Sedimentary rock) เนื่องจากส่วนต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตตกไปอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ป้องกันการเปลี่ยนแปลงได้ดี เช่น ในน้ำแข็งขั้วโลก หรือดินที่ค่อยๆ ทับถมจนอัดแน่นกลายเป็นหิน ทำให้เกิดเป็นรอยพิมพ์ที่เรียกว่าซากดึกดำบรรพ์หรือฟอสซิล (Fossil) ความรู้ทางธรณีวิทยาสามารถใช้ในการคำนวณอายุของหินได้ ดังนั้นจึงสามารถทราบอายุของซากดึกดำบรรพ์ได้ จากอายุของชั้นหินที่พบซากดึกดำบรรพ์นั้นๆ หรือวัดจากกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่ในซากนั้น

2.3.3.2 **หลักฐานทางกายวิภาคเปรียบเทียบ** (Comparative anatomy)

อวัยวะของสัตว์บางอย่างอาจทำหน้าที่อย่างเดียวกันทั้งๆ ที่มาจากแหล่งกำเนิดต่างกัน เรียกว่าอานาโลกัส (Analogous) เช่น ปีกนกกับปีกแมลง และอวัยวะที่มีแหล่งกำเนิดเดียวกัน อาจทำหน้าที่ต่างกันหรือเหมือนกันเรียกว่า โฮโมโลกัส (Homologous) เช่น แขนคน ปีกนก ปีกค้างคาว และแผ่นครีบของปลาโลมา อวัยวะที่เป็นโฮโมโลกัสกัน เป็นเครื่องพิสูจน์วิวัฒนาการได้ดีว่าสัตว์พวกนี้คงมาจาก

บรรพบุรุษร่วมกัน จึงมีโครงสร้างคล้ายคลึงกันมาก แต่เมื่อนำอวัยวะนั้นไปใช้หน้าที่ผิดกัน จึงเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปบ้าง

2.3.3.3 **หลักฐานจากร่องรอยของอวัยวะที่ไม่ใช้งาน** (Vestigial organ)

ในร่างกายของสัตว์มีอวัยวะบางอย่างที่ไม่ใช้แล้วยังคงเหลือเป็นซากเล็กๆอยู่ ถึงแม้ว่าในสัตว์อื่นอวัยวะชนิดนี้ยังใช้งานได้ แสดงว่ามาจากบรรพบุรุษเดียวกัน แต่เนื่องจากไม่ได้ใช้จึงค่อยๆหดหรือเสื่อมโทรมลง เช่นสัตว์ที่อยู่ในถ้ำมืดๆ ตามักจะเล็กลงหรือหายไปหมดในขณะที่สัตว์ชนิดเดียวกันนั้นอยู่ในที่สว่างตายังมีอยู่

2.3.3.4 **หลักฐานทางคัพภะวิทยาหรือตัวอ่อน** (Embryology)

การเจริญเติบโตของสัตว์จากระยะไซโกท (Zygote) เป็นตัวอ่อน (Embryo) จนกระทั่งถึงตัวโตเต็มวัย (Adult) จะแสดงลักษณะที่เหมือนกับการวิวัฒนาการของบรรพบุรุษสิ่งมีชีวิตที่มีเอมบริโอคล้ายกันจึงน่าจะมีบรรพบุรุษร่วมกัน ตัวอ่อนของสัตว์หลายชนิดมีความคล้ายคลึงกันมากจนในบางครั้งไม่สามารถแยกออกว่าเป็นตัวอ่อนของสัตว์อะไรตัวอย่างเช่น ตัวอ่อนของปลา กบ ไก่ หมู และคนมีลักษณะเหมือนกันหลายประการ เช่นการมีช่องเหงือก การมีหัวใจมีลักษณะเป็นท่อยังไม่มีการแบ่งแยกเป็นช่องขวาซ้าย เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อตัวอ่อนเหล่านี้พัฒนาเป็นตัวเต็มวัยแล้วลักษณะร่วมเหล่านี้ก็จะหมดไป

2.3.3.5 **หลักฐานทางสรีรวิทยา** (Physiology)

เนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกายของสิ่งมีชีวิตแสดงถึงวิวัฒนาการได้เนื่องจากมักจะมีความคล้ายคลึงกัน เช่น น้ำย่อย อะไมเลส (amylase) มีตั้งแต่ฟองน้ำจนถึงคน ฮอร์โมนในสัตว์ต่างชนิดก็ยังเหมือนกัน เช่นคนที่เป็นเบาหวานอาจใช้อินซูลินของวัวฉีดแทนได้

2.3.3.6 **หลักฐานทางภูมิศาสตร์** (Geography)

สัตว์บนผืนแผ่นดินใหญ่มักจะมีลักษณะใกล้เคียงกับสัตว์ตามเกาะใกล้กัน เช่น ชะนีแถบภาคใต้ของไทย ถึงแถบเกาะชวา สุมาตรา เป็นพวกที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าครั้งหนึ่งแผ่นดินอาจต่อเนื่องกัน สิ่งกีดขวางทางภูมิศาสตร์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการ เนื่องจากต้องมีการปรับตัว ทำให้สิ่งมีชีวิตแตกต่างกันกระจายอยู่ทั่วโลก

2.3.3.7 **หลักฐานทางการเลี้ยง ความรู้ด้านผสมพันธุ์** (Breeding) **ของพืชและสัตว์**

ทำให้ได้พืชและสัตว์ชนิดแปลกจากพันธุ์เดิมออกไป แสดงว่าเดิมอาจมีพันธุ์ดั้งเดิมแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลง (Variation) หากเหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมนั้นๆสิ่งมีชีวิตนั้นจะอยู่รอด

2.3.3.8 **ชีววิทยาโมเลกุล** (Molecular biology)

ปัจจุบันการศึกษาในระดับโมเลกุลมีมากขึ้น และสามารถนำมาเป็นหลักฐานแสดงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บนโมเลกุล DNA หรือลำดับและชนิดของกรดอะมิโนบนสายโพลีเปปไทด์ เปรียบเทียบระหว่างสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างเช่นการเปรียบ DNA ของคน, ชะนี และชิมแพนซี พบว่ามีความแตกต่างระหว่างนิวคลีโอไทด์ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างคนและชิมแพนซี ขณะที่มีความแตกต่างประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ระหว่างคนและชะนี แสดงว่าคนมีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับชิมแพนซีมากกว่าชะนี เป็นต้น

จากหลักฐานต่างๆเหล่านี้แสดงให้ทราบว่าวิวัฒนาการเป็นจริงได้ ในการศึกษาเรื่องวิวัฒนาการลักษณะของบรรพบุรุษย่อมถือว่าเป็นลักษณะดั้งเดิมที่เกิดก่อน (Primitive) ซึ่งมักเป็นลักษณะล้าหลังหรือไม่พิสดารเป็นลักษณะทั่วๆไป (Generalized) ส่วนลักษณะของสัตว์รุ่นหลังซึ่งเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมถือว่าเป็นลักษณะก้าวหน้า (Advanced) หรือพิสดาร (Specialized) เช่น ลักษณะสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ก้าวหน้ากว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว หรือสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์โดยใช้เพศ ก้าวหน้ากว่าสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ พวกหายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจน น่าจะเกิดก่อนพวกการหายใจโดยใช้ออกซิเจน เป็นต้น

รูปแบบการเปลี่ยนแปลง (Pattern of evolution) ที่พบจากหลักฐานต่าง ๆ มี 3 แบบ คือ

1. Divergent evolution เป็นการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นจากการแตกแยกมาจากบรรพบุรุษเดียวกันเช่น แมมมอธ ช้างแอฟริกา ช้างเอเชีย ต่างก็มีบรรพบุรุษร่วมกัน
2. Convergent evolution เป็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่สิ่งมีชีวิตสองกลุ่มที่ไม่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน แต่อาจอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบเดียวกัน จึงมีวิวัฒนาการจนได้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เช่น นกและค้างคาว ปลาฉลามและปลาโลมา
3. Parallel evolution เป็นแบบการเปลี่ยนแปลงแบบคู่ขนานของสิ่งมีชีวิตที่อาจมีบรรพบุรุษต่างกันหรืออาศัยอยู่ในพื้นที่ที่แตกต่างแต่มีขั้นตอน ช่วงต่างๆ ที่พัฒนาการคล้ายๆ กันเช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่มีรก (placenta) ในอเมริกาเหนือ

2.3.4 วิวัฒนาการของพืชและสัตว์ตามลำดับอายุทางธรณีวิทยา

ในปัจจุบันนักธรณีวิทยาและนักบรรพชีวินวิทยาสามารถแบ่งยุคทางธรณีวิทยาออกเป็น 4 มหายุค ตามชนิดของซากดึกดำบรรพ์ที่พบได้ ดังนี้

1. มหายุคพรีแคมเบรียน (Precambrian Era) เป็นช่วงของ 4,600 – 543 ล้านปีก่อน โลกก่อกำเนิดขึ้น เมื่อโลกเริ่มเย็นตัวลง จึงเกิดสิ่งมีชีวิตพวกแบคทีเรีย และเริ่มมีออกซิเจนในบรรยากาศซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงในพวกแบคทีเรียสีเขียวแกมน้ำเงิน มีการเกิดขึ้นของสัตว์หลายเซลล์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำ เช่น ฟองน้ำ
2. มหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic Era) เป็นช่วงของ 543 – 245 ล้านปีก่อน เริ่มมีสัตว์พวกที่ไม่มีกระดูกสันหลังซึ่งมีทั้งที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดและน้ำเค็ม เช่น ไตรโลไบต์ (trilobite) แอมโมไนต์ (ammonite) หอย ปลา รวมทั้งแมลง สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เริ่มพบสาหร่าย เห็ดรา พืชบกชั้นต่ำ เริ่มจากพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง เฟิร์น ไปจนถึงพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียง มหายุคพาลีโอโซอิกสิ้นสุดลงเมื่อมีการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากการเกิดยุคน้ำแข็งฉับพลันหรือเกิดภูเขาไฟระเบิด ทำให้มีการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งในทะเลและบนพื้นดินจำนวนมาก
3. มหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic Era) เป็นช่วงของ 245 – 65 ล้านปีก่อน ไดโนเสาร์ชนิดแรกเกิดขึ้นและกลายเป็นกลุ่มเด่น ในยุคนี้เริ่มมีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพวกมีกระเป๋าหน้าท้องและรก รวมทั้งแมลงต่างๆ และเกิดการกระจายพันธุ์อย่างมากมายของพืช ในช่วงแรกของมหายุคมีโซโซอิกมีพืชเมล็ดเปลือยมาก ทั้งเฟิร์นและสน เกิดพืชดอกชนิดแรก เชื่อกันว่าภูเขาไฟระเบิดครั้งใหญ่หรือการพุ่งชนของอุกกาบาต ทำให้มีการสูญพันธุ์จำนวนมากและมหายุคมีโซโซอิกสิ้นสุดลง
4. มหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic Era) เป็นช่วงของ 65 ล้านปีก่อนจนถึงปัจจุบัน การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์เปิดทางให้เกิดการกระจายพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนานาชนิดทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ เช่น ม้า สุนัข และหมี พบลิงไม่มีหาง (ape) และในราว 5-1.8 ล้านปีก่อน พบบรรพบุรุษของมนุษย์ ส่วนบรรพบุรุษของมนุษย์ปัจจุบันนั้นพบในช่วง 1.8 ล้านปี - 11,000 ปีก่อน ในมหายุคซีโนโซอิกนี้พืชดอกกลายเป็นพืชกลุ่มเด่น

ตารางวิวัฒนาการตามยุคทางธรณีวิทยา

มหายุค (Era)	ยุค และ สมัย (Period & Epoch)		วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (Evolution of Life)
ซีโนโซอิก Cenozoic	ควอเทอร์นารี Quaternary	โฮโลซีน Holocene	มนุษย์ปัจจุบัน
		ไพลสโตซีน Pleistocene	มนุษย์สมัยหิน
	เทอร์เธียรี Tertiary	ไพลโอซีน Pliocene	สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และช้างแพร่หลาย
		ไมโอซีน Miocene	ไม้ดอกเจริญเต็มที่ เริ่มมีหมีและสุนัข
		โอลิโกซีน Oligocene	เริ่มมีหมูและลิง
		อีโอซีน-พาลีโอซีน Eocene-Paleocene	ต้นตระกูลม้า สัตว์กีบ และช้าง
มีโซโซอิก Mesozoic	ครีเทเชียส Cretaceous		เริ่มมีพันธุ์ไม้ดอก หอยน้ำจืดแพร่หลาย ยังคงมีไดโนเสาร์ในตอนปลายยุค ไดโนเสาร์และแอมโมนอยด์เริ่มสูญพันธุ์
	จูแรสซิก Jurassic		ยุคของไดโนเสาร์ และมีแอมโมนอยด์แพร่หลาย เริ่มมีนก
	ไทรแอสซิก Triassic		ยุคของสัตว์เลื้อยคลานทั้งบนบกและในน้ำ เริ่มมีไดโนเสาร์
พาลีโอโซอิก Paleozoic	เพอร์เมียน Permian		สัตว์เลื้อยคลานมีหลายหลายพันธุ์ ไทรโลไบต์เริ่มสูญพันธุ์ เริ่มมีแมลงปีกแข็ง
	คาร์บอนิเฟอรัส Carboniferous		มีเฟิร์นขนาดยักษ์และป่าไม้เจริญเต็มที่ (ให้ถ่านหิน) มีแมลงปอขนาดยักษ์
	ดีโวเนียน Devonian		ยุคของปลา กำเนิดปลาฉลาม เริ่มมีแมลงและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกคืบคลานอยู่บนพื้นดิน
	ไซลูเรียน Silurian		มีปลาทะเลและสัตว์ทะเลหลากหลายพันธุ์ เช่น แกรปโทไลต์ ไทรโลไบต์ขนาดใหญ่ บนพื้นดินเริ่มมีพันธุ์ไม้ปรากฏ
	ออร์โดวิเชียน Ordovician		เริ่มต้นตระกูลปลา แต่ยังไม่มีครีบและขากรรไกร มีไทรโลไบต์ขนาดใหญ่ แกรปโทไลต์และปะการังแพร่หลาย มีนอทิลอยด์ขนาดยักษ์
	แคมเบรียน Cambrian		เริ่มมีสัตว์ที่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว เช่น ไทรโลไบต์ แกรปโทไลต์ ไครนอยด์ และหอยชนิดต่างๆ
พรีแคมเบรียน Precambrian			มีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอาศัยในทะเล เช่น แมงกะพรุนและกัลปังหา

ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (http://www.dmr.go.th/ewtadmin/ewt/dmr_web/main.php?filename=era)

2.3.5 การศึกษาวิวัฒนาการ

แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1. Microevolution เป็นการศึกษาวิวัฒนาการในระดับประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของพันธุกรรม ของประชากรที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องสะสมไปทีละเล็กน้อย อันเป็นกลไกที่แท้จริงในกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต จนประชากรใหม่มีความแตกต่างจากประชากรเดิมมาก (เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่)
2. Macroevolution เป็นวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นในกลุ่มสิ่งมีชีวิตระดับสปีชีส์ขึ้นไป เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะรูปร่างและการดำรงชีวิตหลากหลายรูปแบบ โดยการเปลี่ยนแปลงนำไปสู่สิ่งมีชีวิตหลากหลายในปัจจุบัน

2.4 ไวรัสวิทยา (Virology)

ไวรัสวิทยา (Virology) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับไวรัสและคุณสมบัติของไวรัส เช่น การเพิ่มจำนวน การติดเชื้อ ระบบภูมิคุ้มกัน วัคซีนสำหรับไวรัส การแพร่กระจายและการควบคุม

ไวรัส (Viruses) คือ สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก มีกรดนิวคลีอิกชนิดเดียว อาจเป็น DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่เพิ่มจำนวนเมื่ออยู่นอกเซลล์โฮสต์ แต่เมื่ออยู่ในเซลล์โฮสต์สามารถเพิ่มจำนวนได้โดยอาศัยกลไกของสิ่งมีชีวิตที่ไวรัสเข้าไปอยู่ จึงจัดเป็นปรสิตภายในเซลล์อย่างแท้จริง (obligate intracellular parasite) คำว่าไวรัสมาจากภาษาลาตินแปลว่า พิษ (poison) ใช้เรียกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากที่สามารถลอดผ่านเครื่องกรองแบคทีเรีย และทำให้เกิดโรคได้

2.4.1 วิธีการศึกษารูปร่างลักษณะของไวรัส

วิธีการศึกษารูปร่างลักษณะของไวรัส โดยอาศัยกล้องจุลทรรศอิเล็คตรอนนั้น ทำได้หลายวิธี คือ

1. ทำให้เกิดเงาของอนุภาค (shadow-casting) โดยการใช้สารทึบแสง เช่น ทองคำหรือยูเรเนียม เคลือบบนผิวอนุภาคไวรัส แล้วทำให้เกิดเงาของอนุภาคโดยทำมุมต่างๆ กัน เมื่อถ่ายภาพของเงาที่เกิดขึ้นนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น ทำให้คาดคะเนรูปร่างของไวรัสได้
2. การย้อมสีด้วยโลหะหนัก (negative staining) โดยใช้ฟอสโฟทังสเตต (phospho tungstate) และยูเรนิลอะซิเตต (uranyl acetate) ซึ่งจะซึมเข้าไปตามช่องว่างในอนุภาค เมื่อถ่ายรูปผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จะเห็นรายละเอียดของอนุภาคได้

3. การดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) ทำให้เห็นรายละเอียดบนผิวอนุภาคและทราบความลึก ความสูงของผิวอนุภาคได้
4. การศึกษาด้วยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction) ทำให้ศึกษารายละเอียดภายในและรูปร่างของอนุภาค รวมทั้งการประกอบเข้าเป็นหน่วยย่อยของอนุภาคด้วย
5. การศึกษาด้วยการตัดหรือเฉือนตัวอย่างให้บางมาก (Ultrathin section) ใช้ศึกษารูปร่างลักษณะของไวรัสที่อยู่ภายในเซลล์ ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ และผลของไวรัสที่มีต่อเซลล์ด้วย

2.4.2 ขนาดของไวรัส

ไวรัสมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 20-250 นาโนเมตร โดยทั่วไปมีขนาดเล็กกว่าที่จะมองดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงธรรมดา การวัดขนาดไวรัสทำได้สามวิธี คือ

1. การกรองผ่านแผ่นเยื่อกรองที่ทราบขนาดรูของแผ่นกรองนั้น
2. การใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง (Ultracentrifuge) ซึ่งสามารถคำนวณขนาดไวรัสได้จากอัตราที่อนุภาคไวรัสตกตะกอน
3. อาศัยดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

2.4.3 องค์ประกอบของไวรัส

อนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์ที่เรียกว่าวิริออน (Virion) ทุกชนิดประกอบด้วยกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) และโปรตีนห่อหุ้มที่เรียกว่าแคพซิด (capsid) ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อย (subunit) ที่เหมือนกันมาเรียงกันซ้ำๆ จำนวนมาก หน่วยย่อยนั้นเรียกว่าแคพโซเมอร์ (capsomer) นอกจากนี้ไวรัสบางชนิดยังอาจมีเอนเวลโลป (envelope) ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน ลิพิด คาร์โบไฮเดรต ห่อหุ้มแคพซิดอีกทีหนึ่ง รายละเอียดดังนี้

2.4.3.1 กรดนิวคลีอิก (Nucleic acid)

เป็นสารพันธุกรรม โครงสร้างส่วนนี้เรียกว่ายีโนม (genome) กรดนิวคลีอิกของไวรัสอาจจะเป็นชนิด Deoxyribonucleic acid ซึ่งนิยมเขียนย่อๆ ว่า DNA หรือชนิด Ribonucleic acid ซึ่งนิยมเขียนย่อๆ ว่า RNA ชนิดใดชนิดหนึ่ง ชนิดของกรดนิวคลีอิกที่พบในไวรัสมี 4 แบบ คือ DNA สายคู่ DNA สายเดี่ยว RNA สายคู่ และ RNA สายเดี่ยว ยีโนมของไวรัสอาจเป็นเส้นตรง เป็นท่อนหรือเป็นวงกลม

2.4.3.2 **แคพซิด** (Capsid)

เป็นส่วนที่หุ้มยีโมนของไวรัส ประกอบด้วยโปรตีนหน่วยที่เล็กที่สุดเรียกว่า โปรโตเมอร์ (Protomer) ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกันหรืออาจเป็นหลายชนิดก็ได้ โปรโตเมอร์หลายโมเลกุลประกอบขึ้นเป็นหน่วยย่อยซึ่งเรียกว่าแคพโซเมอร์ (capsomer) และหลายๆ แคพโซเมอร์รวมกันเป็นแคพซิด แคพซิดและกรดนิวคลีอิกรวมกันเรียกว่า นิวคลีโอแคพซิด (nucleocapsid) หน้าที่ของแคพซิด คือ ช่วยปกป้องยีโนมของไวรัสจากการถูกทำลายด้วยสิ่งแวดล้อมภายนอก และช่วยในการเกาะติด (attachment) กับที่รับ (receptor site) ที่อยู่บนเซลล์ของโฮสต์ เพื่อเข้าสู่เซลล์นั้น สำหรับไวรัสที่มีแคพซิดเป็นส่วนประกอบชั้นนอกสุดของอนุภาค

การเรียงตัวของแคพโซเมอร์เพื่อประกอบเป็นแคพซิดจะต้องสัมพันธ์กับโครงสร้างของยีโนมด้วย แต่ละแคพโซเมอร์จะยึดจับกับกรดนิวคลีอิกโดยเรียงตัวแตกต่างไปตามชนิดของไวรัส ทำให้เกิดรูปร่างของไวรัสขึ้น แบ่งเป็นสามแบบ คือ

1 การเรียงตัวแบบหลายเหลี่ยม (icosahedral symmetry) แคพซิดมีลักษณะเหมือนเกิดจากรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 20 รูปมาประกอบกัน เกิดเป็นรูปร่างลูกบาศก์ ซึ่งมี 12 มุมหรือยอด การเรียงตัวแบบนี้แคพซิดและยีโนมจะอยู่กันอย่างหลวมๆ แคพโซเมอร์ที่อยู่บริเวณหน้าของรูปสามเหลี่ยมมักประกอบขึ้นด้วยโปรโตเมอร์ 6 หน่วย เรียกรวมกันว่า เฮกซาเมอร์ (hexamers) หรือเฮกซอน (hexons) ส่วนแคพโซเมอร์ที่อยู่บนมุมหรือยอดประกอบขึ้นด้วยโปรโตเมอร์ 5 หน่วย เรียกว่า เพนตาเมอร์ (pentamers) หรือเพนตอน (pentons)
2 การเรียงตัวแบบทรงกระบอก (helical symmetry) แต่ละแคพโซเมอร์มักจะประกอบไปด้วยโปรโตเมอร์เพียงชนิดเดียวเรียงตัวล้อมรอบยีโนมอย่างใกล้ชิดเป็นเกลียวหมุนไปทางเดียวมองเห็นรูปร่างเป็นแท่งทรงกระบอก
3 การเรียงตัวแบบซับซ้อน (complex structure) แคพซิดของไวรัสอาจจะมีรูปร่างปนกันทั้งสองแบบหรือบางชนิดมีรูปร่างแปลกๆ คล้ายรูปลูกปืน หรือคล้ายรูปแผ่นอิฐ

2.4.3.3 **เอนเวลโลปหรือเยื่อหุ้มแคพซิด** (envelope)

พบในไวรัสบางชนิด ไวรัสที่ไม่มีเอนเวลโลปมาล้อมรอบส่วนของแคพซิดอีกชั้นหนึ่งเรียกว่า naked virus หรือ nonenveloped virus ส่วนไวรัสที่มีเอนเวลโลปล้อมรอบแคพซิดนั้นเรียกว่า enveloped virus เอนเวลโลปอาจเป็นสารโปรตีนรวมกับคาร์โบไฮเดรต หรือที่เรียกว่า ไกลโคโปรตีน (glycoprotein) เอนเวลโลปของไวรัสบางชนิดอาจมีส่วนที่ยื่นออกไปโดยรอบเรียกว่า สไปค์ (spike) หรือ เพบโพลเมอร์ (peplomer) หน้าที่ของเอนเวลโลปคือ

1. ทำให้เกิดความแตกต่างของแอนติเจนบนผิวเอนเวลโลปของไวรัส
2. เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการงอกหลุดออก (budding) ของ enveloped virus จากเซลล์
3. ใช้เป็นส่วนที่ช่วยให้เข้าสู่อีกเซลล์หนึ่งได้ โดยช่วยให้เกิดการติดเชื้อ (infection) โดยวิธีหลอมเชื่อม (fusion)

ในอนุภาคของไวรัส นอกจากจะประกอบด้วยกรดนิวคลีอิก โปรตีนที่เป็นแคพซิด และเอนเวลโลป ไวรัสบางชนิดยังมีโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ (viral enzyme) ซึ่งเอนไซม์ของไวรัสอาจเกิดจากไวรัสสร้างเองหรือโฮสต์ที่ไวรัสเข้าไปอาศัยอยู่สร้างขึ้นก็ได้

2.4.4 การเพิ่มจำนวนของไวรัส

ไวรัสเจริญเพิ่มจำนวนได้โดยกระบวนการจำลองตัวเองเฉพาะเมื่ออยู่ภายในเซลล์มีชีวิตที่เหมาะสมเท่านั้น หรือเรียกว่าเซลล์โฮสต์ เนื่องจากไวรัสต้องอาศัย ออร์แกเนลล์ (organelles) ต่างๆ ซึ่งเป็นโครงสร้างย่อยที่มีขนาดเล็กอยู่ภายในเซลล์และมีหน้าที่เฉพาะ สร้างสิ่งต่างๆ ที่ไวรัสต้องการขึ้นมาโดยมียีโนมของไวรัสเป็นตัวทำหน้าที่ควบคุม เมื่อได้รับส่วนประกอบต่างๆ ที่ต้องการครบแล้ว ส่วนประกอบต่างๆ เหล่านั้นจะรวมตัวประกอบกันเข้าเป็นอนุภาคที่สมบูรณ์รุ่นลูก (progeny virion) ซึ่งมักมีจำนวนมากมายอย่างน้อยเป็นร้อยเท่าขึ้นไปจากจำนวนอนุภาคเดิมของรุ่นแม่ (parental virion) อนุภาคใหม่ที่ได้นี้มีส่วนประกอบและคุณสมบัติเหมือนเดิมทุกอย่างและจะออกจากเซลล์เดิมหรือหลุดออกจากเซลล์ เพื่อเข้าสู่เซลล์ใหม่ที่เหมาะสมและเพิ่มจำนวนให้มากขึ้น เฉพาะอนุภาคไวรัสที่มีส่วนประกอบครบสมบูรณ์ทุกอย่าง และสามารถเจริญเพิ่มจำนวนได้เรียกว่าอนุภาคที่สามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อได้ (infectious particle)

กระบวนการเกิดโดยการที่ไวรัสจะเกาะยึดกับเซลล์ที่ตำแหน่งที่จำเพาะ ทั้งอนุภาคของไวรัสหรือเฉพาะกรดนิวคลีอิกเท่านั้นที่จะแทรกซึมผ่านเข้าเซลล์ ถ้าเข้าทั้งอนุภาคจะต้องถอดเปลือกโปรตีนเพื่อปล่อยกรดนิวคลีอิกออก การสืบพันธุ์ของไวรัสเกิดในไซโทพลาซึมหรือนิวเคลียสหรือทั้งสองแห่ง โปรตีนของไวรัสและกรดนิวคลีอิกจะรวมกันเข้าเป็นอนุภาคไวรัสและปล่อยออกจากเซลล์ กระบวนการมีดังนี้ คือ

2.4.4.1 การเกาะติด (Adsorption)

ไวรัสจะเข้าจับกับผิวเซลล์ โดยที่ไวรัสเอาส่วนเกาะติด (attachment site) ซึ่งอยู่บนส่วนนอกสุดของอนุภาค เกาะกับที่รับ (receptor site) ซึ่งจำเพาะกันบนผิวเซลล์ของเซลล์โฮสต์ ไวรัสบางชนิดอาจมีส่วนประกอบพิเศษในการเกาะติดโดยเฉพาะ

2.4.4.2 **การเข้าสู่เซลล์และการถอดเปลือกโปรตีน** (Penetration and Uncoating)

วิธีที่ไวรัสจะแทรกซึมเข้าเซลล์นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของเซลล์โดยเฉพาะโครงสร้างที่ผิวเซลล์ สำหรับไวรัสสัตว์มีกลไกการเข้าสู่เซลล์หลายวิธี คือ

1. การหลอมเชื่อม (fusion) ไวรัสที่มีเอนเวลโลปนั้น โปรตีนที่ผิวเอนเวลโลปจะเชื่อมกับเยื่อหุ้มเซลล์ของโฮสต์ แล้วปล่อยนิวคลีโอแคพซิดเข้าไซโทพลาซึมของโฮสต์ แล้วถอดแคพซิดออกอีกที โดยโฮสต์จะปล่อยไลโซไซม์ออกมาย่อยแคพซิด เหลือแต่กรดนิวคลีอิก
2. การกลืนกิน (engulfment) เซลล์กลืนเอาอนุภาคไวรัสเข้าไปอยู่ใน vacuole ของไซโทพลาซึม วิธีนี้เรียกว่าไวโรเพกซิส (Viropexis) ต่อจากนั้นผนังของ vacuole จะแตกปล่อยอนุภาคของไวรัสเข้าสู่ไซโทพลาซึม
3. การผ่านเข้าโดยตรง (direct penetration) เป็นการที่ไวรัสแทรกเข้าโดยตรงผ่านเยื้อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เข้าสู่ไซโทพลาซึม

สำหรับไวรัสพืช จะเป็นการผ่านเข้าโฮสต์เซลล์โดยผ่านทางรู (ectodesmata) ช่องเปิดหรือบาดแผล การใช้มีดตัดแต่งกิ่งของต้นที่มีไวรัสทำให้ไวรัสติดใบมีด เมื่อมาตัดแต่งกิ่งปกติก็ทำให้รับไวรัสเข้ามา นอกจากนี้ยังติดต่อทางพาหะ เช่น ไวรัสติดไปกับปากดูดของแมลงเมื่อแมลงดูดน้ำเลี้ยงของพืช เมื่อไวรัสเข้าเซลล์พืชแล้วจึงถอดเปลือกโปรตีนออก ไวรัสบางชนิดสามารถเข้าสู่เซลล์ได้มากกว่าหนึ่งวิธี

2.4.4.3 **การสังเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ของไวรัส** (Biosynthesis of virus)

เมื่อไวรัสเข้าเซลล์แล้วจะตรวจหาไวรัสไม่พบในเซลล์ ระยะนี้ไวรัสกำลังสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและโปรตีน ซึ่งขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ได้รับจากยีโนมของไวรัส แบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การถอดรหัสระยะต้น (early transcription) เป็นการสร้าง mRNA (messenger RNA) จากกรดนิวคลีอิก (DNA หรือ RNA) โดยยกเว้นไวรัสที่มียีโนมเป็น RNA สายบวก เนื่องจากยีโนมจะทำหน้าที่เป็น mRNA ได้ด้วย
2. การแปลรหัสระยะต้น (early translation) เป็นการสร้างโปรตีนที่จำเป็นในการเพิ่มจำนวนของไวรัส ส่วนมากเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มจำนวนยีโนมของไวรัส โปรตีนนี้เรียกว่าโปรตีนระยะต้น (early protein) ซึ่งมักไม่ใช่ส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างของไวรัส (non structural protein)
3. การเพิ่มจำนวนยีโนมของไวรัส (replication of viral genome) เป็นการเพิ่มจำนวน RNA หรือ DNA ซึ่งกลไกจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไวรัสว่าเป็น RNA หรือ DNA สายเดี่ยวหรือสายคู่ สายลบหรือสายบวก การเพิ่มจำนวนยีโนมอาจเกิดในนิวเคลียส (มักพบในไวรัสชนิดที่มี DNA) หรือในไซโทพลาซึม (มักพบในไวรัสชนิดที่มี RNA) โดยทั่วไป ไวรัสจะใช้ยีโนมของรุ่นแม่เป็นตัวต้นแบบสร้างสายกรดนิวคลีอิกที่

มีลำดับเบส (base) ตรงข้ามกันขึ้นมา สายกรดนิวคิลอิกนี้จะทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์สร้างสายกรดนิวคลีอิกที่มีลำดับเบสเหมือนกับไวรัสรุ่นแม่อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นยีโนมในรุ่นลูกต่อไป

4. การถอดรหัสและการแปลรหัสระยะหลัง (late transcription and late translation) จากยีโนมที่จำลองได้เป็นจำนวนมากจะถอดรหัสเป็น mRNA และแปลรหัสไปสร้างโปรตีนที่เป็นโครงสร้างของไวรัสจำนวนมาก โดยทั่วไปแล้วไวรัสจะสร้าง mRNA ขึ้นมาหลายๆ สายเพื่อเร่งให้กระบวนการเจริญเพิ่มจำนวนเสร็จสิ้นเร็วขึ้น ในขณะเดียวกันก็ได้ส่วนประกอบย่อยต่างๆ มากพอที่จะประกอบกันเข้าเป็นอนุภาคไวรัสรุ่นลูกทีละมากๆ พร้อมกันได้

2.4.4.4 **การรวมเป็นไวรัสที่สมบูรณ์** (Assembly or Maturation)

ยีโนมและโปรตีนที่สร้างขึ้นจะรวมเป็นอนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่ไวรัสที่มีกรดนิวคลีอิกชนิด DNA จะรวมตัวเป็นอนุภาคที่สมบูรณ์ในนิวเคลียส และไวรัสที่มีกรดนิวคลีอิกชนิด RNA จะรวมกันเป็นอนุภาคสมบูรณ์ในไซโทพลาซึม สำหรับเอนเวลโลปไวรัสจะสอดแทรกโปรตีนโครงสร้างของไวรัสเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์หรือเยื่อหุ้มนิวเคลียส จากนั้นนิวคลีโอแคพซิดจะถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อส่วนนั้นซึ่งจะกลายเป็นส่วนเอนเวลโลปของไวรัส

2.4.4.5 **การออกจากเซลล์** (Release)

เป็นการปล่อยไวรัสออกจากโฮสต์เซลล์ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของไวรัส และขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและส่วนประกอบของเซลล์ด้วย ถ้าผนังเซลล์แข็งแรงและคงรูปร่างดีมากอย่างในกรณีของแบคทีเรีย ไวรัสจะหลุดออกจากเซลล์ได้โดยการใช้เอนไซม์ไลโซไซม์ (lysozyme) ย่อยผนังเซลล์ จนมีผลทำให้เซลล์แตก ไวรัสจึงออกนอกเซลล์ได้ ไวรัสสัตว์บางชนิดมีวิธีการออกจากเซลล์โดยต้องทำให้เซลล์แตกก่อน แต่บางชนิดมีวิธีออกจากเซลล์โดยการแตกหน่อผ่านเยื่อหุ้มนิวเคลียส ไวรัสที่มีเอนเวลโลปบางชนิดออกจากโฮสต์เซลล์โดยแตกหน่อผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ในไวรัสพืชจะออกจากเซลล์โดยผ่านช่องทางพิเศษ

2.4.5 **การจัดจำแนกกลุ่มของไวรัส** (Classification of viruses)

ในอดีตมีการใช้เทคนิคทางห้องปฏิบัติการหลายอย่างเพื่อดูคุณสมบัติของไวรัสและนำมาใช้ในการจัดจำแนก เช่น การดูรูปร่างไวรัสด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน การดูความคงทนของไวรัสต่อ อุณหภูมิ ความเป็นกรดหรือด่าง (pH) สารละลายไขมัน การดูขนาดของไวรัสโดยการใช้เครื่องกรองที่มีขนาดรูกรองต่างๆ

แต่เดิมการจัดจำแนกไวรัสขึ้นอยู่กับชนิดของโฮสต์ที่ไวรัสเข้าไปอาศัยอยู่ เช่น ไวรัสที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ในคนหรือสัตว์ (Animal viruses) ไวรัสที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ในแบคทีเรีย (Bacteriophages หรือ phages) หรือไวรัสที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ในพืช (Plant viruses) นอกจากนี้ยังจำแนกตามชนิดของเนื่อเยื่อที่ไวรัสชอบ เช่น ไวรัสที่ชอบเนื้อเยื่อประสาท (neurotropic virus) ไวรัสที่ชอบเนื้อเยื่อผิวหนัง (dermatotropic virus) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้คำนึงถึงสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของไวรัสเพื่อใช้ในการจัดจำแนกไวรัส

1. ลักษณะขั้นต้น (Primary characteristics) ในการจัดจำแนกไวรัสอาศัยสมบัติดังนี้
   1.1 สมบัติทางเคมีของกรดนิวคลีอิก อาจเป็น DNA หรือ RNA สายเดี่ยวหรือสายคู่ หรือเป็นท่อน RNA สายเดี่ยวอาจเป็นชนิดสายบวกหรือสายลบ นอกจากนี้ยังพิจารณาจากน้ำหนักโมเลกุลของกรดนิวคลีอิกด้วย
   1.2 โครงสร้างของวิริออน อาจเป็นท่อนยาว หลายเหลี่ยม หรือแบบเชิงซ้อน มีเอนเวลโลปหรือไม่มีเอนเวลโลป พิจารณาจากจำนวนของแคพโซเมอร์ที่มาประกอบกันเป็นแคพซิดในไวรัสที่มีรูปร่างหลายเหลี่ยม จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของนิวคลีโอแคพซิดในไวรัสที่มีรูปร่างเป็นท่อนยาว
   1.3 ตำแหน่งในการเพิ่มจำนวนของไวรัส อาจเกิดในนิวเคลียสหรือในไซโทพลาซึมแล้วแต่ชนิดของไวรัส หลังจากนี้จะรวมตัวกับแคพโซเมอร์หรือมีแคพซิดมาห่อหุ้มเพื่อเป็นอนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์ เอนเวลโลปได้มาจากเยื่อหุ้มนิวเคลียสหรือเยื่อหุ้มเซลล์
2. ลักษณะขั้นรอง (Secondary characteristics)ในการจัดจำแนกไวรัส อาศัยสมบัติดังนี้
   2.1 ความชอบโฮสต์ ไวรัสอาจชอบเจริญในโฮสต์ หรือเนื้อเยื่อของโฮสต์ต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากไวรัสมีความจำเพาะกับเซลล์แต่ละชนิด
   2.2 วิธีการแพร่กระจายหรือติดต่อโรคในธรรมชาติ โดยเชื้อไวรัสเข้าทางผิวหนัง เยื่อบุ โดยการหายใจ การกิน หรือมีเพศสัมพันธ์ หรือติดต่อจากพ่อแม่ไปยังลูก ไวรัสบางชนิดมีพาหะนำเชื้อไป

นอกจากนี้ ยังมีการใช้เทคนิคทางด้านโมเลกุล และพันธุกรรมในการจัดจำแนกไวรัส สำหรับนักไวรัสวิทยาที่ศึกษาทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุลจะจัดจำแนกไวรัสโดยอาศัยการเพิ่มจำนวน(replication) และการแสดงออกของยีโนมของไวรัส โดยแบ่งไวรัสออกเป็น 6 คลาส (class) ขึ้นกับวิธีสร้าง mRNA ส่วนนักชีววิทยาทั่วไปจะจัดแบ่งเป็นตระกูล (family) จีนัส (genus) สปีชีส์ (species) ปัจจุบันได้ยอมรับระบบการจำแนกไวรัสอีกระบบหนึ่งโดยใช้เป็นรหัสเรียกว่า คริพโตแกรม (cryptogram) อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์และคนส่วนใหญ่จะเข้าใจได้ง่ายกว่า เมื่อเรียกชื่อไวรัสด้วยชื่อที่คุ้นเคย เช่น เรียกไวรัสก่อโรคฝีดาษ

ว่า pox virus เรียกไวรัสก่อโรคจุดวงแหวนในมะละกอว่า papaya ring spot virus และเรียกไวรัสก่อโรคในตับว่า Hepatitis virus

2,4,6 พยาธิกำเนิดต่อโฮสต์ในระดับเซลล์

การตอบสนองของเซลล์อาจจะเกิดขึ้นได้หลายอย่าง เช่น

1. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปร่างของเซลล์ให้เห็นเลย แต่อาจจะมีผลในด้านการเจริญเพิ่มจำนวนของไวรัส
2. ไวรัสจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เซลล์หรือภายในเซลล์ เช่น
   - 2.1 การรวมตัวของเซลล์ (Cell fusion) เป็นการที่ผิวของเซลล์ที่อยู่ใกล้เคียงกันเชื่อมติดกันกลายเป็นเซลล์เดียวกัน เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของเซลล์ ทำให้ได้เซลล์ที่มีหลายนิวเคลียส
   - 2.2 เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น (Giant cell) เช่น ไวรัสโรคคางทูม
   - 2.3 เซลล์สร้างสารที่เรียกว่าอินคลูชันบอดี (Inclusion body) ขึ้นภายในเซลล์ซึ่งอาจจะพบที่บริเวณนิวเคลียสหรือไซโทพลาซึมก็ได้
   - 2.4 เกิดลักษณะที่เรียกว่า Syncytial formation คือเซลล์ที่ติดเชื้อแล้วจะกลายเป็นทั้งมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีนิวเคลียสหลายอันรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม
   - 2.5 ทำให้เซลล์เปลี่ยนแปลงทั้งคุณสมบัติและรูปร่าง (Cell transformation) โดยมากเป็นเซลล์ที่ถูกติดเชื้อด้วยไวรัสที่ทำให้เกิดมะเร็ง เช่น ทำให้ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์กั้นระหว่างเซลล์ที่ติดกัน และมีคุณสมบัติทางด้านพฤติกรรมเปลี่ยนไปคือทำให้เซลล์แบ่งตัวกันไปเรื่อยๆ ทับถมกันหลายชั้นกลายเป็นก้อนเนื้อคล้ายๆ ก้อนเนื้องอก
   - 2.6 ทำให้เซลล์เปลี่ยนรูปร่างจากเดิม ค่อยๆ มีรูปร่างกลม จากนั้นเซลล์จะหลุดออกจากที่เกาะแล้วเสื่อมสลายไป เรียกว่า เซลล์เกิดพยาธิสภาพ (Cytopathogenic Effect) หรือเรียกย่อๆ ว่า CPE

2.4.7 ผลจากการที่เซลล์ติดเชื้อไวรัส

เชื้อไวรัสเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางผิวหนัง ทางการหายใจ ทางการกิน ทางระบบปัสสาวะและระบบสืบพันธุ์ ทางเยื่อบุตา ผ่านทางรก โดยการรับเลือดและการปลูกถ่ายอวัยวะ

โดยทั่วไป หลังจากที่ไวรัสเข้าสู่เซลล์ที่เหมาะสมแล้ว ถือว่ามีการติดเชื้อไวรัสเกิดขึ้น ซึ่งต่อจากนั้นอาจทำให้มีผลต่อร่างกายของคนหรือสัตว์ได้หลายแบบ คือ การติดเชื้อแบบไม่มีอาการ (Asymptomatic infection) เกิดโรคเฉียบพลัน (Acute clinical disease) ชักนำให้เกิดมะเร็ง (induction of cancer) หรือ

เกิดความผิดปกติทางระบบประสาทอย่างลุกลามและเรื้อรัง (Chronic progressive neurological disorder)

ผลต่างๆ ที่เกิดจากการได้รับเชื้อไวรัสนั้น อาจจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างประกอบกัน เช่น จำนวนของอนุภาคไวรัสที่ทำให้เกิดการติดเชื้อได้ ระดับความรุนแรงในการก่อโรคของไวรัส หนทางที่ไวรัสใช้อาศัยเพื่อเข้าไปสู่เซลล์ที่เป็นเป้าหมาย หน้าที่ของเซลล์ ระยะเวลาที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนไวรัส การแพร่เชื้อกระจายไปสู่เซลล์อื่นๆ การตอบโต้ของโฮสต์

ลักษณะการติดเชื้อไวรัสในโฮสต์อาจเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ คือ

1. การติดเชื้อแบบเฉียบพลัน (acute infection) เป็นการติดเชื้อที่มีระยะฟักตัวสั้น ระยะเวลาดำเนินโรคและหายจากโรคเป็นไปโดยรวดเร็ว เมื่อสิ้นสุดระยะโรคแล้วเชื้อจะค่อยๆ หมดไปจากร่างกาย อาจเป็นการติดเชื้อเฉพาะที่หรือติดเชื้อแบบแพร่กระจายก็ได้ โรคไวรัสส่วนใหญ่เป็นการติดเชื้อแบบเฉียบพลัน เช่น หัด หัดเยอรมัน ไข้หวัดใหญ่
2. การติดเชื้อแบบไม่แสดงอาการ (subclinical หรือ inapparent หรือ asymptomatic infection) การติดเชื้อดำเนินไปเหมือนกับการติดเชื้อแบบเฉียบพลัน มีการเพิ่มจำนวนของไวรัสและแพร่เชื้อออกจากร่างกายโดยที่โฮสต์ไม่แสดงอาการของโรค อาจเกิดขึ้นเนื่องจากเป็นไวรัสชนิดไม่มีความรุนแรง หรือระบบภูมิคุ้มกันของโฮสต์มีประสิทธิภาพ หรือไวรัสไม่สามารถไปถึงอวัยวะเป้าหมาย เช่น การติดเชื้อไวรัสเริม หัดเยอรมัน ตับอักเสบเอหรือบี โปลิโอ
3. การติดเชื้อแบบยืดเยื้อ (persistent infection) ไวรัสจะสามารถอยู่ในร่างกายได้เป็นเวลานาน การติดเชื้อแบบนี้แบ่งย่อยออกเป็น 4 ชนิด คือ
   3.1 การติดเชื้อเรื้อรัง (chronic infection) ผู้ที่ติดเชื้อไม่สามารถกำจัดเชื้อไวรัสให้หมดไปจากร่างกายได้ ภายในร่างกายมีการเพิ่มจำนวนของไวรัสเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา อาจแสดงอาการหรือไม่ก็ได้ เรียกว่าเป็น พาหะ (carrier) แม้จะไม่แสดงอาการแต่สามารถแพร่เชื้อได้
   3.2 การติดเชื้อแอบแฝง (latent infection) เมื่อสิ้นสุดภาวะการดำเนินโรคแล้ว หรืออาจเป็นการติดเชื้อโดยไม่มีอาการ เชื้อไวรัสจะยังไม่หมดไปแต่จะไปแอบแฝงอยู่ในเซลล์บางชนิดในสภาพของ episome หรือแทรกอยู่กับโครโมโซมของเซลล์โดยไม่มีการเพิ่มจำนวน ภาวะเช่นนี้จะแยกเชื้อไวรัสไม่ได้ ถ้าร่างกายอ่อนแอลงหรือได้รับสิ่งเร้า เชื้อไวรัสจะถูกกระตุ้นให้มีการเพิ่มจำนวนขึ้นมาอีก
   3.3 ภาวะแทรกซ้อนซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการติดเชื้อแบบเฉียบพลัน (infection with complications) เช่น การเกิดโรคสมองอักเสบชนิด Subacute sclerosing panencephalitis (SSPE) ภายหลังจากที่เป็นโรคหัดแล้วนานตั้งแต่ 1-10 ปี

3.4 การติดเชื้อที่มีระยะฟักตัวนานมาก (slow infection) ใช้เวลาหลายปีกว่าจะปรากฏอาการและเมื่อมีอาการแล้วอาการจะค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ จนอาจถึงแก่ชีวิต เช่น โรคเอดส์

ตำแหน่งของการติดเชื้อ แบ่งออกเป็น

1. การติดเชื้อเฉพาะที่ (localized infection) ไวรัสจะเพิ่มจำนวนและทำลายเซลล์ของโฮสต์ในบริเวณช่องทางที่ไวรัสเข้าสู่ร่างกายเท่านั้น เช่น ที่ผิวหนัง เยื่อบุทางเดินหายใจ หรือเยื่อบุทางเดินอาหาร ไวรัสจะแพร่จากเซลล์แรกไปยังเซลล์ข้างเคียงและทำให้เกิดพยาธิสภาพเพียงบริเวณเดียว หรืออวัยวะระบบเดียว เช่น โรคหูด อุจจาระร่วง
2. การติดเชื้อแบบแพร่กระจาย (disseminated หรือ systemic infection) ไวรัสจะเพิ่มจำนวนตรงบริเวณที่เชื้อเข้าสู่ร่างกาย แล้วแพร่ไปยังต่อมน้ำเหลืองบริเวณใกล้เคียง (regional lymph node) ซึ่งไวรัสจะเพิ่มจำนวนอีกครั้ง แล้วจึงเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองและหลอดเลือด เมื่อเชื้อแพร่ไปถึงอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ม้าม จำเพิ่มจำนวนได้ไวรัสจำนวนมาก แล้วกลับเข้าสู่กระแสเลือดอีกเพื่อจะเดินทางไปอวัยวะเป้าหมาย ไวรัสยังอาจแพร่กระจายไปได้โดยทางแขนงประสาท เช่น ในโรคพิษสุนัขบ้า

2.4.8 ภูมิคุ้มกัน

การติดเชื้อแต่ละครั้ง จะมีการต่อสู้กันระหว่างกลไกของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและความสามารถของเชื้อในการหลีกเลี่ยงการทำลายนั้น กลไกของระบบภูมิคุ้มกัน แบ่งเป็นแบบไม่จำเพาะซึ่งเป็นด่านแรกในการป้องกันการติดเชื้อ และแบบจำเพาะ มีบทบาทในกรณีที่ร่างกายเคยได้รับเชื้อมาก่อนแล้ว

1. กลไกของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (nonspecific immunity) เริ่มแรกร่างกายจะป้องกันไม่ให้เชื้อเข้าสู่ร่างกาย หรือป้องกันไม่ให้เข้าสู่เซลล์เป้าหมาย หรือเป็นการกำจัดทำลายไวรัสโดยตรง องค์ประกอบที่มีบทบาทเหล่านี้ คือ
   1.1 สิ่งกีดขวางบนพื้นผิวต่างๆ ของร่างกาย (mechanical barriers) ประกอบด้วยผิวหนัง และเยื่อเมือกที่บุระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร และระบบขับถ่ายปัสสาวะ เป็นต้น โดยเซลล์สามารถหลุดลอกออกไป หรือสร้างเมือกทำให้ชะล้างเอาจุลชีพที่เกาะติดกับเยื่อเมือกออกไปก่อนที่จะเข้าสู่ร่างกาย นอกจากนี้ยังมีกลไกอื่นๆ เช่น การไอ จาม
   1.2 เซลล์กลุ่มฟาโกไซต์ (phagocyte) เชื้อที่ผ่านระบบป้องกันที่พื้นผิว มักจะถูกเซลล์กลุ่มนี้จับกินแล้วย่อยสลายให้เป็นชิ้นย่อยๆ การจับกินเชื้อก่อให้เกิดปฏิกิริยาการอักเสบ (inflamation) ในบริเวณที่มีเชื้ออยู่ จึงมีสารน้ำและเซลล์อื่นๆ ของระบบภูมิคุ้มกันเข้ามา ชักนำให้เกิดกลไกอื่นๆ ในการช่วยทำลายเชื้อนั้น

1.3 ระบบคอมพลีเมนต์ (Complement) เป็นกลุ่มของโปรตีนที่พบได้ในเลือด เมื่อถูกกระตุ้นแล้วจะทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถเกาะติดบนผิวของเชื้อหรือผิวเซลล์ที่มากระตุ้น ทำให้เกิดรูรั่วที่ผิวของเชื้อหรือของเซลล์นั้นและตายไปในที่สุด

1.4 อินเตอร์เฟียรอน (Interferon, IFN) เป็นโปรตีนที่สร้างขึ้นโดยเซลล์ และถูกขับออกนอกเซลล์ เพื่อไปกระตุ้นให้เซลล์ข้างเคียงสร้างโปรตีนต่างๆ (antiviral proteins) ที่มีผลยับยั้งการเพิ่มจำนวนหรือฆ่าเชื้อไวรัส และยังสามารถยับยั้งเชื้อไวรัสในขั้นตอนเข้าสู่เซลล์

2. กลไกของระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (Specific immunity)

2.1 ระบบภูมิคุ้มกันแบบสารน้ำ (Humoral immunity) เกิดขึ้นโดยร่างกายสร้างแอนติบอดีจำเพาะที่หมุนเวียนอยู่ในกระแสเลือด หรือของเหลวในร่างกายที่เรียกว่า อิมมิวโนกลอบิวลิน (immunoglobulin) เพื่อทำลายแอนติเจนที่แปลกปลอมและทำให้เชื้อตายได้

2.2 ระบบภูมิคุ้มกันแบบเซลล์ (Cell-mediated immunity) เป็นภูมิคุ้มกันที่อาศัยเซลล์พวกทีลิมโฟไซต์ (T lymphocyte) ที่อยู่ในเนื้อเยื่อน้ำเหลือง ไหลเวียนผ่านระบบน้ำเหลืองเข้าสู่เลือดและเนื้อเยื่อต่างๆ แล้วไหลเวียนกลับไปท่อน้ำเหลืองอีก เมื่อพบกับแอนติเจนที่แปลกปลอม ลิมโฟไซต์จะแบ่งเซลล์มากมายเพื่อทำลายเชื้อนั้น

เชื้อไวรัสสามารถใช้กลไกหลายชนิดเพื่อหลีกเลี่ยงการถูกทำลายโดยระบบภูมิคุ้มกัน ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงแอนติเจนของไวรัส (Antigenic variation) มีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันไม่สามารถกำจัดเชื้อไวรัสได้ เพราะระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมีความจำเพาะในการตอบสนองต่อแอนติเจนต่างๆ
2. การลดลงของโมเลกุล MHC บนผิวเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัส (Down regulation of MHC expression) เชื้อไวรัสสามารถชักนำให้เซลล์ที่ติดเชื้อลดการสร้างโมเลกุล MHC ทำให้มีจำนวนไม่มากพอที่จะกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน
3. การลดลงของโมเลกุลอื่นๆ บนผิวเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัส (Down regulation of surface antigen) เชื้อไวรัสสามารถชักนำให้เซลล์สร้างแอนติเจนบางชนิดที่มีบทบาทลดการกระตุ้นการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน
4. การติดเชื้อแอบแฝง (Latent infection) เชื้อไวรัสหลายชนิดแฝงอยู่ภายในเซลล์โดยไม่มีการสร้างเชื้อตัวใหม่ หรือไม่สร้างแอนติเจนของไวรัสให้ปรากฏบนผิวเซลล์ ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันไม่สามารถทำลายเซลล์นั้นได้

5. การกดระบบภูมิคุ้มกัน (Immunosuppression) หรือการติดเชื้อในเซลล์ของระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้เชื้อสามารถอยู่ในร่างกายได้เป็นเวลานาน และเกิดการติดเชื้อซ้ำได้อีก นอกจากนี้ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องยังทำให้ติดเชื้ออื่นได้ง่ายขึ้นด้วย

การตอบสนองทางภูมิคุ้มกันนอกจากจะมีประโยชน์ในการทำลายเชื้อไวรัสแล้ว ในบางครั้งอาจจะทำให้เกิดผลเสียที่ไม่ต้องการได้ เช่น มีการทำลายเซลล์ปกติของร่างกาย เกิดพยาธิสภาพของโรค หรือขัดขวางกลไกอื่นของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำลายเชื้อได้ดีกว่าไม่ให้เข้ามาทำลายเชื้อหรือเซลล์ที่ติดเชื้อ

ชนิดของภูมิคุ้มกันแบ่งตามลักษณะการสร้างเป็นสองชนิด คือ

1. ภูมิคุ้มกันสร้างเอง (Active immunity) คือ ภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นเมื่อได้รับเชื้อโรค ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นจะอยู่ได้นาน แบ่งเป็น
   1.1 ภูมิคุ้มกันสร้างเองเกิดตามธรรมชาติ (Natural active immunity) เมื่อร่างกายได้รับเชื้อ จะสร้างแอนติบอดีออกมาต่อต้านเชื้อนั้นๆ
   1.2 ภูมิคุ้มกันสร้างเองที่ทำขึ้น (Artificial active immunity) เกิดจากการนำแอนติเจนเข้าไปกระตุ้นให้ร่างกายสร้างแอนติบอดี เช่น การฉีดวัคซีน ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการสร้างภูมิคุ้มกัน ร่างกายไม่อาจป้องกันโรคได้ในทันทีที่ได้รับวัคซีน
2. ภูมิคุ้มกันที่รับมา (Passive immunity) คือ การทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรคทันทีโดยการให้สารที่มีคุณสมบัติในการป้องกันโรคเข้าไปโดยตรง แต่ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นจะอยู่ได้ไม่นาน แบ่งเป็น
   2.1 ภูมิคุ้มกันรับมาตามธรรมชาติ (Natural passive immunity) ถ่ายทอดตามธรรมชาติจากแม่ไปยังทารก โดยผ่านทางรกและน้ำนมเหลือง (colostrum)
   2.2 ภูมิคุ้มกันรับมาที่ทำขึ้น (Artificial passive immunity) โดยการฉีดซีรัม (serum) จากสัตว์หรือคนที่มีภูมิคุ้มกันอยู่แล้ว

2.4.9 **วัคซีนไวรัส**

การให้วัคซีนเป็นการทำให้ร่างการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมาเองเป็น active immunization อนุภาคของเชื้อไวรัสหรือหน่วยโครงสร้างของอนุภาคที่นำมาทำเป็นวัคซีนจะทำหน้าที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทำให้ร่างกายเกิดภูมิต้านทานต่อการติดเชื้อไวรัสตามธรรมชาติ วัคซีนไวรัสที่มีใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ

1. วัคซีนเชื้อตาย (killed หรือ inactivated vaccine) ซึ่งแบ่งย่อยออกไปตามองค์ประกอบของวัคซีน คือ
   1.1 วัคซีนเตรียมจากอนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์ (whole virion) เช่น วัคซีนโรคพิษสุนัขบ้า
   1.2 วัคซีนเตรียมจากหน่วยโครงสร้างของอนุภาคไวรัส (virus subunit) เช่น วัคซีนไข้หวัดใหญ่

1.3 วัคซีนเตรียมจากวิธีพันธุวิศวกรรม (recombinant vaccine) เช่น วัคซีนไวรัสตับอักเสบ บี วัคซีนกลุ่มนี้มีข้อดีที่มีความปลอดภัยสูง เพราะไม่มีเชื้อที่มีชีวิตหลงเหลืออยู่ แต่มีข้อเสียที่ส่วนใหญ่ให้ได้ด้วยการฉีดเท่านั้น และมักต้องฉีดกระตุ้นหลายครั้ง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นจะอยู่ในกระแสเลือดเป็นส่วนใหญ่ มักไม่มีการสร้างภูมิคุ้มกันเฉพาะที่

2. วัคซีนเชื้อมีชีวิต (live vaccine) ประกอบด้วยเชื้อไวรัสที่ยังมีชีวิต มีความสามารถในการติดเชื้อ เพิ่มจำนวนในร่างกาย วัคซีนนี้แบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 วัคซีนเชื้อมีชีวิตอ่อนฤทธิ์ (live attenuated vaccine) มีความสามารถในการก่อโรคต่ำ แต่ในบางครั้งอาจทำให้เกิดอาการของโรคอย่างอ่อนๆ ได้ เช่น วัคซีนหัด หัดเยอรมัน คางทูม

2.2 วัคซีนเชื้อมีชีวิตมีฤทธิ์ (live attenuated vaccine) ใช้เชื้อที่ยังมีความสามารถในการก่อโรคเหมือนเชื้อตามธรรมชาติ แต่นำมาให้ในช่องทางที่ผิดจากธรรมชาติทำให้เชื้อไม่สามารถก่อโรค

วัคซีนเชื้อมีชีวิตมีข้อดี คือ สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ใกล้เคียงกับการติดเชื้อตามธรรมชาติ ข้อเสียของวัคซีนนี้คือ อาจก่อให้เกิดอาการรุนแรงหากใช้กับผู้ที่มีระบบภูมิคุ้มกันผิดปกติ และเชื้อในวัคซีนบางชนิดสามารถแพร่ติดต่อไปยังผู้อยู่ใกล้ชิดกับผู้รับวัคซีน

2.4.10 การทำลายเชื้อไวรัส

เมื่อไวรัสอยู่ภายนอกเซลล์จะค่อยๆ สูญเสียสภาพการติดเชื้อ ซึ่งจะช้าหรือเร็วขึ้นกับสภาวะแวดล้อม พวกไวรัสที่มีเยื่อหุ้มแคพซิด (enveloped virus) จะสูญเสียสภาพได้ง่ายกว่าพวกไวรัสที่ไม่มีเยื่อหุ้มแคพซิด (naked virus) การทำลายเชื้อไวรัสที่ปนเปื้อนอยู่ในเลือด สารคัดหลั่ง และสิ่งขับถ่ายต่างๆ ของผู้ป่วย ต้องมีวิธีการมาตรฐานเพื่อให้ได้ผลแน่นอนและรวดเร็ว ไม่ให้เชื้อแพร่กระจายออกไป ปัจจัยในการทำลายเชื้อไวรัสมีหลายชนิด คือ

1. ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่

1.1 ความร้อน มีทั้งความร้อนแห้ง ได้แก่ การเผาไฟโดยตรง ใช้ตู้เผาหรือเตาเผา และความร้อนชื้น ได้แก่การต้ม การนึ่งด้วยไอน้ำ (autoclave) การพาสเจอไรซ์ (pasteurize)

1.2 แสงอัลตราไวโอเลต (UV) มักใช้ฆ่าเชื้อในอากาศ และจะฆ่าได้เฉพาะบริเวณพื้นผิวเท่านั้น

2. สารเคมี โดยละลายไขมันในเยื่อหุ้มแคปซิด (envelope) หรือทำให้โปรตีนและกรดนิวคลีอิกของไวรัสเสียสภาพไป สารเคมีที่นิยมใช้ เช่น สารละลายโซเดียม ไฮโปคลอไรด์ หรือน้ำยากัดผ้าขาว คลอรีน ไอโอดีน ฟอร์มาลดีไฮด์ หรือฟอร์มาลิน แอลกอฮอล์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ด่างทับทิม

บทที่ 3
การวิเคราะห์ตัวบท

ผู้วิจัยได้นำการวิเคราะห์ตัวบทของคริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) มาใช้ในการวิเคราะห์ตัวบทต้นฉบับเพื่อวางแผนการแปลหนังสือวิชาการเรื่อง Virolution มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอก

3.1.1 **ผู้ส่งสาร** (Sender)

ผู้เขียนหนังสือเล่มนี้คือ แฟรงก์ ไรอัน (Frank Ryan) ซึ่งนอกจากจะเป็นแพทย์ที่ปรึกษาในสหราชอาณาจักรแล้ว เขายังเป็นนักชีววิทยาด้านวิวัฒนาการผู้มีแนวคิดริเริ่มใหม่ๆ ความสนใจหลักในด้านวิทยาศาสตร์ของเขาคือ การบุกเบิกและพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับไวรัสว่ามีความเกี่ยวข้องกับภาวะพึ่งพิง จนประกอบกันเป็นสาขาวิชาไวรัสวิทยาวิวัฒนาการ (Evolutionary virology) และซิมไบโอโลยี (Symbiology)

แฟรงก์ได้รับปริญญาทางการแพทย์จากมหาวิทยาลัยเชฟฟิลด์ ในปีค.ศ. 1970 โดยได้รับเหรียญรางวัลมากมาย ปีค.ศ. 1979 เขาได้รับการแต่งตั้งเป็นแพทย์ที่ปรึกษาที่โรงพยาบาลฝึกสอนนอร์ทเทิร์นเจเนอรัล ซึ่งเข้าร่วมกับสถาบันแพทย์มหาวิทยาลัยเชฟฟิลด์ โดยเป็นผู้ดูแลแผนกระบบทางเดินอาหารและช่วยก่อตั้งสำนักโภชนาการขึ้นมา นอกเวลางานเขายังเป็นที่ปรึกษาทางการแพทย์ที่สำนักงานสุขภาพเมืองเชฟฟิลด์อีกด้วย

แฟรงก์เขียนหนังสือที่น่าสนใจหลายเล่ม เช่น เป็นผู้แต่งร่วมของหนังสือ The Eskimo Diet (1990) ซึ่งริเริ่มความสำคัญของโอเมก้า-3 ในสมัยนี้ และภายหลังเขาได้กลับมาเขียนหนังสือในด้านนี้อีกเรื่อง The Brain Food Diet (2008) ซึ่งเสนอความสำคัญของโอเมก้า-3 ถึง โอเมก้า-6 ที่มีผลต่อการทำงานของสมอง อีกเล่มที่น่าสนใจคือหนังสือ Tuberculosis: The Greatest Story Never Told (1992) ได้รับการยกย่องไม่น้อยจากทั่วโลก และยังได้รับรางวัลหนังสือแห่งปีประเภทสารคดีจากนิวยอร์กไทม์ นอกจากนี้ยังมีหนังสือเรื่อง Virus X (1996) ที่ทำให้ผู้อ่านเปลี่ยนมุมมองที่มีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของไวรัส หนังสือเรื่อง Darwin's Blind Spot (2002) ที่สร้างความสนใจในแวดวงวิชาการ และทำให้เขาได้รับคัดเลือกให้เป็นสมาชิกของสมาคม Linnean Society of London หนังสือของแฟรงก์ถูกนำมาทำเป็นสารคดีเผยแพร่ทางรายการโทรทัศน์และวิทยุ และได้รับการแปลมากมายหลายภาษา

3.1.2 **เจตนาของผู้ส่งสาร** (Sender's intention)

ผู้เขียนต้องการเสนอมุมมองใหม่ที่มีต่อวิวัฒนาการของมนุษย์ แนะนำแนวคิดใหม่ของภาวะพึ่งพาที่เกี่ยวข้องกับไวรัส (viral symbiosis) ซึ่งได้รับการยืนยันว่าเป็นแรงผลักดันที่ทรงพลังในธรรมชาติ และอธิบายว่าไวรัสที่เป็นส่วนประกอบ 43% ในจีโนมมนุษย์ไม่ได้ไร้ค่าอย่างที่เชื่อกัน แต่เป็นส่วนหนึ่งที่แท้จริงของเรา และมีส่วนร่วมในระดับที่สำคัญในการวิวัฒนาการของมนุษย์เรา

ผู้เขียนได้ศึกษาค้นคว้าอย่างละเอียดในเรื่องนี้ และพบว่าสามารถนำไปปรับใช้ทางการแพทย์ได้ โดยช่วยให้เกิดความเข้าใจที่สำคัญทางพันธุกรรมของโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน โรคจิตเภท เขาหวังว่าผู้อ่านจะเพลิดเพลินไปกับการเรียนรู้ที่มาที่ไปของแนวคิดนี้ พบความคิดใหม่ที่ถูกจุดประกายขึ้นมา และช่วยให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจมากขึ้น เมื่ออ่านหนังสือเล่มนี้จบเขาเชื่อว่าผู้อ่านจะต้องตื่นเต้นไปกับพลังอันยิ่งใหญ่ที่สร้างมนุษย์ และยังคงทำงานอยู่ในตัวมนุษย์ ขณะที่มนุษย์กำลังวิวัฒนาการเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

3.1.3 **ผู้รับสาร** (Audience)

กลุ่มผู้รับสารของต้นฉบับ ได้แก่ ผู้ที่อยู่ในแวดวงวิชาการ เช่น อาจารย์ แพทย์ นักวิจัย นักศึกษา ที่มีความเกี่ยวข้องหรือศึกษาทางด้านวิวัฒนาการ ไวรัส พันธุกรรม ฯลฯ เนื่องจากมีเนื้อหาที่เป็นการพัฒนาความรู้ และสามารถนำไปศึกษาต่อยอดได้ต่อไปโดยเฉพาะเจาะจงในเรื่องดังกล่าว ผู้ที่อยู่ในแวดวงวิชาการด้านชีววิทยาอื่นๆ รวมถึงผู้สนใจชีววิทยาทั่วไปก็อยู่ในกลุ่มผู้รับสารเช่นกัน เนื่องจากผู้เขียนอธิบายเนื้อหาและศัพท์เฉพาะบางคำค่อนข้างละเอียด สามารถเข้าใจได้ง่าย รวมทั้งมีอภิธานศัพท์ให้ไว้ท้ายเล่ม ตามเจตนาที่จะช่วยให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจในเรื่องนี้มากขึ้น อย่างไรก็ตามผู้รับสารยังคงต้องมีความรู้พื้นฐานด้านชีววิทยาและวิทยาศาสตร์ทั่วไปพอสมควร เพราะจะทำให้เข้าใจศัพท์อื่นๆ และนึกภาพกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ดีกว่าผู้รับสารที่ไม่มีพื้นฐานมาก่อนเลย

3.1.4 **สื่อ** (Medium/channel)

หนังสือเรื่อง Virolution เล่มนี้ จัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์ HarperCollins ภายใต้สัญลักษณ์ชื่อ Collins ซึ่งเดิมคือสำนักพิมพ์ William Collins, Sons ก่อตั้งในสกอตแลนด์ ในเริ่มแรกจัดพิมพ์เฉพาะหนังสือประเภทศาสนา และหนังสือเพื่อการศึกษา ต่อมาจึงได้ขยายไปจัดพิมพ์หนังสือประเภทอื่นๆ เช่น วรรณกรรม นวนิยาย รวมไปถึงหนังสือสำหรับเด็กและเยาวชน ก่อนที่จะควบรวมกิจการกับสำนักพิมพ์ Harper and Row จากสหรัฐอเมริกา เป็นสำนักพิมพ์ HarperCollins ซึ่งถือเป็นหนึ่งในห้าสำนักพิมพ์ที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา

3.1.5 **สถานที่** (Place of communication)

หนังสือเรื่อง Virolution ได้รับการตีพิมพ์และจัดจำหน่ายในสหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ตาม ได้มีการส่งหนังสือไปจำหน่ายในหลายประเทศทั่วโลกด้วย เนื่องจากหนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือเชิงวิชาการ เกี่ยวกับการค้นพบและข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ จึงไม่มีผลทางด้านวัฒนธรรมที่แตกต่างกันในแต่ละสถานที่

3.1.6 **เวลา** (Time of communication)

หนังสือเรื่อง Virolution ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2009 ถือว่าเป็นหนังสือที่อยู่ในยุคปัจจุบัน ภาษาที่ใช้เป็นปัจจุบัน จึงไม่มีปัญหาทางด้านภาษาที่ใช้ แต่สำหรับด้านเนื้อหา เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ และผู้เขียนมีการอ้างถึงผลงานวิจัยต่างๆ ที่เพิ่งค้นพบไม่นาน ผู้อ่านที่ไม่ได้ติดตามข่าวสารโดยตลอดอาจไม่ทราบเรื่องราวเหล่านั้นได้ ทำให้ต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

3.1.7 **โอกาสพิเศษในการสื่อสาร** (Motive for communication)

หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นเพื่อนำเสนอความคิดใหม่ ที่ผู้เขียนค้นพบจากการศึกษาวิจัย เพื่อเผยแพร่ให้ผู้สนใจทราบถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจเป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การแพทย์ และเป็นประโยชน์แก่นักวิจัยที่ศึกษาในสาขาวิชานี้หรือสาขาวิชาอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง

3.1.8 **หน้าที่ของตัวบท** (Text function)

จุดประสงค์หลักสำคัญของหนังสือเล่มนี้คือ ให้ความรู้ทางวิชาการด้านชีววิทยาเรื่องที่ไวรัสมีความเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยบรรยายลำดับขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ที่ผู้เขียนได้ดำเนินการ ตั้งแต่ที่มาที่ไปของสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การตั้งคำถามและค้นหาคำตอบสำหรับแต่ละคำถามที่เกิดขึ้น จนได้บทสรุปดังกล่าว ตัวบทไม่ได้นำเสนอความรู้ทางวิชาการโดยตรง แต่ผู้อ่านจะเหมือนได้เดินทางตามผู้เขียนไปศึกษาความรู้ต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้น ได้ยินบทสนทนาที่ผู้เขียนได้พูดคุยปรึกษาถกปัญหากับบุคคลต่างๆ ได้คิดตามกระบวนการคิดวิเคราะห์ของผู้เขียน จนถึงบทสุดท้ายที่การเดินทางสิ้นสุดลง ผู้อ่านจะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาที่ผู้เขียนนำเสนอ

3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบภายใน

3.2.1 หัวข้อเรื่องของตัวบท (Subject matter)

หัวข้อเรื่องของหนังสือ Virolution แบ่งออกเป็นบทนำ และ เนื้อหา 15 บท ดังนี้

Introduction: A Wind of Change

1: An Enigma from the World of Plagues

2: A Crisis in Darwinism

3: The Genetic Web of Life

4: The AIDS Dimension

5: The Paradox of the Human Genome

6: How Viruses Helped Make Us Human

7: The Implications for Medicine

8: The Autoimmune Diseases

9: Cancer

10: The Wider Dimension

11: Sex in the Evolutionary Tree

12: Are We Polyploid?

13: The Genie that Controls the Genes

14: The Coming Epiphany

15: At Journey's End

ชื่อหัวข้อเรื่องคือประเด็นหลักของเนื้อหาในแต่ละบท เนื้อหาที่ได้คัดเลือกมาวิจัยในการแปลคือ บทที่ 3: The Genetic Web of Life และบทที่ 15: At Journey's End

3.2.2 เนื้อหา (Content)

เนื้อหาของตัวบทที่จะนำมาวิเคราะห์คือเนื้อหาในส่วนที่เลือกมาแปลเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย บทที่ 3: The Genetic Web of Life และบทที่ 15: At Journey's End

บทที่ 3 มีเนื้อหาในส่วนแรกกล่าวถึงการพบกันของผู้เขียนกับโจชัว เลเดอเบิร์ก และคำแนะนำที่ผู้เขียนได้รับจากเขา เนื้อหาในส่วนที่เหลือจะเกี่ยวกับการนำคำแนะนำนั้นมาใช้ การค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบของผู้เขียน

บทที่ 15 เป็นบทสรุปของการค้นคว้าวิเคราะห์ของผู้เขียนทั้งหมด

3.2.3 **เนื้อความที่ละไว้ในฐานที่เข้าใจ** (Presuppositions)

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาหลักเกี่ยวกับเรื่องการวิวัฒนาการ ผู้เขียนได้กล่าวถึงทฤษฎีวิวัฒนาการหลายทฤษฎี โดยเฉพาะทฤษฎีของชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) นักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษ ผู้ปฏิวัติความเชื่อเดิมๆ เกี่ยวกับที่มาของสิ่งมีชีวิต และเสนอทฤษฎีซึ่งเป็นทั้งรากฐานของทฤษฎีวิวัฒนาการสมัยใหม่และหลักการพื้นฐานของกลไกการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) หนังสือของดาร์วินชื่อ The Origin of Species โด่งดังไปทั่วโลกและได้รับการแปลมากมายหลายภาษา ผู้รับสารจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีวิวัฒนาการต่างๆ รวมถึงบุคคลที่เป็นเจ้าของทฤษฎีนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าผู้เขียนกำลังกล่าวถึงอะไรอยู่ เนื่องจากบางครั้งผู้เขียนก็อ้างถึงชื่อทฤษฎี เช่น the theory of natural selection บางครั้งก็อ้างถึงชื่อเจ้าของทฤษฎี เช่น Darwin's theory

3.2.4 **โครงสร้างของตัวบท** (Text composition)

เนื้อหาในแต่ละบทจะขึ้นต้นด้วยข้อความที่ยกมาจากหนังสือหรือคำพูดจากบุคคลต่างๆ ส่วนใหญ่จะมาจากหนังสือหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะด้านชีววิทยาและวิวัฒนาการ โดยใช้ตัวเอียงและแบบอักษรที่แตกต่างจากแบบอักษรของส่วนเนื้อหา ข้อความดังกล่าวจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละบท เป็นการเกริ่นนำให้ผู้รับสารได้คิดถึงความเป็นจริงตามข้อความที่ผู้เขียนยกมาและเกิดความสนใจในเนื้อหาที่ผู้เขียนจะนำเสนอในบทนั้นๆ

ในแต่ละบท ผู้เขียนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ โดยใช้สัญลักษณ์ * คั่น โดยแต่ละส่วนจะมีเนื้อหาเชื่อมโยงกับส่วนก่อนหน้า แต่อาจจะอยู่ต่างสถานการณ์ ต่างช่วงเวลา หรือเป็นเหตุการณ์หรือตัวอย่างอื่นที่ผู้เขียนเห็นว่าสำคัญ แต่ยังคงอยู่ภายใต้หัวข้อเรื่องเดียวกัน รวมทั้งเป็นการคั่นเพื่อแสดงว่าเป็นส่วนสรุปหรือแสดงความคิดเห็นของผู้เขียน

3.2.5 **อวัจนภาษาในตัวบท** (Non-verbal elements)

หนังสือเล่มนี้มีการใช้ภาพหรือตารางประกอบน้อยมาก มีเพียง 3 บทเท่านั้นที่ผู้เขียนใช้ภาพหรือตารางประกอบ โดยมีเพียง 1 ถึง 3 ภาพหรือตารางในแต่ละบทเท่านั้น ส่วนใหญ่ผู้เขียนจะอธิบายเนื้อหายาวต่อเนื่องไปจนจบบท มีการใช้ตัวเอียงและใส่เครื่องหมายอัญประกาศเพื่อเน้นคำ ใช้ตัวเอียงเพื่อเน้นข้อความ และใช้สัญลักษณ์ * คั่น เพื่อแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนๆ

3.2.6 **ศัพท์** (Lexis)

เนื่องจากหนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือเชิงวิชาการ จึงมีศัพท์เฉพาะค่อนข้างมาก โดยเป็นศัพท์ทางวิชาการด้านชีววิทยา มีทั้งที่เป็นคำโดด คำประสม กลุ่มคำ ตัวย่อ ชื่อเฉพาะ ซึ่งบางคำมีใช้ทั้งคำแปลแบบทับศัพท์และคำแปลภาษาไทย หรือบางคำที่ยังไม่มีคำเรียกเฉพาะแต่จะใช้เป็นคำแปลเชิงอธิบาย และบางคำที่ยังไม่มีใช้ในภาษาไทยซึ่งในหนังสือวิชาการภาษาไทยบางเล่มก็เขียนโดยใช้คำภาษาอังกฤษโดยตรง

3.2.7 **โครงสร้างประโยค** (Sentence structure)

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นบทสนทนาระหว่างผู้เขียนกับบุคคลท่านอื่นๆ และส่วนที่เป็นบทบรรยายอธิบายเนื้อหา เล่าเหตุการณ์ต่างๆ หรือแสดงการคิดวิเคราะห์ของผู้เขียน ในส่วนที่เป็นบทสนทนาจะใช้ประโยคที่ไม่ซับซ้อน มีการใช้รูปประโยคคำถามค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นการถกปัญหา ถามความคิดเห็นกันระหว่างนักวิชาการ ส่วนที่เป็นบทบรรยาย จะใช้ประโยคที่ค่อนข้างซับซ้อน เป็นประโยคความรวม หรือประโยคความซ้อน ใช้เครื่องหมาย , และเครื่องหมาย – ขยายความค่อนข้างมาก ประโยคหนึ่งมีความยาวหลายบรรทัด

3.2.8 **ลักษณะเหนือหน่วยเสียง** (Suprasegmental features)

ในหนังสือเล่มนี้มีการใช้ตัวเอียง ใช้เครื่องหมายอัญประกาศเพื่อเน้นคำและข้อความ และใช้แบบอักษรที่ต่างกันเพื่อแสดงส่วนเกริ่นนำในแต่ละบท

3.3 **การวิเคราะห์การแปลและการแก้ไขปัญหาการแปล**

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอกและองค์ประกอบภายในของตัวบท ปัญหาหลักที่ผู้วิจัยคาดว่าจะพบในการแปล คือ การแปลคำศัพท์เฉพาะ และการใช้โครงสร้างประโยคที่ซับซ้อนของตัวบท

3.3.1 **การแปลคำศัพท์เฉพาะ**

คำศัพท์เฉพาะที่พบในตัวบทสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

- เป็นคำโดดหรือคำประสมคำเดียว เช่น virus, microbe, antibiotic, species, microbiology, interdependence, symbiologist
- เป็นกลุ่มคำ เช่น genetic machinery, bacterial symbioses
- เป็นตัวย่อ เช่น DNA, RNA, AIDS
- เป็นชื่อเฉพาะ เช่น ชื่อยา neomycin ชื่อโรค tuberculosis ชื่อคนหรือชื่อสถานที่

การแปลคำศัพท์เฉพาะต่างๆ หากมีคำแปลที่ราชบัณฑิตยสถานได้บัญญัติไว้แล้ว ผู้วิจัยจะแปลโดยใช้ศัพท์บัญญัตินั้น โดยผู้วิจัยอ้างอิงจากพจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์ ศัพท์พฤกษศาสตร์ ศัพท์แพทย์ศาสตร์ ของราชบัณฑิตยสถาน

ตัวอย่าง

คำศัพท์	คำแปล	ที่มา
Virus	ไวรัส	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
Microbe	จุลชีพ, จุลินทรีย์	ศัพท์บัญญัติ (พฤกษศาสตร์) ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
Antibiotic	ยาปฏิชีวนะ, -ปฏิชีวนะ	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
Microbiology	จุลชีววิทยา	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
DNA	ดีเอ็นเอ	ศัพท์บัญญัติ (พฤกษศาสตร์)
Tuberculosis	วัณโรค	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)

อย่างไรก็ตามเนื่องจากไม่ใช่พจนานุกรมศัพท์ชีววิทยาโดยเฉพาะ คำแปลจากพจนานุกรมศัพท์ดังกล่าวอาจไม่ถูกต้องตามตัวบทต้นฉบับ หรือไม่เหมาะสมกับบริบทหรือสถานการณ์ เพราะคำศัพท์คำเดียวกันอาจสื่อความหมายแตกต่างกันในแต่ละสาขาวิชา หรือบางครั้งคำแปลสื่อความหมายเฉพาะทางเกินไปยากต่อการทำความเข้าใจ ผู้วิจัยจะเลือกใช้คำแปลอื่นแทน

ตัวอย่าง

คำศัพท์	คำแปล	ที่มา
AIDS	กลุ่มอาการภูมิคุ้มกันเสื่อม	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
	โรคเอดส์	คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.
	โรคเอดส์, โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง, โรคภูมิคุ้มกันเสื่อม	พจนานุกรมอังกฤษ - ไทย

- what we were observing in pandemic plagues, including AIDS, might best be interpreted as evolutionary phenomena.
- สิ่งที่เราเฝ้าสังเกตในโรคระบาดรุนแรงที่แพร่กระจายไปทั่ว รวมถึงโรคเอดส์ อาจจะตีความได้ดีที่สุดว่าเป็นปรากฏการณ์วิวัฒนาการ

ผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า โรคเอดส์ เนื่องจากเป็นคำที่ใช้แพร่หลายอยู่แล้วและเข้าใจได้ง่ายกว่า

หากไม่พบคำแปลตามศัพท์บัญญัติ ผู้วิจัยจะใช้คำแปลที่มีใช้อยู่แล้วหรือเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ตัวอย่าง

คำศัพท์	คำแปล	ที่มา
interdependence	การพึ่งพาอาศัยกัน	LEXiTRON
RNA	อาร์เอ็นเอ	คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.
neomycin	นีโอมัยซิน	คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.

สำหรับคำที่ยังไม่มีคำแปลในภาษาไทย หรือมีคำแปลแต่ไม่เหมาะสมกับบริบทหรือสถานการณ์ ผู้วิจัยจะแปลโดยใช้การอธิบาย หรือใช้การทับศัพท์ หรืออ้างอิงจากคำหรือกลุ่มคำที่คล้ายกัน

ตัวอย่าง

แปลโดยใช้การอธิบาย

คำศัพท์	คำแปล	ที่มา
conjugation	การควบคู่	ศัพท์แพทยศาสตร์
	การจับคู่ถ่ายยีน, การรวมตัว, คอนจูเกชั่น, กระบวนการคอนจูเกชั่น, การพบกัน /การควบคู่	คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.

- a process we now call "bacterial conjugation"
- กระบวนการที่เราเรียกในปัจจุบันว่า "การจับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมของแบคทีเรีย "

ผู้วิจัยเลือกใช้คำแปลแบบอธิบายเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย โดยอ้างอิงจากความหมายภาษาอังกฤษ

conjugation = (biology) a temporary union of two bacteria in which genetic material is transferred by migration of a plasmid, either solitary or as part of a chromosome, from one bacterium, the donor, to the other, the recipient; sometimes also including the transfer of resistance to antibiotics.

แปลโดยใช้การทับศัพท์

คำศัพท์	คำแปล	ที่มา
retrovirus	-	-

- an unknown, virus, putatively a retrovirus,
- ไวรัสชนิดหนึ่ง สันนิษฐานว่าเป็นรีโทรไวรัส

ผู้วิจัยเลือกใช้คำแปลแบบทับศัพท์ เนื่องจากเป็นชื่อประเภทหนึ่งของไวรัส

Retrovirus = any of a family of single-stranded RNA viruses having a helical envelope and containing an enzyme that allows for a reversal of genetic transcription, from RNA to DNA rather than the usual DNA to RNA, the newly transcribed viral DNA being incorporated into the host cell's DNA strand for the production of new RNA retroviruses.

แปลโดยอ้างอิงจากคำหรือกลุ่มคำที่คล้ายกัน

คำว่า genetic machinery = กลไกทางพันธุกรรม

คำศัพท์	คำแปล	ที่มา
genetic	การสืบพันธุ์, พันธุกรรม	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
	เกี่ยวกับการเติบโต, เกี่ยวกับการเกิด, เกี่ยวกับพันธุศาสตร์	พจนานุกรมอังกฤษ – ไทย
machinery	เครื่องจักร, ระบบเครื่องจักร	ศัพท์บัญญัติ (พลังงาน)
	เครื่องจักรกล, เครื่องยนต์กลไก, เครื่องมือ, อุปกรณ์	พจนานุกรมอังกฤษ - ไทย
political machinery	กลไกทางการเมือง	ศัพท์บัญญัติ (รัฐศาสตร์)

ผู้วิจัยอ้างอิงคำแปลของคำว่า machinery จากศัพท์บัญญัติทางรัฐศาสตร์ ซึ่งใช้คำว่ากลไก เนื่องจากเห็นว่าคำว่า machinery ซึ่งมีความหมายตรงตัวแปลว่าเครื่องจักร ไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงในทางรัฐศาสตร์ แต่นำมาใช้เพื่อแสดงถึงการขับเคลื่อนที่เป็นระบบเหมือนเครื่องจักรหรือเครื่องยนต์กลไก ดังนั้นจึงนำคำแปลมาปรับใช้ในทางวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรง แต่สื่อความหมายคล้ายกันได้เช่นกัน

คำว่า symbiologist = นักชีววิทยาด้านภาวะพึ่งพิง

คำศัพท์	คำแปล	ที่มา
symbiosis	การเอื้อประโยชน์ซึ่งกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด	LEXiTRON
	ภาวะพึ่งพิง	ศัพท์บัญญัติ (วิทยาศาสตร์)
	ภาวะพึ่งพิงซึ่งกันและกัน	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
	สมชีพ	ศัพท์บัญญัติ (พฤกษศาสตร์)
biologist	นักชีววิทยา	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
microbiologist	นักจุลชีววิทยา	ศัพท์บัญญัติ (แพทยศาสตร์)
cell biologists	นักชีววิทยาด้านเซลล์	คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.

ในตัวบทผู้แต่งได้อธิบายความหมายของคำว่า Symbiologists คือ the people who study symbiosis ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่ามาจากการประสมคำระหว่างคำว่า Symbiosis และ Biologist จึงค้นคว้าหาความหมายของคำทั้งสองและคำประสมที่มีรูปแบบที่คล้ายเคียงกัน พบคำว่า Microbiologist และ Cell biologists เนื่องจากคำว่า Symbiosis ไม่มีคำแปลเฉพาะ เหมือนคำว่า Micro (จุล) ผู้วิจัยจึงแปลความหมายโดยอ้างอิงจากคำแปลของคำว่า Cell biologists

นอกจากนี้ คำศัพท์เฉพาะและคำที่เกี่ยวข้องของคำศัพท์เฉพาะคำนั้น เช่น เป็นรูปเอกพจน์ พหูพจน์ คำนามคำคุณศัพท์ ผู้วิจัยจะรวบรวมและแปลให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ตัวอย่างคำศัพท์เฉพาะและคำที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยพบในตัวบท ได้แก่

gene

คำศัพท์	คำแปล
gene (noun)	ยีน, ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม
genome (noun)	ยีโนม, กลุ่มยีนในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
genetic (adjective)	-การสืบพันธุ์, -พันธุกรรม
genetics (noun)	พันธุศาสตร์
geneticist (noun)	นักพันธุศาสตร์, ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องพันธุศาสตร์

bacteria

คำศัพท์	คำแปล
bacteria (plural noun)	แบคทีเรีย
bacterium (singular noun)	แบคทีเรีย
bacterial (adjective)	-แบคทีเรีย

symbiosis

คำศัพท์	คำแปล
symbiosis (singular noun)	ภาวะพึ่งพิง
symbioses (plural noun)	ภาวะพึ่งพิง
symbiotic (adjective)	-ภาวะพึ่งพิง
symbiont (noun)	คู่พึ่งพิง
symbiologist (noun)	นักชีววิทยาด้านภาวะพึ่งพิง

3.3.2 การใช้โครงสร้างประโยคที่ซับซ้อนของตัวบท

ประโยคที่ใช้ในบทความนี้ส่วนใหญ่เป็นประโยคความรวม (Compound sentence) และประโยคความซ้อน (Complex sentence) มีรูปประโยคค่อนข้างยาวและมีส่วนขยายจำนวนมาก ประโยคมีความซับซ้อน การแปลตามโครงสร้างภาษาอังกฤษในบางกรณีอาจจะทำให้บทแปลไม่เป็นธรรมชาติ ผู้วิจัยจะทำความเข้าใจและแปลออกมาโดยไม่ยึดติดกับโครงสร้างภาษาอังกฤษ โดยพยายามรักษาเนื้อความให้ได้มากที่สุด ตามแนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย ผู้วิจัยอาจใช้วิธีสลับตำแหน่งในประโยค หรือแบ่งบทแปลออกเป็นสองประโยค หรือเพิ่มคำเชื่อมตามความเหมาะสม

ตัวอย่าง

- These questions troubled me as I stood in Founders' Hall, pausing in the reception area before a painting of its first medical director, Simon Flexner, who had earned a distinction that perhaps only a doctor would appreciate — of having the dysentery bacterium, Shigella flexneri, named after him.
- คำถามเหล่านี้รบกวนใจผม ขณะที่ผมยืนอยู่ในฟาวเดอร์ฮอลล์ หยุดพักอยู่ในพื้นที่ต้อนรับด้านหน้าภาพวาดของผู้อำนวยการแพทย์คนแรก ไซมอน เฟลกซ์เนอร์ ผู้ที่ได้รับเกียรติที่อาจจะมีเฉพาะแพทย์เท่านั้นที่ซาบซึ้ง คือการตั้งชื่อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบิดชนิดหนึ่งตามชื่อเขาว่า ชิเกลลา เฟลกซ์เนรี่

ผู้วิจัยใช้วิธีเพิ่มคำเชื่อมและเรียบเรียงประโยคใหม่เพื่อให้ฟังดูลื่นไหลมากขึ้น

- My first experience in that area was with your namesake, Francis Ryan, who was my mentor at Columbia University.
- ประสบการณ์แรกของผมในสาขาวิชานั้น ผมทำงานร่วมกับผู้ที่มีชื่อเหมือนคุณ ฟรานซิส ไรอัน เขาเป็นที่ปรึกษาของผมที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย

ผู้วิจัยเรียบเรียงโดยใช้วิธีแบ่งประโยคในตัวบทต้นฉบับออกเป็นสองประโยคในบทแปล

- Sex is a perfectly normal, evolved, behaviour, which is found, sometimes accompanied by beguiling mating rituals, in virtually all animals as well as plants and simpler life forms.
- เพศสัมพันธ์เป็นพฤติกรรมที่ค่อยๆ พัฒนาและปกติอย่างที่สุด ซึ่งพบในสัตว์เกือบทั้งหมดรวมทั้งพืชและรูปแบบชีวิตทั่วไป โดยบางครั้งมาพร้อมกับวิธีการจับคู่โดยการล่อลวง

ผู้วิจัยใช้วิธีสลับตำแหน่งในประโยคโดยยกเอาส่วนขยายไปไว้ท้ายประโยคเพื่อให้ฟังดูลื่นไหลมากขึ้น

3.4 การวางแผนการแปล

3.4.1 จุดมุ่งหมายของงานแปล

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอกและองค์ประกอบภายในของตัวบท ตามแนวทางการวิเคราะห์ของคริสติอาเน นอร์ด ตัวบทต้นฉบับที่นำมาแปลมีจุดมุ่งหมายคือให้ข้อมูลและข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ผู้แต่งได้ค้นพบเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการและความเกี่ยวข้องกับไวรัส ลักษณะภาษาเป็นภาษามาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน มีศัพท์เฉพาะทางวิชาการค่อนข้างมาก ด้านผู้รับสารผู้แต่งไม่ได้เจาะจงผู้รับสารเพียงแค่กลุ่มนักวิชาการเพียงกลุ่มเดียว แต่รวมถึงผู้สนใจทั่วไปด้วย ผู้แต่งจึงมีการอธิบายเนื้อหา และศัพท์เฉพาะบางคำค่อนข้างละเอียด สามารถเข้าใจได้ง่าย รวมทั้งมีอภิธานศัพท์ให้ไว้ท้ายเล่ม

ผู้วิจัยจะคงจุดมุ่งหมายเดิมไว้ คือนำเสนอข้อมูลจากต้นฉบับให้ผู้รับสารอย่างชัดเจน ถูกต้อง และเข้าใจง่าย แปลโดยใช้ระดับภาษากึ่งทางการ ใช้คำแปลที่ไม่เป็นศัพท์เฉพาะทางมากเกินไป และอาจขยายความเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ทั้งในส่วนที่เป็นคำศัพท์เฉพาะและส่วนของเนื้อความที่ผู้แต่งละไว้ในฐานที่เข้าใจ ส่วนที่เป็นบทสนทนาจะใช้ภาษาพูดแบบสุภาพ เนื่องจากเป็นการสนทนาระหว่างนักวิชาการที่ไม่ได้มีความสนิทสนมกัน

3.4.2 กระบวนการแปล

ผู้วิจัยจะใช้กระบวนการแปลตามแนวทางทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล ซึ่งมีขั้นตอนคือ การทำความเข้าใจความหมาย การถ่ายทอดความหมาย และการตรวจสอบความหมาย ทั้งในการแปลระดับประโยคและระดับคำ พยายามให้แน่ใจว่าบทแปลนั้นสื่อความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามตัวบทต้นฉบับ

ผู้วิจัยจะอ่านและทำความเข้าใจความหมายของตัวบทต้นฉบับอย่างละเอียด โดยเฉพาะศัพท์เฉพาะในตัวบทที่ยังไม่มีคำแปลเทียบเคียงในภาษาไทย และรูปประโยคที่ซับซ้อนมีส่วนขยายจำนวนมากในตัวบท ผู้วิจัยจะอาศัยบริบท และความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่และที่ได้ศึกษาเพิ่มเติม ในการตีความให้เกิดความเข้าใจความหมาย จากนั้นจะถ่ายทอดความหมายโดยค้นหากลุ่มคำศัพท์ที่มีความเป็นไปได้โดยใช้เหตุผลเปรียบเทียบ แล้วเลือกใช้คำที่มีความหมายเทียบเคียงได้ดีและเหมาะสมที่สุดกับบริบทนั้นโดยอาศัยความรู้รอบตัวและความรู้ทางด้านภาษา สุดท้ายผู้วิจัยจะตรวจสอบคำแปลที่เลือกอีกครั้งว่าสื่อความหมายได้ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่

บทที่ 4
ตัวบทต้นฉบับ บทแปล และคำอธิบายการแปล

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
three The Genetic Web of Life	บทที่สาม สายใยพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	
Sit down before fact as a little child, be prepared to give up every preconceived notion, follow humbly wherever and to whatever abysses nature leads, or you shall learn nothing. THOMAS HENRY HUXLEY	จงเป็นเหมือนเด็กน้อยนั่งลงตรงหน้าข้อเท็จจริง เตรียมพร้อมที่จะละทิ้งทุกสิ่งที่เคยเข้าใจ ค่อยๆ ค้นหาไปตามห้วงลึกของธรรมชาติ ไม่ว่าจะนำไปสู่สถานที่ใด หรือพบเจอกับสิ่งใด แล้วคุณจะได้เรียนรู้ โธมัส เฮนรี่ ฮักซ์ลี่ย์	- or you shall learn nothing แปลว่า “แล้วคุณจะได้เรียนรู้” เนื่องจากกระชับได้ใจความเหมาะสำหรับคำโปรยต้นเรื่องมากกว่าการแปลตามรูปประโยคภาษาอังกฤษว่า “ไม่เช่นนั้น คุณจะไม่ได้เรียนรู้สิ่งใดเลย”
When, on a hot afternoon in September 1994, I arrived at the Rockefeller University, New York, with an appointment to interview its distinguished president, and Nobel Laureate, Joshua Lederberg, I considered myself fortunate that he had agreed to see me, since he was one of the busiest men I was ever likely to meet.	เวลาบ่ายที่อากาศร้อนในเดือนกันยายนปี ค.ศ. 1994 เมื่อผมมาถึงที่มหาวิทยาลัยรอคเฟลเลอร์ เมืองนิวยอร์ก สำหรับการนัดสัมภาษณ์อธิการบดีโจชัว เลเดอเบิร์ก ผู้มีชื่อเสียง และเป็นเจ้าของรางวัลโนเบล ผมคิดว่าตัวเองโชคดีที่เขาตกลงจะพบผม เพราะเขาเป็นอีกคนหนึ่งในบรรดาคนที่งานยุ่งมากที่ผมอยากจะพบ	
The meeting with Terry Yates, two months earlier, had radically altered my perspective on viruses, and, on my return to England, I had consumed what literature I could lay my hands on concerning what for me was a	การประชุมกับเทอร์รี่ เยตส์ เมื่อสองเดือนก่อนหน้านี้ ได้เปลี่ยนแปลงมุมมองของผมต่อไวรัสอย่างมาก และเมื่อผมกลับไปประเทศอังกฤษ ผมได้อ่านงานเขียนซึ่งทำให้ผมค้นพบเกี่ยวกับแรงบันดาลใจหัวข้อใหม่ คือมีความเป็นไปได้	- virus = ไวรัส (ศัพท์บัญญัติ) virus (singular) / viruses (plural)

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
new topic of inspiration — the possibility that what we were observing in pandemic plagues, including AIDS, might best be interpreted as evolutionary phenomena.	ว่าสิ่งที่เราเฝ้าสังเกตในโรคระบาดรุนแรงที่แพร่กระจายไปทั่ว รวมถึงโรคเอดส์ อาจจะตีความได้ดีที่สุดว่าเป็นปรากฏการณ์วิวัฒนาการ	- AIDS = โรคเอดส์ / กลุ่มอาการภูมิคุ้มกันเสื่อม เลือกใช้คำว่า โรคเอดส์ ซึ่งเป็นคำที่ใช้แพร่หลายอยู่แล้วและเข้าใจได้ง่ายกว่า
I had arrived early so I took a walk down York Avenue to 68th Street, turning towards the river by the twin-fronted colossus of the New York Hospital, until I reached a low concrete parapet on which I could lean and gaze out over the wide East River, with its turbid, black-green water.	ผมมาถึงเร็วกว่าเวลานัด ดังนั้นผมจึงเดินเล่นไปตามถนนยอร์กถึงถนนสายที่ 68 แล้วเลี้ยวไปทางแม่น้ำผ่านอาคารคู่ใหญ่ด้านหน้าของโรงพยาบาลนิวยอร์ก จนผมไปถึงกำแพงคอนกรีตเตี้ยๆ ที่ผมสามารถเอนกายและจ้องมองออกไปยังแม่น้ำอีสต์ริเวอร์สายกว้างที่มีน้ำขุ่นสีดำเขียว	
I had been here once before, while working on my book on tuberculosis, and the sight of the hospital brought back poignant memories. Rene Dubos, a scientist I greatly admired, had worked at the Rockefeller University for most of his life. A scientist-philosopher, and twice a Pulitzer Prize winner for his writing, Dubos was one of the most original thinkers among the scientists involved in the antibiotic story. He had pioneered the discovery of the soil-derived antibiotics, such as streptomycin and neomycin, and had played an important part in the discovery of the cure for tuberculosis.	ผมเคยมาที่แล้วครั้งหนึ่ง เมื่อตอนที่ผมกำลังเขียนหนังสือเกี่ยวกับวัณโรค ทิวทัศน์ของโรงพยาบาลทำให้ผมหวนนึกถึงความทรงจำที่เจ็บปวด เรเน่ ดูบอส เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ผมนับถืออย่างมาก เขาใช้ชีวิตส่วนใหญ่ทำงานอยู่ที่มหาวิทยาลัยรอคเฟลเลอร์ เขาเป็นปราชญ์ทางวิทยาศาสตร์ผู้มีงานเขียนชนะรางวัลพูลิตเซอร์ถึงสองครั้ง ดูบอสเป็นหนึ่งในนักคิดรุ่นแรกๆ ในหมู่นักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวของยาปฏิชีวนะ เขาเป็นผู้บุกเบิกการค้นพบยาปฏิชีวนะที่ได้มาจากแบคทีเรียในดิน เช่น ยาสเตร็ปโตมัยซิน และยานีโอมัยซิน และเป็นส่วนสำคัญในการค้นพบวิธีรักษาวัณโรค	- streptomycin = สเตร็ปโตมัยซิน neomycin = นีโอมัยซิน (ที่มา: คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.) เนื่องจากเป็นชื่อยา จึงเพิ่มคำว่า “ยา” นำหน้าเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น - soil-derived antibiotics แปลตรงตัวได้ว่า “ยาปฏิชีวนะที่ได้มาจากดิน” เมื่อค้นหาคำแปลของตัวอย่างยาในบทความพบว่าทั้งสองคำมีส่วนของความหมายที่เหมือนกันคือ an antibiotic produced by an actinomycete และพบว่า actinomycete คือแบคทีเรียรูปท่อนกลมหรือเป็นเส้นๆ ชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงแปลว่า “ยาปฏิชีวนะที่ได้มาจากแบคทีเรียในดิน” เพื่อให้ถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
I knew that it was my writing about Dubos in my book on tuberculosis that had opened Lederberg's door to my inter-viewing him. But Dubos's contribution to the discovery of antibiotics, and the cure for tuberculosis, had ended abruptly, and tragically, right here, in the New York Hospital, where his first wife, Marie Louise, had died from the disease. I couldn't help reflecting now on Dubos, and his highly original way of thinking about microbes, including viruses, as I gazed upriver towards the looming ironwork of the Queensboro Bridge.	ผมรู้ว่าเป็นเพราะงานเขียนเกี่ยวกับดูบอสที่ผมเขียนในหนังสือเกี่ยวกับวัณโรค ที่ทำให้เลเดอเบิร์กยอมให้ผมพูดคุยสัมภาษณ์ แต่การมีส่วนร่วมในการค้นพบยาปฏิชีวนะและยารักษาวัณโรคของดูบอสได้สิ้นสุดลงอย่างกะทันหันและน่าสลดใจที่โรงพยาบาลนิวยอร์กแห่งนี้ มารี หลุยส์ ภรรยาคนแรกของเขาเสียชีวิตลงเพราะโรคดังกล่าว ช่วยไม่ได้ที่ผมจะคิดถึงเรื่องของดูบอส และความคิดต้นแบบของเขาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ ซึ่งรวมถึงไวรัส ขณะที่ผมจ้องมองตามแม่น้ำไปยังโครงเหล็กที่ถักทอกันของสะพานควีนส์โบโร	- microbe = จุลชีพ, จุลินทรีย์ (ศัพท์บัญญัติ) เลือกใช้คำว่า “จุลินทรีย์” เนื่องจากเป็นที่เข้าใจทั่วไปและนิยมใช้ในปัจจุบัน
Viruses appeared to be omnipresent. In fact, whenever we bothered to probe any life form on Earth for the presence of viruses, we seemed to find them. It made little sense that at this time only some 5,000 strains, or species equivalents, of viruses were known. Only recently had we discovered that viruses teemed in the oceans, where we had little or no knowledge of what they were doing — yet the vast numbers alone suggested that their presence was significant.	ไวรัสดูเหมือนจะอยู่ทั่วไปทุกหนแห่ง ที่จริงแล้ว เมื่อไรก็ตามที่เราข้องใจอยากตรวจสอบการมีอยู่ของไวรัสในรูปแบบชีวิตใดๆ ก็ตามบนโลก เราดูเหมือนว่าจะพบมัน ดูไม่สมเหตุสมผลที่ปัจจุบันเรารู้จักไวรัสเพียง 5,000 สายพันธุ์หรือสปีชีส์เท่านั้น เมื่อเร็วๆ นี้ เราเพิ่งค้นพบว่ามีไวรัสอยู่เต็มมหาสมุทร เรามีความรู้น้อยมากหรือไม่รู้เลยว่าพวกมันทำอะไรอยู่ แต่แค่จำนวนอันมากมายเพียงอย่างเดียว ก็บอกเป็นนัยได้ว่าการมีอยู่ของพวกมันมีนัยสำคัญ	- life form = รูปแบบชีวิต (ที่มา: หนังสือชีววิทยา) - species = ชนิด / สปีชีส์ เลือกใช้คำว่า “สปีชีส์” เนื่องจากเป็นที่เข้าใจทั่วไปและนิยมใช้ในปัจจุบัน

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
We knew, by now, that most, if not all, life forms had viruses that invaded them, and, given that there were millions of different species inhabiting the Earth, it was clear that our knowledge of viruses, even at this very basic level, was inadequate.	ตอนนี้เรารู้แล้วว่า รูปแบบชีวิตส่วนใหญ่ ถ้าไม่ทั้งหมด มีไวรัสรุกรานอยู่ ทำให้มีสปีชีส์ที่แตกต่างกันนับล้านอาศัยอยู่บนโลก เป็นที่ชัดเจนว่าความรู้เรื่องไวรัสของเราแม้ในระดับพื้นฐานก็ยังไม่เพียงพอ	
Those two months of intense background reading and research had convinced me of this. It had also convinced me that, in our blinkered vision of viruses, we were missing something very important. These questions troubled me as I stood in Founders' Hall, pausing in the reception area before a painting of its first medical director, Simon Flexner, who had earned a distinction that perhaps only a doctor would appreciate — of having the dysentery bacterium, Shigella flexneri, named after him. I climbed into a battered green-and-black elevator old enough to have been, familiar to Flexner, and I widened my stance, a trifle warily, as it rattled and groaned on its way to the fourth floor.	การอ่านและศึกษาค้นคว้าความรู้พื้นฐานอย่างเอาจริงเอาจังตลอดสองเดือนทำให้ผมเชื่อเช่นนี้ และยังทำให้ผมเชื่ออีกว่าความรู้ที่ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับไวรัสของเรา มีบางสิ่งบางอย่างที่สำคัญมากขาดหายไป คำถามเหล่านี้รบกวนใจผม ขณะที่ผมยืนอยู่ในฟาวเดอร์ฮอลล์ หยุดพักอยู่ในพื้นที่ต้อนรับด้านหน้าภาพวาดของผู้อำนวยการแพทย์คนแรก ไซมอน เฟลกซ์เนอร์ ผู้ที่ได้รับเกียรติที่อาจจะมีเฉพาะแพทย์เท่านั้นที่ซาบซึ้ง คือการตั้งชื่อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบิดชนิดหนึ่งตามชื่อเขาว่า ชิเกลลา เฟลกซ์เนรี่ ผมเข้าไปในลิฟต์สีเขียวดำมีรอยทุบ เก่ามากพอที่จะคุ้นเคยกับเฟลกซ์เนอร์ ผมขยับยืนให้มั่นคง เป็นการระมัดระวังเล็กๆ น้อยๆ ขณะที่ลิฟต์เขย่าและส่งเสียงคราง ตามทางขึ้นไปที่ชั้นสี่	- dysentery bacterium = แบคทีเรียโรคบิด เพิ่มคำขยายเป็น “แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบิด” เพื่อให้ชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น
I shook hands with Lederberg in a room cluttered with	ผมจับมือกับเลเดอเบิร์กในห้องที่ระเกะระกะไปด้วยกล่อง	- lantern slide คือการวาดภาพลงบนฟิล์มหรือกระจกใสและนำไป

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
boxes of scientific papers and lantern slides, its walls bedecked with a proliferation of certificates and diplomas. He sat down opposite me, bald-headed and stolid as a Buddha. 'Well,' he remarked, his eyes following my gaze with a slight twinkle, 'they are rather an idiosyncratic collection ... I got to microbiology through genetics — through biochemical genetics in particular. My first experience in that area was with your namesake, Francis Ryan, who was my mentor at Columbia University. You don't have Joseph after your first name?'	เอกสารทางวิทยาศาสตร์และภาพสไลด์ ผนังห้องเต็มไปด้วยใบรับรองและประกาศนียบัตรจำนวนมาก เขานั่งลงตรงข้ามผม ศรีษะล้านและสงบเยือกเย็นเหมือนพระพุทธรูป “เอาล่ะ” เขาให้ความเห็น เขามองตามสายตาของผมอย่างมีประกายเล็กน้อย “พวกมันค่อนข้างเป็นกลุ่มที่มีลักษณะเฉพาะ ...ผมศึกษาไปถึงจุลชีววิทยาด้วยวิธีทางพันธุศาสตร์ หรือด้วยวิธีทางพันธุศาสตร์ชีวเคมีถ้าให้เจาะจง ประสบการณ์แรกของผมในสาขาวิชานั้น ผมทำงานร่วมกับผู้ที่มีชื่อเหมือนคุณ ฟรานซิส ไรอัน เขาเป็นที่ปรึกษาของผมที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย คุณไม่ได้มีชื่อโจเซฟ ต่อท้ายชื่อแรกใช่ไหม?”	ฉายผ่านทางเครื่องฉายให้ภาพปรากฏบนจอ ในตัวบทหมายถึงภาพสไลด์ที่นำไปฉาย - idiosyncrasy = ลักษณะเฉพาะตัว (ศัพท์บัญญัติ) idiosyncratic (adj.) = pertaining to the nature of idiosyncrasy, or something peculiar to an individual แปลว่า มีลักษณะเฉพาะ - My first experience in that area was with your namesake เพิ่มคำขยายความว่า “ผมทำงานร่วมกับ” เพื่อให้เข้าใจชัดเจนขึ้น และสละสลวยกว่าแปลตรงตัวว่า “ประสบการณ์แรกของผมในสาขาวิชานั้น มีกับผู้ที่มีชื่อเหมือนคุณ”
I shook my head.	ผมส่ายศีรษะ	
'A wonderful man. He was the first post-doc to join Beadle and Tatum in their laboratory at Stanford at the very beginnings of biochemical genetics. He was working on mutations leading to nutritional deficiency in Neurospora. I entered Columbia College in 1941. Francis was away that year, but Beadle and Tatum's paper had just been published and I knew he was there. I just waited for him to come back and pounced on him in his laboratory.'	“บุคคลที่ยอดเยี่ยม เขาเป็นนักวิจัยหลังจบปริญญาเอกคนแรกที่เข้าร่วมกับบีดเดิลและทาทั่มทำงานในห้องปฏิบัติการของพวกเขาที่สแตนฟอร์ด ในช่วงแรกๆ ของการศึกษาพันธุศาสตร์ชีวเคมี เขากำลังทำงานเกี่ยวกับการกลายพันธุ์ที่นำไปสู่การขาดสารอาหารในนิวโรสปอรา หรือราขนมปัง ผมเข้าวิทยาลัยโคลัมเบียในปี ค.ศ. 1941 ฟรานซิสออกไปในปีนั้น แต่งานวิจัยของบีดเดิลและทาทัมเพิ่งได้รับการตีพิมพ์และผมรู้ว่าเขาอยู่ที่นั่น ผมแค่รอให้เขากลับมาและตะครุบเขาไว้ที่ห้องปฏิบัติการของเขา”	- post-doc = a scholar or researcher who is involved in academic study beyond the level of a doctoral degree (ที่มา: Dictionary.com) ไม่มีคำแปลภาษาไทย จึงแปลโดยใช้การอธิบายว่า “นักวิจัยหลังจบปริญญาเอก” - Neurospora = นิวโรสปอรา, จีนัสหนึ่งของเห็ดราซึ่งมักจะเกิดขึ้นที่ขนมปัง จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ราขนมปัง (ที่มา: คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.) ขยายความว่าเป็นราขนมปัง เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
We had already taken our seats, among the piles of journals and papers as I inched the line of conversation along. 'But there must have been something even before that that made you go to college with this interest?'	เราได้ที่นั่งของเราแล้ว ท่ามกลางกองวารสารและเอกสาร ขณะที่ผมดำเนินบทสนทนาต่อ “แต่ต้องมีอะไรบางอย่างก่อนหน้านั้นที่ทำให้คุณสนใจไปศึกษาด้านนี้ที่วิทยาลัย ใช่ไหมครับ?”	- เนื่องจากประโยคคำถามในภาษาไทยจะต้องมีคำที่แสดงคำถาม จึงเพิ่มวลี “ใช่ไหมครับ” เพื่อให้บทสนทนาดูเป็นธรรมชาติ
'Well, that's a somewhat broader canvas. I can't give you the ultimate answers to that question. But from the very beginnings of my recollection, from when I was about five years old, I recall that I was devoted to science. I had no doubt I was going into science, probably medical science, so I prepared myself for it.'	“คือ นั่นออกจะเป็นภาพที่กว้างมาก ผมไม่สามารถให้คำตอบที่ตรงที่สุดสำหรับคำถามนั้นแก่คุณได้ แต่จากความทรงจำในช่วงแรกๆ ของผม ตอนที่ผมอายุได้ประมาณห้าปี ผมจำได้ว่าผมศรัทธาในวิทยาศาสตร์ ผมไม่สงสัยเลยว่าผมจะเข้ามาอยู่ในแวดวงวิทยาศาสตร์ และเป็นไปได้ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์การแพทย์ ดังนั้นผมจึงเตรียมตัวเอาไว้”	
'Was there a history of science in your family?'	“มีใครในครอบครัวของคุณเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บ้างหรือเปล่าครับ?”	- เรียบเรียงบทแปลใหม่เพื่อให้บทสนทนาดูเป็นธรรมชาติ
'Not at all. My father was an Orthodox rabbi. I don't think there was a total disconnection between his vocation and mine, but there was a generational polarity.'	“ไม่เลย พ่อของผมเป็นผู้สอนศาสนานิกายออโธดอกซ์ ผมไม่คิดว่าอาชีพของเขากับผมจะตัดขาดกันโดยสิ้นเชิง แต่มันเป็นขั้วตรงข้ามกันของยุคสมัย”	- a generational polarity polarity = คุณสมบัติของการมีขั้วหรือมีผลตรงข้ามที่ปลายทั้งสอง / ลักษณะขั้ว / ความตรงกันข้าม generation = ยุค / รุ่น / การก่อกำเนิด / ชั่วคน / ชั่วรุ่น ตีความได้ว่า ความเชื่อในศาสนาและความเชื่อในวิทยาศาสตร์ถือเป็นสิ่งที่อยู่ตรงข้ามกันในยุคสมัยหนึ่ง

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
I paused to consider this curious phrase. 'Perhaps what you had in common was a certain preparedness to discuss life, and perhaps a philosophical attitude of mind might have contributed?'	ผมหยุดพิจารณาถ้อยคำที่น่าสนใจนี้ “บางทีสิ่งที่คุณมีเหมือนกันคือการเตรียมความพร้อมบางอย่างเพื่อแลกเปลี่ยนความเห็นเกี่ยวกับชีวิต และบางทีอาจจะมีส่วนจากทัศนคติทางปรัชญา?”	
'Oh, I think so. Issues of learning, of enquiring ... A life in discovery was compatible with my secularism.'	“โอ ผมก็คิดอย่างนั้น ปัญหาของการเรียนรู้ การสอบถาม ... การค้นพบเกี่ยวกับชีวิตนั้นตรงกับความเชื่อของผมที่มองโลกแบบไม่ยุ่งเกี่ยวกับศาสนา”	- secularism = the belief that religion should not be involved in the organization of society, education, etc. (ที่มา: Oxford dictionary) secularism = the view that public education and other matters of civil policy should be conducted without the introduction of a religious element. (ที่มา: Dictionary.com) ไม่มีคำแปลภาษาไทย จึงแปลโดยใช้การอธิบายว่า “ความเชื่อของผมที่มองโลกแบบไม่ยุ่งเกี่ยวกับศาสนา”
'Can I ask another question? How old were you when you were awarded the Nobel Prize?'	“ผมขอถามอีกคำถาม คุณอายุเท่าไหร่ครับตอนที่คุณได้รับรางวัลโนเบล?”	
'I was 33. They took their time about the award. I was 21 when I did the work.'	“ตอนนั้นผมอายุ 33 พวกเขาต้องใช้เวลาในการพิจารณารางวัล ผมอายุ 21 ตอนที่ผมทำงานชิ้นนั้น”	
Of course, I already knew that the youthful Lederberg began medical studies at Columbia's College of Physicians and Surgeons, but even then he was	แน่นอน ผมรู้แล้วว่าเลเดอร์เบิร์กในวัยหนุ่ม เริ่มต้นศึกษาวิชาแพทย์ที่วิทยาลัยแพทย์และศัลยแพทย์โคลัมเบีย แต่เขาได้แรงบันดาลใจจากผลงานของออสวอลด์ เอเวรี ที่	- DNA ใช้ทับศัพท์ว่า “ดีเอ็นเอ” ซึ่งเป็นคำที่ใช้แพร่หลายอยู่แล้ว - gold dust (n) มี 2 ความหมาย คือ 1. ผงทอง - gold in the form of small particles or powder, as

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
inspired by Oswald Avery's work at the Rockefeller University, which had led Avery to propose that DNA, and not the widely assumed protein, was the gold dust of heredity. This had been critical to Watson and Crick's later discovery of the chemical structure of DNA, which transformed genetics and our understanding of evolutionary biology. And Joshua Lederberg had played his part in this fabulous story.	มหาวิทยาลัยรอคเฟลเลอร์ เอเวอรี่เสนอว่าดีเอ็นเอ ไม่ใช่ที่เข้าใจทั่วไปว่าเป็นโปรตีน เป็นสิ่งสำคัญของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ทฤษฎีนี้เป็นส่วนสำคัญสำหรับวัตสันและคริกในการค้นพบภายหลังเกี่ยวกับโครงสร้างทางเคมีของดีเอ็นเอ ซึ่งเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมและความเข้าใจของเราเกี่ยวกับชีววิทยาวิวัฒนาการ และโจชัว เลเดอร์เบิร์ก ได้เป็นส่วนหนึ่งของเรื่องที่ยอดเยี่ยมนี้	found in placer-mining 2. ของมีค่า - a valuable or rare thing (ที่มา: Dictionary.com) แปลว่า “สิ่งสำคัญ” เพื่อให้เข้าใจง่ายกว่าให้ผู้อ่านตีความจากการแปลตรงตัวว่า ผงทอง ซึ่งผู้เขียนใช้ในเชิงเปรียบเทียบ - heredity (n) มี 2 ความหมาย คือ 1. การถ่ายทอดทางพันธุกรรม - the transmission of genetic characters from parents to offspring 2. พันธุกรรม / กรรมพันธุ์ - the genetic characters so transmitted. (ที่มา: Dictionary.com) แปลว่า “การถ่ายทอดทางพันธุกรรม” เนื่องจากผู้เขียนกำลังกล่าวถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลง (transform, evolution)
Even as a student, he had refused to believe the widely held opinion that bacteria only made identical genetic copies of themselves. It was why he had written to Edward Tatum, Ryan's postdoctoral mentor at Yale University, asking if he could come and work with them.	แม้จะเป็นนักเรียน เขาปฏิเสธที่จะเชื่อความคิดเห็นที่ยึดถือกันอย่างกว้างขวางว่า แบคทีเรียจะจำลองแบบพันธุกรรมที่เหมือนกันของตัวเองเท่านั้น นั่นคือเหตุผลที่เขาเขียนถึงเอ็ดเวิร์ด ทาทัม ที่ปรึกษางานวิจัยหลังจบปริญญาเอกของไรอันที่มหาวิทยาลัยเยล ขอมาทำงานร่วมกับพวกเขา	- postdoctoral = of or pertaining to study or professional work undertaken after the receipt of a doctorate (ที่มา: Dictionary.com) ไม่มีคำแปลภาษาไทย จึงแปลโดยใช้การอธิบายว่า [เกี่ยวกับ] งานวิจัยหลังจบปริญญาเอก - bacteria = แบคทีเรีย หรือ บัคเตรี เลือกใช้คำว่า “แบคทีเรีย” เนื่องจากนิยมใช้ในปัจจุบัน bacterium (singular) / bacteria (plural)

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
The first publication to come out of this collaboration was in the names of Lederberg and Tatum and covered less than half a page in the letters columns of the journal Nature, on 19 October 1946. It carried the title "Gene Recombination in Escherichia coli" — E. coli being a common bowel bacterium — and it proved, for the first time, that bacteria can pass on genetic information from one strain to another, a process we now call "bacterial conjugation".	บทความแรกที่ได้ตีพิมพ์จากความร่วมมือนี้อยู่ในชื่อของเลเดอร์เบิร์ก และ ทาทัม มีขนาดน้อยกว่าครึ่งหน้าในคอลัมน์จดหมายของวารสารเนเชอร์ (Nature) ฉบับวันที่ 19 ตุลาคม ค.ศ. 1946 ชื่อเรื่องคือ "การรวมตัวกันอีกครั้งของยีนในเชื้อเอสเชอริเชีย โคไล" เชื้ออีโคไลเป็นแบคทีเรียลำไส้ที่พบได้บ่อย บทความนี้เป็นครั้งแรกที่พิสูจน์ว่าแบคทีเรียสามารถส่งผ่านข้อมูลทางพันธุกรรมจากสายพันธุ์หนึ่งไปยังอีกสายพันธุ์หนึ่ง เป็นกระบวนการที่เราเรียกในปัจจุบันว่า "การจับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมของแบคทีเรีย"	- Escherichia coli = เอสเชอริเชีย โคไล (ที่มา: บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ฉบับประเทศไทย (อังกฤษ-ไทย) ฉบับปี 2009. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2552.) - E. coli ใช้ทับศัพท์ว่า “อีโคไล” ซึ่งเป็นคำที่ใช้แพร่หลายอยู่แล้ว - bacterial conjugation ค้นหาคำแปลได้ดังนี้ 1. การคอนจูเกชันของแบคทีเรีย (ที่มา: วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก มหาวิทยาลัยมหิดล) 2. การจับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมของแบคทีเรีย (แปลโดยอธิบายตรงตัว) Conjugation = (biology) a temporary union of two bacteria in which genetic material is transferred by migration of a plasmid, either solitary or as part of a chromosome, from one bacterium, the donor, to the other, the recipient; sometimes also including the transfer of resistance to antibiotics. (ที่มา: Dictionary.com) เลือกใช้คำแปลแบบอธิบายตรงตัวเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย
In this sense the word "conjugation" is from the same stem as our human term for the "conjugal" rights of marriage. Indeed, at the close of the paper, Tatum and Lederberg had made it perfectly explicit that "These	ในที่นี้ คำว่า "การจับคู่กัน" (conjugation) เป็นคำที่มีรากศัพท์เดียวกันกับ "การสมรส" (conjugal) ที่ใช้กับคน ที่จริงนั้นตอนจบของบทความ ทาทัม และ เลเดอร์เบิร์ก ได้แสดงไว้สมบูรณ์ชัดเจนว่า "การทดลองเหล่านี้บ่งบอกถึงการเกิดขึ้น	- human = มนุษย์ / คน เลือกใช้คำว่า “คน” เนื่องจากบริบทนี้กล่าวถึงเรื่องทางสังคม และคนสมรสกัน ฟังดูไพเราะกว่า มนุษย์สมรสกัน

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
experiments imply the occurrence of a sexual process in the bacterium."	ของกระบวนการทางเพศในแบคทีเรีย"	
The piquant truth is that Joshua Lederberg was awarded the Nobel Prize for the discovery of sexual relationships between bacteria.	ความจริงที่น่าสนใจ คือ โจชัว เลเดอร์เบิร์ก ได้รับรางวัลโนเบลสำหรับการค้นพบความสัมพันธ์ทางเพศระหว่างแบคทีเรีย	
Sex is a perfectly normal, evolved, behaviour, which is found, sometimes accompanied by beguiling mating rituals, in virtually all animals as well as plants and simpler life forms. The fact that bacteria use a sexual process to swap genetic information is important to medicine, explaining some instances of bacterial resistance to antibiotics. And this topic afforded a perfect springboard for the deeper explorations of our conversation, which lasted most of the afternoon. I was fascinated, in particular, by his long-held view that 'terrestrial life is a dense web of genetic inter-reactions'. I was keen to hear more of what he meant by the expression.	เพศสัมพันธ์เป็นพฤติกรรมที่ค่อยๆ พัฒนาและปกติอย่างที่สุด ซึ่งพบในสัตว์เกือบทั้งหมดรวมทั้งพืชและรูปแบบชีวิตทั่วไป โดยบางครั้งมาพร้อมกับวิธีการจับคู่โดยการล่อลวง ความจริงที่ว่าแบคทีเรียใช้กระบวนการทางเพศเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลทางพันธุกรรมนั้นมีความสำคัญต่อการแพทย์ อธิบายบางตัวอย่างของความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย และหัวข้อนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่ยอดเยี่ยมสำหรับการเจาะลึกลงไปในการสนทนาของเราซึ่งกินเวลาเกือบทั้งบ่าย ผมหลงใหลโดยเฉพาะอย่างยิ่ง มุมมองที่เขายึดถือมานานว่า “ชีวิตบนพื้นโลกเป็นสายใยแน่นหนาของปฏิกิริยาระหว่างกันทางพันธุกรรม” ผมกระตือรือร้นที่จะได้ยินมากขึ้นเกี่ยวกับความหมายในการแสดงความคิดเห็นนี้ของเขา	- medicine = ยารักษาโรค / แพทยศาสตร์ / การแพทย์ เลือกใช้คำว่า “การแพทย์” เนื่องจากเหมาะสมกับบริบทมากกว่า
Perhaps, he suggested, we should look at living organisms as metabolic nets, capable of reaching out	เขาแนะนำว่าบางทีเราควรมองสิ่งมีชีวิตเป็นเหมือนร่างแหกระบวนการสร้างและสลาย สามารถออกไปหาและยอมรับ	- metabolism = กระบวนการสร้างและสลาย, เมแทบอลิซึม (ศัพท์บัญญัติ) กระบวนการเผาผลาญอาหาร (พจนานุกรมอังกฤษ-ไทย)

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
and accepting help, at chemical or even genetic level, from other life forms. 'On the one hand, each life form is coded by its own genetic make-up, but there is an interdependence there. We can't survive without taking advantage of the genetic machinery of plants.' Of course, he was referring to photosynthesis, which enables plants to make sugars and amino acids that animals, such as we humans, rely on for life. 'So, in this sense,' he insisted, 'we are symbiotic with plant genes.'	ความช่วยเหลือจากรูปแบบชีวิตอื่น ที่ระดับทางเคมีหรือแม้กระทั่งระดับพันธุกรรม “ในด้านหนึ่ง แต่ละรูปแบบชีวิตถูกสร้างขึ้นโดยพันธุกรรมของตัวเอง แต่ก็มีการพึ่งพาซึ่งกันและกัน เราไม่สามารถอยู่รอดได้โดยไม่มีการใช้ประโยชน์จากกลไกทางพันธุกรรมของพืช” แน่นอนว่าเขาหมายถึงการสังเคราะห์แสง ที่ทำให้พืชสร้างน้ำตาลและกรดอะมิโนที่สัตว์เช่นมนุษย์อย่างเรา พึ่งพาเพื่อการมีชีวิต “ดังนั้นในแง่นี้” เขายืนยัน “เราอยู่ในภาวะพึ่งพิงกับยีนของพืช”	metabolism = (biology, Physiology) the sum of the physical and chemical processes in an organism by which its material substance is produced, maintained, and destroyed, and by which energy is made available. metabolic (adj.) แปลว่า [เกี่ยวกับ] กระบวนการสร้างและสลาย เนื่องจากเป็นการอธิบายลักษณะของกระบวนการ ทำให้เข้าใจได้ชัดเจนกว่า - amino acids = กรดอะมิโน, สารประกอบที่เป็นหน่วยย่อยเล็กที่สุดที่ประกอบขึ้นเป็นโปรตีน (ที่มา: คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.) ใช้คำว่า “กรดอะมิโน” เนื่องจากเป็นที่เข้าใจและใช้แพร่หลาย - symbiosis = สมชีพ, ภาวะพึ่งพิง (ศัพท์บัญญัติ) Symbiotic (adj.) จึงแปลว่า [เกี่ยวกับ] ภาวะพึ่งพิง
I was interested in his evocation of the concept of symbiosis. It reminded me of the fact that he had referred to symbiosis again and again, in the headings and subject matter of his book chapters and scientific publications. This suggested that he had given careful thought to its role in life.	ผมรู้สึกสนใจที่เขายกความคิดเรื่องภาวะพึ่งพิงขึ้นมา มันทำให้ผมนึกถึงความจริงที่ว่าเขาเคยอ้างถึงภาวะพึ่งพิงครั้งแล้วครั้งเล่าในหัวข้อและเนื้อหาในหนังสือและสิ่งพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์ของเขา ทำให้เห็นว่าเขาใช้ความคิดอย่างละเอียดรอบคอบเกี่ยวกับบทบาทของมันที่มีต่อชีวิต	- symbiosis = สมชีพ, ภาวะพึ่งพิง (ศัพท์บัญญัติ) เลือกใช้คำว่า “ภาวะพึ่งพิง” เนื่องจากเข้าใจได้ง่ายกว่า
'There are,' he explained, 'marine invertebrate animals that have carried this further, so that instead of bothering to eat plants they embrace algae living	เขาอธิบายว่า “มีสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังที่ยังดำเนินสภาวะแบบนี้ต่อไป คือแทนที่จะต้องกินพืชให้ยุ่งยาก พวกมันรับเอาสาหร่ายมาอาศัยอยู่ในผิวหนังแทน ภาวะพึ่งพิงของ	- symbionts = one of the partners in a symbiotic relationship. (ที่มา: glossary of terms จากหนังสือต้นฉบับ) ไม่มีคำแปลภาษาไทย ผู้แต่งได้ให้คำอธิบายว่าหมายถึง สิ่งมีชีวิต

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
inside their skin. Many of the well-known bacterial symbioses with insects are not so fundamentally different from that. In these cases there is an integration of genetic machinery, even though the interacting genomes are still distinct. The symbionts are in different cells, and they could be parted asunder.	แบคทีเรียกับแมลงที่รู้จักกันดีหลายกรณีมีพื้นฐานไม่ต่างจากที่กล่าวมามากนัก ในกรณีเหล่านี้ มีการผสมผสานกันของกลไกทางพันธุกรรม ถึงแม้ว่ายีโนมที่มีปฏิสัมพันธ์ยังคงแตกต่างกันชัดเจน คู่พึ่งพิงอยู่ในเซลล์ต่างกันและสามารถแยกออกจากกันได้	หนึ่งในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์อยู่ในภาวะพึ่งพิง จึงแปลว่า “คู่พึ่งพิง” โดยอิงจากคำว่า partner ที่แปลว่า คู่สมรส, คู่เต้นรำ ซึ่งหมายถึงคนใดคนหนึ่งในคู่
But I see a continuum between that phenomenon and the kinds of symbiosis where the two organisms occupy the same cell, such as we see in plants with their chloroplasts. It's not so difficult to extrapolate from that to the evolution of invertebrates, where you have algae living in the epidermal cells. But what we find in the chloroplast has taken the concept further. The primordial chloroplast has itself exchanged considerable numbers of genes with the nucleus. Meanwhile, some genes that were undoubtedly nuclear have found their way into the chloroplasts. So these have not been pure genomes for many aeons.'	แต่ผมเห็นความต่อเนื่องระหว่างปรากฏการณ์นั้นกับภาวะพึ่งพิงซึ่งกันและกันประเภทที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดอาศัยอยู่ในเซลล์เดียวกัน อย่างเช่นที่เราเห็นในคลอโรพลาสต์ของพืช มันไม่ยากเกินไปที่จะคาดเดาวิวัฒนาการของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีสาหร่ายอาศัยอยู่ในเซลล์ผิวจากสิ่งนี้ แต่สิ่งที่เราพบในคลอโรพลาสต์ได้ต่อยอดความคิดออกไป คลอโรพลาสต์ในช่วงแรกมีการแลกเปลี่ยนยีนจำนวนค่อนข้างมากกับนิวเคลียส ในขณะที่ยีนบางชนิดที่ไม่ต้องสงสัยเลยว่าเกี่ยวข้องกับนิวเคลียสก็มีวิธีเข้าสู่คลอโรพลาสต์เช่นกัน ดังนั้นพวกนี้จึงไม่ใช่ยีโนมที่แท้จริงสำหรับสิ่งมีชีวิตหลายๆ อย่าง”	- nucleus = นิวเคลียส, ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีลักษณะค่อนข้างกลม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์และการถ่ายทอดลักษณะทางกรรมพันธุ์จากพ่อแม่ ไปยังลูกหลาน (ที่มา: คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.) nucleus (singular) / nuclei, nucleuses (plural) ใช้คำว่า “นิวเคลียส” เนื่องจากเป็นที่เข้าใจและใช้แพร่หลาย - nuclear (adj.) = (biology) of, relating to, or contained within the nucleus of a cell จึงแปลว่า [เกี่ยวกับ] นิวเคลียส - aeon = The origin is from the Greek root *aion* for age or life force. (ที่มา: www.pballew.net) aeon = (also spelled eon) originally means "life" or "being", though it then tended to mean "age", "forever" or "for eternity". (ที่มา: wikipedia)

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
		แปลว่า “สิ่งมีชีวิต” ซึ่งสอดคล้องกับบริบท
I suggested that these ideas would surprise many biologists, and geneticists, who were fixated on the idea of genes being handed down in a simple, vertical, way from parents to offspring.	ผมแนะนำว่าความคิดเหล่านี้จะสร้างความแปลกใจให้แก่นักชีววิทยาและนักพันธุศาสตร์จำนวนมาก ที่จดจ้องอยู่กับความคิดที่ว่ายีนถูกส่งต่ออย่างไม่ซับซ้อนในแนวดิ่งจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูก	
'You just need some scaffold to begin your thinking. Then the more you learn the more you realise that the exceptions are almost the rule.'	“คุณเพียงแค่ต้องการโครงร่างเพื่อเริ่มต้นความคิดของคุณ จากนั้นยิ่งคุณเรียนรู้มากขึ้นคุณก็จะเข้าใจมากขึ้นว่าข้อยกเว้นทั้งหลายแทบจะเป็นกฎ”	
I was eager to extrapolate this line of reasoning to what really interested me at this stage. 'The popular conception of a virus is something necessarily nasty, something that infects people and makes them ill -- sometimes kills them. But can you conceive that viruses in nature might also have a symbiotic role with animals?'	ผมกระตือรือร้นที่จะคาดคิดตามเหตุผลนี้ว่าอะไรที่ทำให้ผมสนใจในขณะนี้ “ความคิดที่ยอมรับกันทั่วไปเกี่ยวกับไวรัสเป็นสิ่งที่ยากจะแก้จริงๆ อะไรบางอย่างที่ทำให้ผู้คนติดเชื้อและทำให้พวกเขาป่วย บางครั้งก็ฆ่าพวกเขา แต่คุณคิดไหมว่าไวรัสในธรรมชาติอาจจะมีบทบาทของภาวะพึ่งพิงซึ่งกันกับสัตว์ได้ด้วย”	- nasty = น่าคลื่นไส้, น่าสะอิดสะเอียน, ไม่น่ายินดี, ไม่น่าพอใจ อันตราย, น่าวิตก, ยากที่จะแก้, ยากลำบาก, ร้ายแรง เลือกใช้คำว่า “ยากที่จะแก้” เนื่องจากเหมาะสมกับบริบทมากกว่า
I was well aware in asking this question that, as early as 1952, Lederberg had published a landmark paper under the title, "Cell genetics and hereditary symbiosis". In this paper he had proposed a new scientific term, the "plasmid", to cover all sorts of	ผมตระหนักดีในการถามคำถามนี้ ในปี ค.ศ.1952 เลเดอเบิร์กได้ตีพิมพ์บทความสำคัญในหัวข้อ “พันธุศาสตร์ของเซลล์และภาวะพึ่งพิงทางพันธุกรรม” ในบทความนี้เขาได้เสนอศัพท์ทางวิทยาศาสตร์คำใหม่คือ “พลาสมิด” เพื่อให้ครอบคลุมชุดพันธุกรรมทุกแบบ ที่แลกเปลี่ยนพันธุกรรมที่	- Plasmid มีการใช้ทับศัพท์ว่า “พลาสมิด” (ที่มา: คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.)

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
hereditary packages that crossed the genetic divide between different life forms. In this same paper, he stated outright that plasmids were symbiotic organisms that formed part of the genetic inheritance of the life form to which they contributed this new genetic information.	แบ่งแยกระหว่างรูปแบบชีวิตที่แตกต่างกัน ในบทความเดียวกันนี้ เขากล่าวออกมาอย่างชัดเจนว่า พลาสมิดคือสิ่งมีชีวิตในภาวะพึ่งพิงที่สร้างส่วนหนึ่งของการถ่ายทอดพันธุกรรมของรูปแบบชีวิต จากข้อมูลทางพันธุกรรมใหม่ของพวกมัน	
From my perspective, this transfer of pre-evolved genetic information was quite different, from an evolutionary perspective, to the Darwinian concept of random changes in the coding sequences of genes arising through errors in copying DNA when cells divided.	จากมุมมองของผม การถ่ายโอนข้อมูลทางพันธุกรรมก่อนการพัฒนานี้ค่อนข้างแตกต่างจากมุมมองวิวัฒนาการตามแนวคิดของดาร์วิน ที่ว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีแบบแผนในลำดับรหัสของยีน เกิดขึ้นจากความผิดพลาดในการคัดลอกดีเอ็นเอเมื่อเซลล์แบ่งตัว	
He said: 'It's a very interesting question.'	เขากล่าวว่า “เป็นคำถามที่น่าสนใจมาก”	
We talked about how viruses could change the behaviour and internal chemistry of bacteria, for example by making them resistant to antibiotics. The diphtheria bacterium produced a poison, known as a toxin, which was entirely dependent on the presence of a virus within the bacterium.	เราพูดคุยเกี่ยวกับวิธีที่ไวรัสสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมและคุณสมบัติทางเคมีภายในของแบคทีเรีย เช่นโดยการทำให้พวกมันทนต่อยาปฏิชีวนะ แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคคอตีบผลิตสารพิษที่เรียกว่าชีวพิษเชื้อคอตีบ ซึ่งทั้งหมดขึ้นอยู่กับการปรากฏของไวรัสในแบคทีเรีย	- toxin = ทอกซิน / พิษ / ชีวพิษ diphtheria toxin = ชีวพิษเชื้อคอตีบ (ศัพท์บัญญัติ) เลือกใช้คำว่า “ชีวพิษ” ซึ่งอ้างอิงจากศัพท์บัญญัติ โดยเพิ่มคำว่า “เชื้อคอตีบ” เพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
So it was that our conversation moved round a topic	บทสนทนาของเราวนอยู่ในหัวข้อที่เราทั้งสองเห็นว่าเป็นสิ่ง	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
that we both recognised as extremely important, if potentially very controversial.	สำคัญอย่างยิ่งยวด และจะก่อให้เกิดการโต้แย้งอย่างมากถ้าเป็นไปได้	
I explained what I had learnt from the scientists investigating the hantavirus epidemic, for example the fact that baby deer mice are born without the virus. They acquired it as weanlings, from copious secretions of the virus in the urine and other excreta of the mother. Yet when they acquired this virus, which was so horribly lethal to people, they showed no sign of illness. It was as if, in first meeting the virus when their immune systems were just coming to recognise self from alien, they came to regard the virus as self.	ผมอธิบายสิ่งที่ผมได้เรียนรู้จากนักวิทยาศาสตร์ที่ตรวจสอบการแพร่ระบาดของไวรัสฮานตา ตัวอย่างเช่น ความจริงที่ว่าลูกอ่อนของหนูท้องขาวเกิดมาโดยไม่มีเชื้อไวรัส พวกมันได้รับเชื้อช่วงที่หย่านม จากไวรัสที่หลั่งไหลจำนวนมากในปัสสาวะ และสิ่งขับถ่ายอื่นๆ ของแม่ แต่เมื่อพวกมันได้รับเชื้อไวรัส ซึ่งเป็นอันตรายร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตต่อคน พวกมันกลับไม่แสดงอาการเจ็บป่วยใดๆ มันเหมือนกับว่า ในการพบกับเชื้อไวรัสครั้งแรกขณะที่ระบบภูมิคุ้มกันของพวกมันเริ่มจะจำแนกตัวเองออกจากสิ่งแปลกปลอม พวกมันถือว่าเชื้อไวรัสคือตัวมันเอง	- Hantavirus = ไวรัสฮานตา (ที่มา: สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข) - deer mice = หนูท้องขาว (ที่มา: สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข) - alien = คนต่างด้าว, ความแตกต่างกับตน, คนแปลกหน้า, ต่างด้าว, ต่างประเทศ, แตกต่างกับตัวเอง (ที่มา: พจนานุกรมอังกฤษ-ไทย) แปลว่า สิ่งแปลกปลอม เพื่อให้เหมาะสมกับบริบท
In fact, some of the biologists working on the virus-mouse interaction had the feeling that the baby mice grew bigger, stronger, as a result of the presence of the virus. I took a breath and asked the question that had preoccupied my thoughts for the last two months.	อันที่จริง นักชีววิทยาบางส่วนที่ทำงานเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อไวรัสกับหนูมีความรู้สึกว่าลูกหนูโตมาตัวใหญ่ขึ้นแข็งแรงขึ้น เป็นผลจากการปรากฏของเชื้อไวรัส ผมสูดหายใจและถามคำถามที่วนเวียนอยู่ในความคิดของผมตลอดสองเดือนที่ผ่านมา	
'I know that viruses don't think. They don't have a concept of good or bad — they're not just immoral but	“ผมรู้ว่าไวรัสไม่มีความคิด พวกมันไม่รู้จักความดีหรือความเลว – พวกมันไม่เพียงแค่ไม่รู้ผิดชอบแต่ยังไร้กฎเกณฑ์ แต่	- anthropomorphism = มานุษยรูปนิยม (ศัพท์บัญญัติ) คือ การเอาลักษณะของมนุษย์ไปใช้กับสิ่งที่ไม่ใช่มนุษย์

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
amoral. But is it possible a virus could have a beneficial effect on an animal species?' I should have known better than to use the word "beneficial", since it is loaded with anthropomorphic overtones. What I meant, and should have asked, was if the presence of a virus might help the host survive.	เป็นไปได้หรือไม่ที่ไวรัสอาจก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสายพันธุ์สัตว์? ผมควรจะรู้ดีว่าไม่ควรใช้คำว่า “ประโยชน์” เพราะมันมีความหมายในเชิงมนุษย์มากไป สิ่งที่ผมหมายถึงและอยากถามคือ การปรากฏของไวรัสอาจช่วยให้โฮสต์อยู่รอดใช่หรือไม่”	anthropomorphic (adj.) จึงแปลว่า “เชิงมนุษย์” - host = โฮสต์ / เจ้าบ้าน / สัตว์หรือพืชที่เป็นที่อาศัยของปรสิต / ตัวถูกเบียน / ตัวให้อาศัย เลือกใช้คำว่า “โฮสต์” เนื่องจากเป็นที่เข้าใจและใช้แพร่หลาย
'Well, that would be interesting ... I don't know of a clear example of any such mutualistic advantage, but it's on the cards. And if nothing else, cross-immunity to other infecting agents is certainly going to come into the picture. But I just don't happen to have it at my fingertips for animals.'	“ดี น่าสนใจ ... ผมไม่ทราบตัวอย่างที่ชัดเจนของความได้เปรียบที่เกี่ยวข้องใดๆ แต่มันก็มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น และถ้าไม่ใช่อะไรอื่น แน่นอนว่ามันทำให้นึกถึงภูมิคุ้มกันข้ามสายพันธุ์ที่ต้านทานโรคที่เกิดจากเชื้ออื่นๆ ด้วย แต่ผมยังนึกไม่ออกสำหรับกรณีที่เกี่ยวกับสัตว์”	- it's on the cards = to be likely to happen เป็นสำนวนแปลว่า “มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น” - cross-immunity = ภูมิคุ้มกันต้านทานโรคที่ข้ามสายพันธุ์ (ที่มา: www.haamor.com) แปลว่า “ภูมิคุ้มกันข้ามสายพันธุ์” เพื่อให้กระชับ
I pushed it a little further. 'I find myself asking the question, could a viral infection in a species change that species -- could it go so far as to create a new species?'	ผมรุกต่ออีกเล็กน้อย “ผมมีคำถาม การติดเชื้อไวรัสในสปีชีส์หนึ่งสามารถเปลี่ยนสปีชีส์นั้นได้หรือไม่ และมันสามารถไปไกลถึงการสร้างสปีชีส์ใหม่ได้หรือไม่?”	
It was probably the most challenging question I put to him, and it resulted in another of those telling pauses.	มันอาจจะเป็นคำถามที่ท้าทายที่สุดที่ผมถามเขา และนั่นทำให้เขาหยุดคิดอีกครั้งหนึ่ง	
'I can commend a book to you that has just come out. It answers the somewhat larger questions. It is by Jan	“ผมสามารถแนะนำหนังสือที่เพิ่งตีพิมพ์ออกมาให้คุณได้ มันตอบคำถามที่ค่อนข้างกว้างกว่านี้ หนังสือเขียนโดย แจน	- visiting scholar scholar = นักวิชาการ, นักการศึกษา, นักเรียน, ผู้ได้รับ

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
Sapp and it covers symbiosis - the history of the concept. Jan is a historian of science from York University, in Canada. He was a visiting scholar here in my laboratory when he wrote the book. He's been following the thinking of Lynn Margulis, who is probably the most articulate person on this line of thinking.	แซปป์ และมันครอบคลุมถึงประวัติของแนวคิดเรื่องภาวะพึ่งพิง แจนเป็นนักประวัติศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยยอร์คในแคนาดา เขามาศึกษาที่นี่ชั่วคราวที่ห้องปฏิบัติการของผมตอนที่เขาเขียนหนังสือ เขาสนใจติดตามความคิดของ ลินน์ มาร์กูลิส ซึ่งน่าจะเป็นคนที่มีส่วนชัดเจนมากที่สุดในความคิดนี้	ทุนการศึกษา แปลโดยวิธีตีความ และเรียบเรียงประโยชน์ให้เป็นธรรมชาติ เหมาะสมกว่าการแปลตรงตัวว่า เขาเป็นนักศึกษาที่มาเยี่ยมชั่วคราว
You might have seen something of her writings. Where symbiosis leads to the convergence of two genomes from disparate sources, making, if you like, a very wide hybrid, it becomes the source of evolutionary change of the most major implications. There is a fair consensus now that this is how the eukaryotic cell evolved.'	คุณอาจจะได้เห็นอะไรบางอย่างในงานเขียนของเธอ ภาวะพึ่งพิงนำไปสู่การบรรจบกันของสองยีโนมจากแหล่งที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ทำให้เกิดลูกผสมที่ห่างไกลออกไปมาก กลายเป็นต้นกำเนิดของการเปลี่ยนแปลงทางวิวัฒนาการที่สำคัญที่สุดที่เกิดขึ้น ตอนนี้มีมติที่สมเหตุสมผลว่านี่เป็นวิธีการที่เซลล์ยูแคริโอตพัฒนา”	- eukaryotic cell มีการใช้ทับศัพท์ว่า “เซลล์ยูแคริโอต” (ที่มา: คลังศัพท์ไทย โดย สวทช.)
The eukaryotic cell is a cell with a nucleus. The evolution of such a cell from humble bacterial forebears gave rise to all of the animals, plants, fungi, algae and smaller creatures, such as the amoebae of my school biology days. That same evolutionary step had been extolled by the eminent Darwinian, Ernst Mayr, as the single most important step in the	เซลล์ยูแคริโอตเป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส วิวัฒนาการของเซลล์ดังกล่าวจากบรรพบุรุษแบคทีเรียที่ต่ำต้อย ให้กำเนิดบรรดาสัตว์ พืช เชื้อรา สาหร่าย และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเช่น อะมีบา ที่ผมเคยเรียนในวิชาชีววิทยา ขั้นตอนวิวัฒนาการแบบเดียวกันได้รับการยกย่องเชิดชูจากผู้นับถือทฤษฎีดาร์วินที่มีชื่อเสียง เอิร์นส์ มายร์ ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเพียงอย่างเดียวในการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	- amoeba, ameba = อะมีบา (ศัพท์บัญญัติ) amoeba, ameba (singular) / amoebae, amoebas (plural) - Darwinian = a follower of Charles Darwin; a person who accepts or advocates Darwinism. แปลโดยใช้การอธิบายว่า “ผู้นับถือทฤษฎีดาร์วิน”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
evolution of life.		
If my interview with Terry Yates had first opened my eyes to the possibility of a new vision of viruses and their role in evolution, this interview with Joshua Lederberg had further encouraged that vision. I left New York more determined than ever to examine it further.	ถ้าการพูดคุยสัมภาษณ์ของผมกับเทอร์รี่ เยตส์ ได้ทำให้ผมเห็นเป็นครั้งแรกถึงความเป็นไปได้ของวิสัยทัศน์ใหม่ของไวรัสและบทบาทของมันในการวิวัฒนาการ การพูดคุยสัมภาษณ์กับโจชัว เลเดอเบิร์กในครั้งนี้ได้สนับสนุนวิสัยทัศน์นั้นมากขึ้น ผมออกจากนิวยอร์กด้วยความมุ่งมั่นมากขึ้นกว่าเดิมเพื่อสำรวจค้นหาต่อไป	
In the opening chapter I outlined a three-way symbiotic relationship between the sea slug Elysia chlorotica, its host alga, and an unknown, virus, putatively a retrovirus, that has entered into a persistent relationship with the slug.	ในตอนเริ่มต้นของบทที่ 1 ผมสรุปความสัมพันธ์ของภาวะพึ่งพิงสามทางระหว่างทากทะเล อิลิเชีย คลอโรติกา สาหร่ายซึ่งเป็นโฮสต์ และไวรัสชนิดหนึ่ง สันนิษฐานว่าเป็นรีโทรไวรัสที่เข้าสู่ความสัมพันธ์ถาวรกับทาก	- Elysia chlorotica เป็นทากชนิดหนึ่งไม่มีชื่อเรียกในภาษาไทย เนื่องจากเป็นชื่อเฉพาะจึงใช้ทับศัพท์ว่า “อิลิเชีย คลอโรติกา” - retrovirus มีการใช้ทับศัพท์ว่า “รีโทรไวรัส”
But back in 1994 I knew nothing about Elysia, and its relationship with the virus was poorly understood. The truth is that I was in the dark as far as symbiosis was concerned, I had no idea how this biological condition called symbiosis was defined. Did symbiosis imply a different evolutionary mechanism from the highly respected modern Darwinism?	แต่ย้อนไปในปี ค.ศ. 1994 ผมไม่รู้อะไรเกี่ยวกับทากอิลิเชียและไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของมันกับไวรัสเอาเสียเลย ความจริงก็คือผมอยู่ในที่มืดจนกระทั่งภาวะพึ่งพิงเป็นที่สนใจ ผมนึกไม่ออกเลยว่าสภาพทางชีวภาพที่เรียกว่าภาวะพึ่งพิงนี้ถูกนิยามไว้อย่างไร ภาวะพึ่งพิงบ่งบอกถึงกลไกการวิวัฒนาการที่แตกต่างจากทฤษฎีดาร์วินสมัยใหม่ที่ได้รับความนับถืออย่างมากหรือไม่?	- Elysia = ทากอิลิเชีย เพิ่มคำว่า “ทาก” เพื่อให้เข้าใจชัดเจนขึ้น
My conversation with Lederberg suggested that there	การสนทนาของผมกับเลเดอเบิร์กชี้ให้เห็นว่ามีความแตกต่าง	- symbiologists = นักชีววิทยาด้านภาวะพึ่งพิง

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
were important differences between the two evolutionary disciplines, yet there was no hint that he felt these differences negated the conventional viewpoint. I was mindful of his words of advice: 'You just need some scaffold to begin your thinking.' My scaffold would be the biological discipline of symbiosis, and its many examples and operative mechanisms, focusing in particular on how symbiologists -- the people who study symbiosis — figured that symbiosis operated as an evolutionary force.	ที่สำคัญระหว่างแนวคิดวิวัฒนาการทั้งสอง แต่ไม่มีเบาะแสใดๆ ที่เขารู้สึกว่าความแตกต่างเหล่านี้คัดค้านมุมมองที่เป็นอยู่ ผมสนใจคำแนะนำของเขา “คุณเพียงแค่ต้องการโครงร่างเพื่อเริ่มต้นความคิดของคุณ” โครงร่างของผมคงเป็นกฎเกณฑ์ทางชีวภาพของภาวะพึ่งพิง ตัวอย่างและกลไกการทำงานอันมากมายของมัน มุ่งเน้นโดยเฉพาะที่วิธีการที่นักชีววิทยาด้านภาวะพึ่งพิง หรือคนที่ศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิง คิดคำนวณว่าภาวะพึ่งพิงเป็นอิทธิพลทำให้เกิดวิวัฒนาการ	วิเคราะห์ว่ามาจากการประสมคำระหว่างคำว่า symbiosis และ biologist จึงค้นคว้าหาความหมายของคำทั้งสองและคำประสมที่มีรูปแบบที่คล้ายเคียงกัน พบคำว่า microbiologist (นักจุลชีววิทยา) และ cell biologists (นักชีววิทยาด้านเซลล์) เนื่องจากคำว่า symbiosis ไม่มีคำแปลเฉพาะ เหมือนคำว่า micro (จุล) ผู้วิจัยจึงแปลความหมายโดยอ้างอิงจากคำแปลของคำว่า cell biologists
Readers of Jan Sapp's landmark history of symbiosis will discover how, in 1868, some nine years after Darwin had published The Origin of Species, a Swiss botanist, Simon Schwendener, made a curious discovery about the biological nature of lichens. We are familiar with lichens as the flat, pastel-shaded growths that decorate tombstones or the historic boulders of Stonehenge, but they are far more varied and ubiquitous than the cursory familiarity would suggest.	ผู้อ่านเรื่องภาวะพึ่งพิงอันโดดเด่นของแจน แซปป์ จะพบว่าในปี ค.ศ. 1868 หรือประมาณเก้าปีหลังจากที่ดาร์วินตีพิมพ์เรื่องกำเนิดสปีชีส์ นักพฤกษศาสตร์ชาวสวิสชื่อไซมอน ชเวนเดเนอร์ ค้นพบสิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับลักษณะทางชีวภาพของไลเคนได้อย่างไร เราคุ้นเคยกับไลเคนในรูปแบบของสิ่งมีชีวิตที่เติบโตแพร่กระจายในแนวราบมีสีจางๆ ปกคลุมแผ่นหินจารึกหน้าหลุมฝังศพหรือหินกลมมนก้อนใหญ่ของสโตนเฮนจ์ แต่ว่ามันมีความหลากหลายและพบได้ทั่วไปมากกว่าแค่ความคุ้นเคยเพียงเท่านั้น	- lichen = ไลเคน (ศัพท์บัญญัติ), เห็ดราที่ขึ้นตามต้นไม้หรือก้อนหิน ใช้คำว่า “ไลเคน” เนื่องจากผู้แต่งได้อธิบายความหมายและลักษณะให้เป็นที่เข้าใจในตัวบทแล้ว

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
They play an important role in the world's ecology as pioneer organisms, thriving in inclement environments, such as sand- dunes or the windswept valleys of Antarctica, where they eke out a living on the exposed surfaces, breaking stone down into soil, or soaking up useful reservoirs of water from ambient dew or fog in forest ecologies. In this way, lichens create specialised ecosystems from which other life forms can benefit, for example the hardy growths that endure beneath the Arctic snow providing the main food source for the Sami's reindeer.	พวกมันมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศวิทยาของโลกในฐานะสิ่งมีชีวิตผู้บุกเบิก เจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น เนินทราย หรือหุบเขาที่มีลมพัดแรงของทวีปแอนตาร์กติกา พวกมันเพิ่มขยายไปอยู่อาศัยบนพื้นผิว ทำให้หินแตกสลายกลายเป็นดิน หรือดูดซับน้ำที่เป็นประโยชน์มากักเก็บจากน้ำค้างรอบๆ หรือหมอกในระบบนิเวศของป่าไม้ ด้วยวิธีนี้ไลเคนสร้างระบบนิเวศเฉพาะที่เป็นประโยชน์ต่อรูปแบบชีวิตอื่นๆ ตัวอย่างเช่น พวกที่ทนต่อความหนาวเย็นเติบโตแพร่กระจายภายใต้หิมะขั้วโลกเหนือเป็นแหล่งอาหารหลักให้กวางเรนเดียร์ของชาวซามิ	
At the time of Schwendener's discovery, lichens had only recently been slotted into place on the biological tree of life as a branch, in the jargon a "class", of their own coming off the main trunk, or "kingdom", of the plants, with naturalists devoting their time and energies to defining more than a thousand species that formed the twigs and leaves of that branch. Now, all of a sudden, such endeavour and certainty was thrown to the four winds when Schwendener demonstrated that lichens were not individual	ในช่วงเวลาการค้นพบของชเวนเดเนอร์ ไลเคนเพิ่งถูกจัดเป็นกิ่งหนึ่ง หรือศัพท์เฉพาะเรียกว่า “ชั้น” ซึ่งออกมาจากลำต้นหลัก หรือเรียกว่า “อาณาจักร” ในแผนภูมิต้นไม้แสดงวิวัฒนาการของพืช โดยมีนักธรรมชาติวิทยาอุทิศเวลาและแรงกายกำหนดสปีชีส์มากกว่าหนึ่งพันสปีชีส์สร้างเป็นแขนงและใบของกิ่งนั้น แต่ในทันใด ความพยายามและความเชื่อมั่นดังกล่าวก็ถูกโยนทิ้งกระจัดกระจาย เมื่อชเวนเดเนอร์แสดงให้เห็นว่าไลเคนไม่ใช่สิ่งมีชีวิตที่เป็นเอกเทศ แต่มีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับรูปแบบชีวิตที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงสองรูปแบบคือสาหร่ายและรา	- biological tree of life (or evolutionary tree) = a branching diagram or "tree" showing the inferred evolutionary relationships among various biological species or other entities—their phylogeny—based upon similarities and differences in their physical and/or genetic characteristics. ค้นหาคำแปลที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ evolutionary tree / phylogenetic tree = สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ, แผนภูมิต้นไม้, อนุกรมต้นไม้ (ที่มา: คู่มือการเรียนจุลชีววิทยา, วารสารวิจัย) แปลโดยใช้การอธิบายว่า “แผนภูมิต้นไม้แสดงวิวัฒนาการ” เพื่อให้

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
organisms at all but intimate associations of two radically different life forms, an alga and a fungus.		เข้าใจง่าย
Since the time of Swedish naturalist, Carl Linnaeus, in the eighteenth century, biologists had assumed that all living organisms were discrete individuals, which existed as members of a species, which could be accurately assigned to its precise twig and leaf on the tree of life. We humans, for example, belong to the species sapiens, within the genus Homo, which is attached to the branchlet, or "order", of primates, within the branch, or "class", of mammals. But now it would appear that, rather than constituting any branch, or twig, or leaf, on the tree of life, lichens comprised an intimate intertwining of two of the main trunks — the kingdoms of the protists and fungi. For the orderly world of Victorian naturalists, the implications were devastating. Many lichenists refused to believe it and they roundly dismissed any such dualistic notions as an "abomination" that sowed confusion in place of order.	ตั้งแต่สมัยของนักธรรมชาติวิทยาชาวสวีเดน คาร์ล ลินเนอัส ในศตวรรษที่สิบแปด นักชีววิทยาได้สันนิษฐานว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดแยกจากกันเป็นปัจเจกโดยชัดเจน โดยอยู่เป็นสมาชิกของสปีชีส์ ซึ่งสามารถกำหนดเป็นแขนงและใบบนแผนภูมิต้นไม้แสดงวิวัฒนาการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ตัวอย่างเช่น มนุษย์เราอยู่ในสปีชีย์เซเปียนส์ ในสกุลโฮโม ใน “อันดับ” หรือก้านของไพรเมต ซึ่งอยู่ใน “ชั้น” หรือกิ่งของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่ตอนนี้กลับปรากฏว่า แทนที่ไลเคนจะถูกตั้งเป็นกิ่ง แขนง หรือใบ บนแผนภูมิต้นไม้แสดงวิวัฒนาการ ลักษณะของมันกลับเป็นการถักสานเข้าด้วยกันอย่างใกล้ชิดของลำต้นสองลำต้น คือ อาณาจักรโพรทิสต์ และอาณาจักรฟังไจหรือเห็ดรา ความเกี่ยวพันเช่นนี้ถือเป็นการทำลายโลกที่มีระเบียบแบบแผนของนักธรรมชาติวิทยาสมัยวิกตอเรีย นักวิจัยเรื่องไลเคนหลายคนปฏิเสธที่จะเชื่อเรื่องนี้ และไม่สนใจความคิดเรื่องไลเคนมีสองลักษณะใดๆ เลย เหมือนเป็นสิ่งน่ารังเกียจที่ก่อให้เกิดความสับสนในการจัดลำดับ	- คำว่า Sapiens และ Homo ใช้ทับศัพท์ว่า “เซเปียนส์” และ “โฮโม” เนื่องจากไม่มีคำแปลภาษาไทยและมีการใช้แพร่หลายอยู่แล้ว - Primate คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมพวกที่มีวิวัฒนาการสูงสุด มีรูปร่างคล้ายลิง พบว่ามีการใช้คำแปลว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม, วานร และคำทับศัพท์ว่า ไพรเมต (ที่มา: Wikipedia, พจนานุกรมอังกฤษ-ไทย) เลือกใช้คำทับศัพท์ว่า “ไพรเมต” เนื่องจากคำแปลภาษาไทยที่มีใช้ครอบคลุมความหมายไม่ครบถ้วน - protist = โพรทิสต์, สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างง่าย ๆ อาจประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ แต่ไม่ได้รวมกันเป็นเนื้อเยื่อ ไม่จัดว่าเป็นพืชหรือสัตว์ เช่น สาหร่าย fungi = รา, เชื้อรา, เห็ดรา, ฟังไจ เลือกใช้คำทับศัพท์ว่า “โพรทิสต์” และ “ฟังไจ” เนื่องจากเป็นชื่อเฉพาะเรียกรวมทั้งกลุ่ม โดยเพิ่มคำว่า “หรือเห็ดรา” สำหรับอาณาจักรฟังไจ เพื่อขยายความและทำให้เข้าใจเมื่อกล่าวถึงในส่วนอื่นๆ ของบทแปล - lichenist ไม่มีคำแปล ตีความว่าหมายถึงนักวิจัยเรื่องไลเคน
But despite the resistance, which endured in some	แต่แม้จะมีการต่อต้านในบางแห่งอยู่เป็นเวลาเกือบครึ่ง	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
quarters for almost half a century, study of the dual nature of lichens grew and spread, with some biologists, and botanists in particular, realising that lichens might not be the only example of an important association, or partnership, between very different living beings. This brought into sharp focus the concept of parasitism.	ศตวรรษ การศึกษาเรื่องธรรมชาติของไลเคนที่มีสองลักษณะได้พัฒนาและกระจายออกไป นักชีววิทยาบางส่วน โดยเฉพาะนักพฤกษศาสตร์ ตระหนักว่าไลเคนอาจจะไม่ได้เป็นเพียงตัวอย่างเดียวของการเชื่อมโยงที่สำคัญหรือการรวมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันมาก ความคิดนี้ชี้ตรงไปที่แนวคิดเรื่องปรสิตอย่างชัดเจน	
It was clear, from lichens, that the traditional idea of parasitism was inadequate to explain the real complexity of what studies were now revealing of the very close interdependency of the fungi and algae that made up the diverse group. Other examples of intimate interdependency of different life forms were duly recognised, from the coral reefs to forest oaks. In time the German botanist, Albert Bernhard Frank, would discover that virtually every plant was in partnership with a variety of fungi that fed into it, often physically invading the roots, so much so that the familiar root ball we shake out of its pot from the garden centre is largely fungus. The plant above ground supplies carbon compounds and energy to the	เห็นได้ชัดจากไลเคนว่าความคิดดั้งเดิมเกี่ยวกับปรสิตไม่เพียงพอที่จะอธิบายความซับซ้อนที่แท้จริง ที่การศึกษาในขณะนี้แสดงให้เห็นแล้วว่าการพึ่งพาซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิดของราและสาหร่ายซึ่งเป็นโพรทิสต์ชนิดหนึ่ง สร้างกลุ่มที่แตกต่างออกไปขึ้นมา ตัวอย่างอื่นๆ ของการพึ่งพาซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิดของรูปแบบชีวิตที่แตกต่างกันได้รับการยอมรับอย่างดี ตั้งแต่ในแนวปะการังไปจนถึงในป่าโอ๊ก ในเวลานั้นนักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมัน อัลเบิร์ต เบิร์นฮาร์ด แฟรงก์ พบว่าพืชเกือบทุกชนิดอยู่ร่วมกับราชนิดต่างๆ ซึ่งให้อาหารแก่พวกมัน โดยมักจะแผ่กระจายให้เห็นไปทั่วรากเป็นจำนวนมากจนตุ้มดินพร้อมรากต้นไม้ที่เราดึงออกมาจากจากกระถางในสวนเป็นราเสียส่วนใหญ่ ส่วนของพืชที่อยู่เหนือพื้นดินจะให้สารประกอบคาร์บอนและพลังงานแก่รา ในขณะที่ราให้น้ำและแร่ธาตุเข้าสู่ราก ในกล้วยไม้กว่า 17,000 สปีชีส์	- fungi ในส่วนนี้ใช้คำแปลว่า “รา” เนื่องจากกำลังกล่าวเฉพาะเจาะจงถึงราหรือเชื้อราที่อยู่ในอาณาจักรเห็ดรา - algae = สาหร่าย ขยายความว่า “เป็นโพรทิสต์ชนิดหนึ่ง” เพื่ออธิบายความเชื่อมโยงกับเนื้อหาก่อนหน้า - root ball = a roughly spherical aggregate of roots and soil that is transplanted with a plant, especially a tree or shrub. = the ball of soil and roots of a plant growing in a pot or other container. พบว่ามีการใช้คำว่า ตุ้มดิน, ตุ้มราก เลือกใช้คำว่า “ตุ้มดิน” เนื่องจากพิจารณาแล้วมีลักษณะเป็นก้อนของดิน แล้วอธิบายเพิ่มเติมว่า “พร้อมรากต้นไม้” เพื่อให้ชัดเจนขึ้น

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
fungus, while the fungus feeds water and minerals into the root. In the 17,000 or so species of orchids the relationship was so intimate that the fungus was found to supply the sprouting seed with carbon as well as water and electrolytes.	ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นใกล้ชิดมากจนพบว่านอกจากราจะให้น้ำและแร่ธาตุแล้ว ยังให้คาร์บอนแก่เมล็ดที่กำลังงอกด้วย	
The growing biological field demanded a formal name and definition and these were duly provided by another German botanist, Anton de Bary, who, in 1878, coined the term "symbiosis", which he defined as "the living together of different organisms": The definition was designed to embrace the many different associations already known to Lake place in nature, including parasitism, in which one of the partners gained at the expense of another, commensalism, where a partner gained without harming another, and mutualism, where more than one partner was seen to benefit from the relationship. The interacting partners became known as "symbionts" and the partnership, holistically, became known as the "holobiont".	การพัฒนาของวงการชีววิทยาทำให้เกิดความต้องการชื่อเรียกอย่างเป็นทางการรวมถึงคำนิยาม ซึ่งในปี ค.ศ. 1878 นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมันอีกท่านหนึ่ง แอนทัน เดอ บารี่ ได้สร้างคำว่า “ซิมไบโอซิส” (symbiosis) หรือ “ภาวะพึ่งพิง” ขึ้นมาอย่างเหมาะสม โดยให้นิยามว่า “การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน” คำนิยามนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ครอบคลุมรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ที่ทราบแล้วว่าเกิดขึ้นในธรรมชาติ รวมถึงภาวะปรสิต ซึ่งฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ ภาวะอิงอาศัย ซึ่งฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ขณะที่อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ และภาวะพึ่งพากัน ซึ่งทุกฝ่ายได้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในกลุ่มความสัมพันธ์ถูกเรียกว่าว่า “ซิมไบออนต์” (symbiont) หรือ “คู่พึ่งพิง” และกลุ่มความสัมพันธ์นั้นถูกเรียกว่า “โฮโลไบออนต์” (holobiont) หรือ “กลุ่มพึ่งพิง”	- คำว่า symbiosis, symbiont และ holobiont ในส่วนนี้แสดงเป็นคำทับศัพท์แล้วกำกับคำภาษาอังกฤษไว้ เนื่องจากตัวบทกำลังกล่าวถึงคำที่ถูกสร้างขึ้นมาซึ่งเป็นคำภาษาอังกฤษ โดยเพิ่มส่วนขยายว่า หรือภาวะพึ่งพิง คู่พึ่งพิง กลุ่มพึ่งพิง เพื่อให้เกิดความเข้าใจเมื่อกล่าวถึงคำเหล่านี้ในส่วนอื่นๆ ของบทแปลด้วยภาษาไทย
Over the years that followed, a dazzling variety of symbioses has been discovered in every ecological	ในช่วงหลายปีหลังจากนั้น มีการค้นพบภาวะพึ่งพิงอันน่าอัศจรรย์มากมายในทุกซอกของระบบนิเวศในธรรมชาติ ซึ่งมี	- คำว่า symbiogenesis ในส่วนนี้แสดงเป็นคำทับศัพท์แล้วกำกับคำภาษาอังกฤษไว้ เนื่องจากตัวบทกำลังกล่าวถึงคำที่ถูกสร้างขึ้นมาซึ่ง

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
niche in nature, being particularly abundant in the flora and fauna of the oceans, including the very corals that manufacture the reefs, and the rainforests, with their fabulous diversity of life forms. It was assumed from the very beginning that such symbiotic relationships would have evolutionary implications for the participating partners, and in 1910 the term "symbiogenesis" was coined by the Russian biologist, Constantin Merezhkowskii, to define symbiosis acting as an evolutionary force.'	มากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชและสัตว์ใต้มหาสมุทร รวมถึงปะการังที่ก่อตัวเป็นแนวยาว และป่าฝนที่มีความหลากหลายของรูปแบบชีวิตที่เหลือเชื่อ มีการสันนิษฐานตั้งแต่แรกๆ แล้วว่าความสัมพันธ์ของภาวะพึ่งพิงดังกล่าวมีผลเกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการของคู่พึ่งพิง และในปี ค.ศ. 1910 คำว่า "ซิมไบโอเจเนซิส" (symbiogenesis) หรือ "กำเนิดวิวัฒนาการของภาวะพึ่งพิง" ก็ถูกสร้างโดยนักชีววิทยาชาวรัสเซีย คอนสแตนติน เมเรซโควสกี้ เพื่อนิยามบทบาทของภาวะพึ่งพิงที่เป็นอิทธิพลทำให้เกิดวิวัฒนาการ	เป็นคำภาษาอังกฤษ โดยเพิ่มส่วนขยายว่า หรือกำเนิดวิวัฒนาการของภาวะพึ่งพิง เพื่อให้เกิดความเข้าใจเมื่อกล่าวถึงคำเหล่านี้ในส่วนอื่นๆ ของบทแปลด้วยภาษาไทย - symbiogenesis วิเคราะห์ว่ามาจากคำว่า symbiosis + genesis genesis = กำเนิด, การทำให้เกิด, แหล่งกำเนิด, การเริ่ม จึงแปลว่า "กำเนิดวิวัฒนาการของภาวะพึ่งพิง"
Today we recognise that symbiogenesis operates at several different levels. Most people are familiar with the cleaner station symbioses, where fierce predators, such as sharks and groupers, will patiently queue up at key sites on the ocean bottom and allow their skins, and even the interior of their mouths, to be cleaned of parasites and debris by smaller fish and shrimps. For obvious reasons this is known as a behavioural symbiosis.	ปัจจุบันนี้เรารู้ว่าซิมไบโอเจเนซิสเกิดขึ้นในระดับที่แตกต่างกันหลายระดับ คนส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับภาวะพึ่งพิงในรูปแบบสถานีทำความสะอาด ซึ่งผู้ล่าที่ดุร้าย เช่น ปลาฉลามและปลาขนาดใหญ่ จะต่อแถวอย่างสงบที่สถานที่เฉพาะใต้ท้องมหาสมุทร ยอมให้ปลาและกุ้งที่ตัวเล็กกว่าทำความสะอาดโดยการกินปรสิตและเศษอาหารที่อยู่บนผิวหนังและภายในช่องปากของพวกมัน ด้วยเหตุและผลที่ชัดเจนจึงเรียกได้ว่าเป็นภาวะพึ่งพิงระดับพฤติกรรม	- symbiogenesis ใช้คำว่า "ซิมไบโอเจเนซิส" เนื่องจากสั้นกระชับกว่าและตัวบทได้อธิบายความหมายชัดเจนแล้วในย่อหน้าก่อน
Metabolic symbioses involve the sharing of useful chemical products between the symbionts, as seen,	ภาวะพึ่งพิงระดับกระบวนการทางเคมีเกี่ยวข้องกับการแบ่งปันผลิตผลทางเคมีที่เป็นประโยชน์ระหว่างคู่พึ่งพิง	- Metabolism = การสันดาป, การเผาผลาญ, การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ, การเปลี่ยนแปลงทางเคมีซึ่งมีผลต่อโภชนาการ

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
for example, in the plant-fungal associations, or in the giant tube- worms, which inhabit the deep sea fissures, under the oceans. Here, along the volcanic summits, where tectonic plates are forming, the mouthless worms depend for their nutrition on symbiotic bacteria within their living tissues, and the bacteria, in turn, get their energy from the hydrogen sulphide that bubbles out of the "black smokers".	ตัวอย่างเช่นที่เห็นในความสัมพันธ์ระหว่างพืชและเชื้อรา หรือในหนอนหลอดยักษ์ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณร่องทะเลลึกใต้มหาสมุทร ตลอดแนวยอดภูเขาไฟใต้มหาสมุทรที่แผ่นเปลือกโลกบรรจบกัน หนอนหลอดยักษ์ไร้ปากพวกนี้พึ่งพาสารอาหารจากแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของมัน และแบคทีเรียก็ได้พลังงานจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ผุดออกมาจากปล่องใต้ทะเลที่เรียกว่า “แบลก สโมกเกอร์ ” (black smokers)	ในส่วนนี้ใช้คำว่า ระดับกระบวนการทางเคมี - mouthless worms ในตัวบทใช้เรียกแทน หนอนหลอดยักษ์ซึ่งเป็นหนอนที่ไม่มีปาก จึงขยายความว่า “หนอนหลอดยักษ์ไร้ปากพวกนี้” เพื่อไม่ให้สับสนว่าเป็นหนอนอีกชนิดหนึ่ง - black smokers เป็นชื่อเรียกเฉพาะ และผู้แต่งใส่เครื่องหมาย “” เน้นคำจึงระบุคำศัพท์ภาษาอังกฤษไว้ในบทแปลด้วย แล้วอธิบายเพิ่มว่าเป็นปล่องใต้ทะเล
Many symbioses involve both behavioural and metabolic exchanges, for example the wide variety of pollination partnerships involving plants and insects, or hummingbirds, where the plant supplies the insects or birds with nectar, while the mobile partner carries pollen to other sedentary plants.	ภาวะพึ่งพิงหลายรูปแบบเกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนทั้งระดับพฤติกรรมและระดับกระบวนการทางเคมี อย่างเช่นความสัมพันธ์ของพืชกับแมลงหรือนกฮัมมิงเบิร์ดในการผสมเกสรหลากหลายชนิด ที่พืชให้น้ำหวานแก่แมลงหรือนกในขณะที่แมลงหรือนกนำละอองเกสรดอกไม้ไปยังพืชต้นอื่นๆ	
Symbiosis also works at a third, more powerful, level, where it is known as genetic symbiosis. This book started with a delightful enigma -- the virally enabled transfer of genes necessary for photosynthesis across two kingdoms of life, as seen in the emerald-green sea slug, Elysia chlorotica. It would be surprising if biologists had not considered viruses as potential	ภาวะพึ่งพิงยังเกิดขึ้นในระดับที่สามที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเรียกกันว่าภาวะพึ่งพิงระดับพันธุกรรม หนังสือเล่มนี้เริ่มต้นด้วยปริศนาที่น่าตื่นตาตื่นใจ นั่นคือการถ่ายโอนไวรัสของยีนจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงในสิ่งมีชีวิตสองอาณาจักร เหมือนที่เห็นในทากทะเลอิลิเซีย คลอโรติกาสีเขียวมรกต มันคงเป็นที่ประหลาดใจถ้านักชีววิทยาไม่ได้พิจารณาว่าไวรัสสามารถเป็นคู่พึ่งพิงได้ในตลอดศตวรรษ	- symbiology วิเคราะห์ว่ามาจากคำว่า symbiosis + -logy (ศาสตร์, วิทยา) ไม่มีคำแปลภาษาไทย จึงแปลโดยใช้การอธิบายว่า “การศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิง”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
symbionts throughout the century or more that symbiology had grown and developed as a discipline. But readers will discover few references to viruses in Sapp's book.	หรือมากกว่าที่การศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิงมีการเติบโตและพัฒนาเป็นสาขาวิชา แต่ผู้อ่านจะพบการอ้างอิงถึงไวรัสไม่มากในหนังสือของแซปป์	
In the decade after the Second World War, an American geneticist, Edgar Altenberg, had proposed a symbiotic "viroid" theory, based on the prevailing notions of the similarities of viruses to invisible "naked genes", or plasmagenes, hidden in living cells. He conceived that viroids might have played a part in cellular evolution, and that cancer-causing viruses might arise de novo in every affected patient from viroids that had previously existed in the affected individual. Altenberg had conceived some startlingly original, even prophetic, insights -- but he had been mistaken about the basic nature of viruses. Viruses are not naked genes. And his "viroid" concept was never embraced by the world of biology.	ในทศวรรษหลังสงครามโลกครั้งที่สอง นักพันธุศาสตร์ชาวอเมริกัน เอ็ดการ์ อัลเทนเบิร์ก ได้เสนอทฤษฎี “ไวรอยด์” ในภาวะพึ่งพิง โดยมีพื้นฐานจากความคิดที่แพร่หลายว่าไวรัสมีความเหมือนกันกับยีนไม่มีเอนเวลโลป (naked genes) ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ หรือยีนพลาสมาที่ซ่อนอยู่ในเซลล์ เขาคิดว่าไวรอยด์อาจเป็นส่วนหนึ่งในการวิวัฒนาการของเซลล์ และพวกไวรัสที่ก่อให้เกิดมะเร็งอาจเกิดขึ้นมาได้อีกครั้งในผู้ป่วยที่ติดเชื้อทุกคน จากไวรอยด์ที่มีอยู่ในผู้ติดเชื้อ อัลเทนเบิร์กมีความคิดต้นแบบที่ลึกซึ้งถึงขนาดทำนายได้ที่น่าใจหาย แต่เขาเข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานของไวรัส ไวรัสไม่ใช่ยีนไม่มีเอนเวลโลป และแนวคิดเรื่อง “ไวรอยด์” ของเขาก็ไม่เคยได้รับการยอมรับในโลกของชีววิทยา	- viroid มีการใช้ทับศัพท์ว่า “ไวรอยด์” - naked gene คือยีนที่ไม่มีเอนเวลโลปมาล้อมรอบส่วนของแคพซิด (จากการศึกษาเรื่องไวรัสในบทที่ 2) ไม่มีคำแปลภาษาไทย จึงแปลโดยใช้การอธิบายว่า “ยีนไม่มีเอนเวลโลป” และระบุคำศัพท์ภาษาอังกฤษไว้ในบทแปลด้วยเพื่อความชัดเจน
Ever the iconoclast, in the 1960s Rene Dubos also tried to persuade his virological colleagues to put aside their blinkered vision of viruses as nothing more	ตั้งแต่ที่มีการทำลายความเชื่อดั้งเดิมมา ในปี ค.ศ. 1960 เรเน่ ดูบอส ยังได้พยายามชักชวนเพื่อนร่วมงานด้านไวรัสวิทยาของเขาให้วางความรู้ที่ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับไวรัสของพวกเขาว่า	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
than genetic parasites to consider that, in certain ecological conditions, they might sometimes enhance the host's ability to survive. But back in the '60s even the prescient Dubos had lacked the molecular technology necessary to prove his ideas to the world of science and so, once again, his colleagues had not been persuaded.	เป็นสิ่งที่ไม่มากไปกว่าปรสิตทางพันธุกรรม เพื่อพิจารณาว่าในสภาพนิเวศวิทยาบางอย่าง อาจมีบางครั้งที่พวกมันเพิ่มความสามารถในการอยู่รอดของโฮสต์ แต่ย้อนกลับไปในสมัยทศวรรษ 1960 แม้แต่ดูบอสผู้รู้ล่วงหน้าก็ยังขาดเทคโนโลยีระดับโมเลกุลที่จำเป็นในการพิสูจน์ความคิดของเขาให้โลกวิทยาศาสตร์ได้รับรู้ ดังนั้นจึงเป็นอีกครั้งที่เขาชักชวนเพื่อนร่วมงานไม่ได้	
From a wider reading of virological papers, I came across the occasional use of the term "symbiosis" in relation to viruses, sometimes with respect to the behavior of whole viruses, whether infectious or incorporated into host genomes, and sometimes in relation to isolated genetic sequences derived from viruses. But none of the papers developed the term symbiosis in a way that would be accepted by the discipline of symbiology, which demanded a definition involving the interaction of living organisms, or life forms. The use of the term in relation to genetic sequences was clearly erroneous. And before we could even begin to make progress, from a definitional and developmental perspective, it would be essential	จากการอ่านเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับไวรัสวิทยาที่หลากหลาย ผมพบการใช้คำว่า “ซิมไบโอซิส” กับไวรัสเป็นครั้งคราว บางครั้งเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของตัวไวรัสทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการติดเชื้อหรือการรวมตัวเข้ากับยีโนมของโฮสต์ และบางครั้งเกี่ยวข้องกับการแยกลำดับพันธุกรรมที่ได้มาจากไวรัส แต่ไม่มีเอกสารงานวิจัยใดที่พัฒนาคำว่าซิมไบโอซิสไปในทางที่จะได้รับการยอมรับจากสาขาวิชาการศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิง ซึ่งต้องการคำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการปฏิสัมพันธ์กันของสิ่งมีชีวิตหรือรูปแบบชีวิต การใช้คำคำนี้กับลำดับพันธุกรรมเป็นความเข้าใจผิดพลาดอย่างชัดเจน และก่อนที่เราจะสามารถเริ่มต้นสร้างความคืบหน้าจากความคิดเรื่องการให้คำจำกัดความและการพัฒนา เราจำเป็นต้องมองลึกลงไปให้มากในความสัมพันธ์ของ “สิ่งมีชีวิต” หรือ “รูปแบบชีวิต” กับไวรัส	- symbiosis ในส่วนนี้ใช้คำทับศัพท์ว่า “ซิมไบโอซิส” เนื่องจากตัวบทกำลังกล่าวถึงตัวคำศัพท์และความหมายของคำศัพท์ภาษาอังกฤษ

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
to look very hard at the application of "organism" or "life form" to viruses.		
Having taken Lederberg's advice, I took pains over the years that followed to acquaint myself with how symbiosis was defined as a biological interaction, and in particular to how it worked as an evolutionary force. I read, and was enlightened by, the series of books and scientific papers of Lynn Margulis, distinguished Professor at Amherst, Massachusetts, who had played a central role in pioneering our understanding of symbiosis. I amassed a small library of other books, and papers, by symbiological colleagues throughout the century or so of the discipline's history. I came to realise that many symbiologists misunderstood the essential nature of viruses, and this had given rise to erroneous assumptions, which in turn had delayed appreciation of their potential symbiotic role within the discipline.	การนำคำแนะนำของเลเดอเบิร์กมาขบคิด ทำให้ผมทุกข์ทรมานเป็นเวลาหลายปีหลังจากนั้นในการทำให้ตัวเองคุ้นเคยกับวิธีที่ภาวะพึ่งพิงถูกนิยามว่าเป็นความสัมพันธ์ทางชีวภาพ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการทำงานที่เป็นอิทธิพลทำให้เกิดวิวัฒนาการ ผมได้รู้แจ้งจากการอ่านหนังสือและบทความทางวิทยาศาสตร์จำนวนหนึ่งของ ลินน์ มาร์กูลิส ศาสตราจารย์ผู้มีชื่อเสียงจาก แอมเมิร์สต์ แมสซาชูเซต และเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการบุกเบิกเรื่องภาวะพึ่งพิงให้พวกเราเข้าใจ ผมรวบรวมหนังสือและเอกสารบทความอื่นๆ ที่เขียนโดยผู้ที่ศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิงตลอดศตวรรษที่ผ่านมาหรือเท่าที่มีประวัติของสาขาวิชานี้ ไว้เป็นห้องสมุดเล็กๆ ผมพบว่านักวิจัยเรื่องภาวะพึ่งพิงหลายท่านเข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานของไวรัส และนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่ผิดพลาด ซึ่งชะลอการชื่นชมบทบาทของภาวะพึ่งพิงที่เป็นไปได้ของพวกเขาในสาขาวิชานี้	
I thought I could see a way of accommodating the "organismal" or "life form" requirement. Even the most ardent of sceptics saw viruses as "coming alive"	ผมคิดว่าผมสามารถเห็นวิถีทางที่เป็นสิ่งจำเป็นในการเข้าอาศัยของ “สิ่งมีชีวิต” หรือ “รูปแบบชีวิต” แม้แต่ผู้ที่มีความสงสัยเคลือบแคลงใจอย่างมากที่สุดยังเห็นว่าไวรัส “เกิด	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
during their interaction with their hosts, and nobody denied that viruses were subject to the proven mechanics of Darwinian evolution. All biologists had to accept was that viruses should be defined in relation to their life cycles in their normal living ecology, and that such a definition allowed us to treat them as organisms or life forms from the evolutionary perspective — that small and seemingly reasonable step took me further towards a working definition that might be acceptable to both virology and symbiology. Through such research, and through a growing series of interviews with leading scientists within the two disciplines, I was in a stronger position to extrapolate a proven conceptual framework of symbiogenesis to viruses, and in particular to the potential contribution of viruses to symbiogenesis at genetic level. Meanwhile, it occurred to me that it might be useful to look at symbiosis from a Darwinian perspective.	ขึ้นมามีชีวิตชีวา” ในระหว่างปฏิสัมพันธ์กับโฮสต์ของพวกมัน และไม่มีใครไม่ยอมรับว่าไวรัสอยู่ภายใต้กลไกวิวัฒนาการของดาร์วิน สิ่งที่นักชีววิทยาทุกคนต้องยอมรับคือ ควรให้คำจำกัดความไวรัสจากวงจรชีวิตของมันในระบบนิเวศปกติที่มันอาศัยอยู่ และคำจำกัดความนั้นยอมให้เราปฏิบัติกับพวกมันเหมือนเป็นสิ่งมีชีวิตหรือรูปแบบชีวิตจากมุมมองของการวิวัฒนาการ ก้าวเล็กๆ ที่ดูมีเหตุผลนั้น พาผมก้าวหน้าไปสู่คำจำกัดความที่ใช้การได้ที่อาจจะได้รับการยอมรับจากทั้งแวดวงไวรัสวิทยาและแวดวงการศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิง จากการค้นคว้าวิจัยเรื่องดังกล่าว และจากการสัมภาษณ์นักวิทยาศาสตร์ชั้นนำจากทั้งสองสาขาอย่างต่อเนื่อง ผมอยู่ในตำแหน่งที่น่าเชื่อถือขึ้นที่จะสรุปกรอบความคิดที่พิสูจน์แล้วของซิมไบโอเจเนซิสกับไวรัส โดยเฉพาะความเป็นไปได้ในการมีส่วนร่วมของไวรัสต่อซิมไบโอเจเนซิสที่ระดับพันธุกรรม ในขณะนั้นผมเกิดความคิดขึ้นในใจว่าการมองภาวะพึ่งพิงจากมุมมองของดาร์วินอาจจะเป็นประโยชน์ได้	
Where Darwinian theory proposes an essentially linear pattern of evolution, with new species arising through branching divergence from ancestral stock, symbiosis	ขณะที่ทฤษฎีดาร์วินเสนอรูปแบบต่อเนื่องกันของวิวัฒนาการที่มีสปีชีส์ใหม่เกิดขึ้นโดยการแตกสาขาจากต้นตอบรรพบุรุษ ภาวะพึ่งพิงเกี่ยวข้องกับรูปแบบร่างแหของวิวัฒนาการจาก	- natural selection มีใช้โดยทั่วไปว่า “การคัดเลือกโดยธรรมชาติ”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
involves a reticulate pattern of evolution through the partnership of different life forms, from species to whole kingdoms. On the face of it this would appear to suggest that symbiogenesis and Modern Darwinism have little in common. But this is not the case. In spite of the clear and important differences between the evolutionary mechanics that underlie the two evolutionary paradigms, symbiosis does not contradict evolutionary theory and it does not contradict Darwin's concept of natural selection in particular.	การรวมกลุ่มกันของรูปแบบชีวิตต่างๆ ตั้งแต่ระดับสปีชีส์ไปถึงอาณาจักรทั้งหมด เท่าที่เห็นนี้ดูเหมือนว่ามันแสดงให้เห็นว่าซิมไบโอเจเนซิสและทฤษฎีดาร์วินสมัยใหม่มีส่วนที่เหมือนกันเพียงเล็กน้อย แต่นี่ไม่ใช่สิ่งสำคัญ แม้ว่าจะมีความแตกต่างที่ชัดเจนและสำคัญระหว่างกลไกทางวิวัฒนาการที่รองรับกรอบความคิดเรื่องวิวัฒนาการทั้งสองแบบ ภาวะพึ่งพิงไม่ได้ขัดแย้งกับทฤษฎีวิวัฒนาการและโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่ได้ขัดแย้งกับแนวคิดของดาร์วินเรื่องการคัดเลือกโดยธรรมชาติ	
The crucial question we need to ask ourselves is not whether natural selection applies to the evolution of symbiotic relationships but rather how exactly it operates in circumstances where different life forms interact at a biologically meaningful level. To put it bluntly — is there something different about the way in which natural selection works in symbiogenesis as opposed to mutation-plus-selection? Let us examine two familiar examples of symbiotic partnerships, and see if we can determine the answer.	คำถามสำคัญที่เราจำเป็นต้องถามตัวเอง ไม่ใช่ว่าจะนำการคัดเลือกโดยธรรมชาติไปใช้อธิบายวิวัฒนาการของความสัมพันธ์แบบภาวะพึ่งพิงได้หรือไม่ แต่ถามว่าการคัดเลือกโดยธรรมชาติทำงานอย่างไรในสภาวะที่รูปแบบชีวิตที่แตกต่างกันมีปฏิสัมพันธ์กันในระดับที่มีความหมายทางชีวภาพ ถ้าจะให้กล่าวอย่างตรงไปตรงมา มันมีอะไรบางอย่างที่แตกต่างกันเกี่ยวกับวิธีการที่การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำงานในซิมไบโอเจเนซิส ซึ่งตรงข้ามกับในการกลายพันธุ์จากการคัดเลือกหรือไม่ เรามาพิจารณาตัวอย่างที่คุ้นเคยสองตัวอย่างของความสัมพันธ์แบบภาวะพึ่งพิง และดูว่าเราสามารถหาคำตอบได้หรือไม่	- mutation-plus-selection คือ ทฤษฎีดาร์วินดั้งเดิมที่กล่าวว่า ธรรมชาติจะคัดเลือกสิ่งมีชีวิตที่แข็งแกร่งกว่าหรือมีการเปลี่ยนแปลงตัวเองให้ดีขึ้นให้อยู่รอดต่อไป พบว่ามีการกล่าวถึงในตัวบทส่วนถัดไปว่า “mutations will be established by selection” จึงแปลว่า “การกลายพันธุ์จากการคัดเลือก”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
Hummingbirds are native to the warmer parts of the Americas, where more than three hundred species depend on the nectar of flowers for their daily sustenance. The birds' wings have been highly adapted by natural selection to allow them to hover, with pinpoint accuracy, over the flower, and their beaks have also become exceptionally long and shaped to fit the flower head, while their elongated tongues reach down into the well of nectar at the very bottom of the flower. Meanwhile, the flower has also been adapted to fit the bill of the hummingbird.	นกฮัมมิงเบิร์ดเป็นนกท้องถิ่นอาศัยอยู่ในส่วนที่อบอุ่นของทวีปอเมริกา ที่ซึ่งมีสิ่งมีชีวิตมากกว่าสามร้อยสปีชีย์พึ่งพาน้ำหวานจากเกสรดอกไม้เพื่อการยังชีพในแต่ละวัน ปีกของนกได้รับการปรับเปลี่ยนอย่างมากจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติเพื่อช่วยให้พวกมันบินนิ่งๆ อยู่เหนือดอกไม้ได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้จะงอยปากของพวกมันยังยาวเป็นพิเศษและมี รูปทรงพอดีกับเกสรดอกไม้ ในขณะที่ลิ้นของพวกมันก็สามารถยืดยาวลงไปถึงแหล่งน้ำหวานที่อยู่ด้านล่างสุดของดอกไม้ ขณะเดียวกันดอกไม้ก็ได้รับการปรับให้พอดีกับปากของนกฮัมมิงเบิร์ด	
One of the most striking examples of these birds is the violet sabrewing, which has a curved bill that fits the floral tube of its partner, the columnia flower, as accurately as a scimitar fits its streamlined scabbard. The precise match of bill and flower is important, since it deepens and strengthens the partnership, making it more likely that only the sabrewing will feed from the columnia, while the columnia's stamens are positioned to dab pollen on exactly the right point of the bird's forehead, so that it fertilises the next flower it visits.	หนึ่งในตัวอย่างที่โดดเด่นที่สุดของนกชนิดนี้คือนกเซบริววิ่งสีม่วง (violet sabrewing) ที่มีปากโค้งเหมาะพอดีกับท่อน้ำหวานของดอกโคลัมเนีย (columnia) เหมือนกับดาบที่พอดีกับฝัก การจับคู่ที่ถูกต้องของปากนกและดอกไม้เป็นสิ่งสำคัญ เพราะมันช่วยให้ความสัมพันธ์ลึกซึ้งและแน่นแฟ้นมากขึ้น ทำให้มีแต่นกเซบริววิ่งเท่านั้นที่ได้รับน้ำหวานจากดอกโคลัมเนีย ในขณะที่เกสรตัวผู้ของดอกโคลัมเนียอยู่ในตำแหน่งที่จะป้ายละอองเกสรบนตำแหน่งที่ถูกต้องบนหน้าผากของนก เพื่อที่จะไปผสมเกสรกับดอกไม้ดอกอื่นที่นกบินไปหา จากภาวะพึ่งพิงแบบพึ่งพากันนี้ เป็นที่ชัดเจนว่าการ	- violet sabrewing และ columnia flower ไม่มีคำแปลภาษาไทย เป็นชื่อเฉพาะ จึงใช้คำทับศัพท์ว่า “นกเซบริววิ่งสีม่วง” และ “ดอกโคลัมเนีย”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
From this mutualistic symbiosis it is clear that selection is operating to a significant degree at the level of the partnership, stabilising and making permanent the living interaction.	คัดเลือกทำงานในระดับที่มีนัยสำคัญที่ระดับของความสัมพันธ์ เกิดเสถียรภาพและทำให้การปฏิสัมพันธ์ตามธรรมชาติคงอยู่ถาวร	
If we turn our attentions to the behavioural symbioses of the cleaner stations, once again we see that these involve important changes in behaviour for both predators and cleaners: the predators put aside hunger and aggression, while the cleaner fish and tiny shrimps put aside fear and the instinct to flee. Such dramatic changes of behaviour in predator and potential prey would have to be hardwired into the genomes of the interacting partners and, just as we have seen with the hummingbirds and their floral partners, this involves each of the partners changing its behaviour in relation to the other.	ถ้าเราหันเหความสนใจของเราไปที่ภาวะพึ่งพิงระดับพฤติกรรมของสถานีทำความสะอาด ก็จะเป็นอีกครั้งที่เราเห็นว่าสิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในพฤติกรรมของทั้งผู้ล่าและผู้ทำความสะอาด ผู้ล่าจะหยุดความหิวและการคุกคาม ในขณะที่ปลาทำความสะอาดและกุ้งตัวเล็กๆ จะหยุดความกลัวและสัญชาตญาณที่จะหนี พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างมากของผู้ล่าและเหยื่อที่อยู่ใกล้ดังกล่าวจะต้องถูกวางระบบไว้แล้วในยีโนมของคู่ความสัมพันธ์ เหมือนที่เราเห็นในคู่ของนกฮัมมิงเบิร์ดกับดอกไม้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการที่สิ่งมีชีวิตในคู่ความสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตนเองเพื่อให้เชื่อมโยงกับอีกฝ่ายหนึ่ง	
Once again we see selection operating at the level of the partnership in a mutualistic symbiosis. This also raises important questions about the real nature of viruses and their hosts. Could it be that selection might also be operating at the level of the virus-host	เป็นอีกครั้งที่เราเห็นการคัดเลือกทำงานที่ระดับของความสัมพันธ์ในภาวะพึ่งพิงแบบพึ่งพากัน สิ่งนี้ยังก่อให้เกิดคำถามสำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติที่แท้จริงของไวรัสและโฮสต์ของพวกมัน ว่าการคัดเลือกอาจจะทำงานที่ระดับการปฏิสัมพันธ์ของไวรัสกับโฮสต์ด้วยหรือไม่ ถ้าใช่ ในขั้นตอน	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
interaction? If so, at what stage in the interaction did selection switch from operating at selfish, individual, even selfish gene, level, to recognise and begin to operate at this profoundly important level? This very question was addressed by the eminent evolutionary biologist, John Maynard Smith, late professor at the University of Sussex, and widely acclaimed as a pioneering Modern Darwinian.	ไหนของการปฏิสัมพันธ์ที่การคัดเลือกเปลี่ยนแปลงจากการทำงานในระดับที่เห็นแก่ตัว เป็นปัจเจก หรือแม้แต่เป็นยีนที่เห็นแก่ตัว เป็นการรับรู้และเริ่มทำงานในระดับที่สำคัญอย่างลึกซึ้งเช่นนี้ คำถามนี้ถูกตั้งขึ้นโดยนักชีววิทยาด้านวิวัฒนาการผู้มีชื่อเสียง จอห์น เมย์นาร์ด สมิธ อดีตศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัยซัสเซกซ์ และได้รับการยกย่องอย่างกว้างขวางว่าเป็นผู้บุกเบิกทฤษฎีดาร์วินสมัยใหม่	
In a chapter in the multi-authored book, Symbiosis as a Source of Evolutionary Innovation, which was edited by Lynn Margulis and Rene Fester, Maynard Smith developed a very interesting extrapolation of the Darwinian view of symbiosis. Believing that symbiosis played an important part in three of the five major transitions of life, he nevertheless insisted that there was no reason for symbiosis to challenge the neo-Darwinian view of evolution. But he also believed that, in order to accommodate the partnership aspects of symbiosis, there were circumstances in which natural selection must operate at a different level in symbiosis when compared with how it operates in the many	หนังสือโดยผู้แต่งหลายท่านเรื่อง ภาวะพึ่งพิงในฐานะต้นกำเนิดของนวัตกรรมวิวัฒนาการ ซึ่งมี ลินน์ มาร์กูลิส และ เรเน่ เฟสเตอร์ เป็นบรรณาธิการ มีบทหนึ่งที่เมย์นาร์ด สมิธ พัฒนาไปสู่ข้อสรุปที่น่าสนใจมากของมุมมองแบบดาร์วินที่มีต่อภาวะพึ่งพิง แม้ว่าเขาจะเชื่อว่าภาวะพึ่งพิงมีบทบาทเป็นส่วนสำคัญถึงสามในห้าของการเปลี่ยนผ่านที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เขายืนยันว่าไม่มีเหตุผลใดที่ภาวะพึ่งพิงจะคัดค้านมุมมองแบบดาร์วินสมัยใหม่ที่มีต่อวิวัฒนาการ อย่างไรก็ตามเขายังเชื่อด้วยว่า ในการที่จะรองรับลักษณะความสัมพันธ์ของภาวะพึ่งพิง มีสถานการณ์ที่การคัดเลือกโดยธรรมชาติต้องทำงานที่ระดับต่างกันในภาวะพึ่งพิง เมื่อเทียบกับวิธีการที่การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำงานในข้อสรุปแบบดาร์วินหลายๆ อย่าง	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
Darwinian extrapolations.		
It was even more helpful when, in exploring this further, he examined symbioses involving a microbial symbiont and a more complex host, and these he divided into various subcategories. Where the symbiont could survive and reproduce independently of the host, this would suggest an evolution along conventional "selfish" Darwinian lines. But where the symbiont cannot survive without the host, and most particularly where the symbiont is dependent on the host for reproduction a condition Maynard Smith termed "direct transmission" — the role of natural selection would inevitably change. Viruses can never survive, or reproduce, without their hosts. In this respect, viruses are said to be obligate parasites, so we should not be too surprised to discover that Maynard Smith included viruses in his discussion of symbionts that were only capable of reproduction through direct transmission.	ในการศึกษาเรื่องนี้เพิ่มเติม มันยิ่งเป็นประโยชน์มากขึ้นเมื่อเขาตรวจสอบภาวะพึ่งพิงที่เกี่ยวข้องกับคู่พึ่งพิงที่เป็นจุลินทรีย์และโฮสต์ที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งเขาได้แบ่งพวกมันออกเป็นหมวดย่อยหลายๆ หมวด คู่พึ่งพิงที่สามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ได้โดยไม่ต้องพึ่งโฮสต์ ทำให้นึกถึงวิวัฒนาการตามแนวทางของดาร์วินแบบดั้งเดิมเรื่อง “ความเห็นแก่ตัว” ส่วนคู่พึ่งพิงไม่สามารถอยู่รอดได้โดยไม่มีโฮสต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคู่พึ่งพิงที่พึ่งพาโฮสต์ในการสืบพันธุ์ หรือสภาวะที่เมย์นาร์ด สมิธ เรียกว่า “การถ่ายทอดโดยตรง” บทบาทของการคัดเลือกโดยธรรมชาติย่อมเปลี่ยนแปลงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไวรัสไม่สามารถอยู่รอดหรือสืบพันธุ์ได้โดยไม่มีโฮสต์ ในแง่นี้กล่าวได้ว่าไวรัสเป็นปรสิตที่ต้องการโฮสต์ ดังนั้นเราจึงไม่ควรจะแปลกใจเกินไปที่พบว่าเมย์นาร์ด สมิธ กล่าวถึงไวรัสในการวิเคราะห์เกี่ยวกับคู่พึ่งพิง ว่าสามารถสืบพันธุ์ได้เพียงวิธีการถ่ายทอดโดยตรงเท่านั้น	- obligate parasite = ตัวเบียนปรับไม่ได้ (ศัพท์บัญญัติ) obligate parasite คือปรสิตที่ต้องอยู่อาศัยและได้รับอาหารจากโฮสต์เท่านั้น ไม่สามารถเติบโตหรือแพร่พันธุ์นอกโฮสต์ได้ แปลโดยใช้การอธิบายว่า “ปรสิตที่ต้องการโฮสต์” เนื่องจากคำแปลศัพท์บัญญัติเป็นคำเฉพาะทางเกินไป เข้าใจยาก
In his words:	เขากล่าวว่า	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
With direct transmission, the genes of the symbiont will leave descendants only to the extent that the host survives and reproduces. In general, therefore, mutations in the genes of the symbiont will he established by selection only if they increase the fitness of the host.	ด้วยการถ่ายทอดโดยตรง ยีนของคู่พึ่งพิงจะเหลือทายาทไว้โดยให้อยู่ในขอบเขตที่โฮสต์จะยังมีชีวิตอยู่และสืบพันธุ์ได้เท่านั้น ดังนั้นโดยทั่วไปการกลายพันธุ์ในยีนของคู่พึ่งพิงจะเกิดขึ้นจากการคัดเลือก ก็ต่อเมื่อพวกมันเพิ่มสมรรถภาพของโฮสต์	
When he writes that "mutations ... will be established by selection", he is referring to evolution taking place in the conventional Darwinian sense. Or to put it simply, the symbiont — the virus in virus-host interactions — will only be honed by mutation-plus-selection in a manner that increases the fitness of the host. In other words, the virus is now responding to the presence, and needs, of its symbiotic partner.	ที่เขาเขียนว่า “...การกลายพันธุ์จะเกิดขึ้นจากการคัดเลือก” เขากำลังอ้างถึงวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นตามทฤษฎีดาร์วินแบบดั้งเดิม หรือกล่าวให้ง่ายขึ้น คู่พึ่งพิงหรือไวรัสในปฏิสัมพันธ์ระหว่างไวรัสกับโฮสต์ จะได้รับการขัดเกลาโดยการกลายพันธุ์ จากการคัดเลือกก็ต่อเมื่อมีลักษณะที่จะเพิ่มสมรรถภาพของโฮสต์เท่านั้น กล่าวคือ ไวรัสตอบสนองต่อการมีอยู่และความต้องการของคู่พึ่งพิงของมัน	
This interpretation of symbiosis, as seen from a Darwinian perspective, provides an important measure of common ground between the two disciplines. As we have seen in the examples of the hummingbirds and the cleaner stations, a symbiologist might adopt a slightly different perspective, regarding both host and	การตีความหมายของภาวะพึ่งพิงโดยมองจากมุมมองของทฤษฎีดาร์วินเช่นนี้ สร้างมาตรวัดที่สำคัญของพื้นฐานสามัญระหว่างสองสาขาวิชา ตามที่เราได้เห็นในตัวอย่างของนกฮัมมิงเบิร์ดและสถานีทำความสะอาด นักชีววิทยาด้านภาวะพึ่งพิงอาจนำมุมมองที่แตกต่างกันเล็กน้อยเกี่ยวกับทั้งโฮสต์และปรสิตในฐานะเป็นคู่พึ่งพิงมาใช้ ซึ่งทำให้แทนที่จะมอง	- symbiogenesis ในส่วนนี้แปลว่า “ทำให้เกิดวิวัฒนาการจากภาวะพึ่งพิง” เพื่ออธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้น

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
parasite as symbionts, so that, rather than merely looking at the relationship from a single perspective, the symbiologist would examine how this might apply to the partnership. And all the evidence from what is now a weighty world of symbiology, with its study of a vast array of such partnerships, would imply that in microbe-host partnerships each of the partners responds to the presence of the other — or to put it from an evolutionary perspective, selection will be seen to operate, to a significant degree, at the level of the partnership. This perspective is seen to operate throughout all the levels of symbiosis, and, in the evolutionary sense, to symbiogenesis, whether at behavioural, metabolic or genetic level.	ความสัมพันธ์จากเพียงมุมมองเดียว นักชีววิทยาด้านภาวะพึ่งพิงจะพิจารณาว่าจะนำสิ่งนี้ไปใช้กับความสัมพันธ์ได้อย่างไร และหลักฐานทั้งหมดจากโลกของการศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิงที่ปัจจุบันมีความสำคัญ ซึ่งได้จากการศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวมากมายหลากหลายกลุ่ม จะบอกได้ว่าในความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์กับโฮสต์ คู่พึ่งพิงจะตอบสนองต่อการมีอยู่ของอีกฝ่าย หรือถ้ามองจากมุมมองของการวิวัฒนาการ การคัดเลือกดูเหมือนจะทำงานในระดับที่มีนัยสำคัญที่ระดับความสัมพันธ์ มุมมองนี้ดูเหมือนจะทำงานในทุกระดับของภาวะพึ่งพิงและทำให้เกิดวิวัฒนาการของภาวะพึ่งพิงในแนวคิดเรื่องวิวัฒนาการ ไม่ว่าจะเป็นที่ระดับพฤติกรรม ระดับกระบวนการทางเคมี หรือระดับพันธุกรรม	
Within the genetic symbioses, there are examples of sudden and major change, where the genomes of radically different life forms unite to form a single novel, holobiontic, genome.' In this very dramatic situation, which has the potential to give rise to very rapid evolutionary change, it is inevitable that selection will operate, to significant degree, at the level of the	ในภาวะพึ่งพิงระดับพันธุกรรม มีตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างมากและในทันที คือยีโนมของรูปแบบชีวิตที่แตกต่างกันอย่างสุดขีดรวมตัวกันเพื่อสร้างยีโนมใหม่แบบเป็นกลุ่มก้อน ในสถานการณ์ที่น่าทึ่งมากนี้ ซึ่งมีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วมาก มันเลี่ยงไม่ได้ที่การคัดเลือกจะทำงานในระดับที่มีนัยสำคัญที่ระดับของกลุ่มก้อนยีโนมใหม่ มันอาจจะ	- The term holobiont was first introduced by Mindell (Biosystems 27:53– 62, 1992) to describe a host and its primary symbiont; the definition was subsequently expanded to the host plus all of its symbiotic microorganisms, including viruses (Rohwer et al., Mar. Ecol. Prog. Ser. 243:1–10, 2002). (ที่มา: http://www.microbemagazine.org)

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
new holobiontic genome. It is perhaps not altogether surprising that some biologists see an irrevocable chasm in the evolutionary dynamics of this most powerful of genetic symbiosis and the gradualism that is assumed to be central to Darwinian evolution. But Maynard Smith does not agree. He goes on to emphasise that there is no contradiction between Darwin's belief that complex adaptations arise by the natural selection of numerous intermediates, and the possibility that new evolutionary potentialities may arise suddenly if genetic material that has been programmed by selection in different ancestral lineages is brought together by symbiosis.	ไม่น่าแปลกใจด้วยประการทั้งปวงเลยที่นักชีววิทยาบางคนเห็นช่องว่างที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในการเติบโตและพัฒนาวิวัฒนาการของภาวะพึ่งพิงระดับพันธุกรรมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และความค่อยเป็นค่อยไปที่ถือว่าเป็นแกนหลักของการวิวัฒนาการตามทฤษฎีดาร์วิน แต่เมย์นาร์ด สมิธไม่เห็นด้วย เขายังคงเน้นย้ำว่าไม่มีความขัดแย้ง ระหว่างความเชื่อของดาร์วินที่ว่าการปรับตัวที่ซับซ้อนเกิดขึ้นโดยการคัดเลือกโดยธรรมชาติของตัวกลางจำนวนมาก และความเป็นไปได้ว่าศักยภาพใหม่ทางวิวัฒนาการอาจเกิดขึ้นในทันทีหากสารพันธุกรรมที่ได้รับการกำหนดแผนโดยการคัดเลือกในเชื้อสายบรรพบุรุษที่แตกต่างกันถูกนำมาเชื่อมโยงกันด้วยภาวะพึ่งพิง	holobiontic = แบบเป็นกลุ่มก้อน ไม่มีคำแปลภาษาไทยจึงแปลโดยใช้การอธิบาย
This is important not only in offering the potential of reconciling the dynamics of Darwinian and symbiotic evolution, but also in interpreting the role of symbiotic viruses in our human evolution.	สิ่งนี้สำคัญไม่เพียงแต่เสนอความเป็นไปได้ในการยอมรับการเติบโตและพัฒนาของวิวัฒนาการตามทฤษฎีดาร์วินและภาวะพึ่งพิง แต่ยังตีความบทบาทของไวรัสด้านภาวะพึ่งพิงในวิวัฒนาการของมนุษย์เราด้วย	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
fifteen At Journey's End	บทที่สิบห้า ที่สุดของการเดินทาง	
Verily for mine own part, the more I look into Nature's works, the sooner am I induced to believe of her even those things that seem incredible. PLINY	ความจริงแท้สำหรับข้าพเจ้าคือ ยิ่งข้าพเจ้ามองเห็นการทำงานของธรรมชาติมากเท่าไร ข้าพเจ้าก็ยิ่งถูกชักจูงให้เชื่อเร็วขึ้นเท่านั้น แม้ว่าสิ่งเหล่านั้นจะดูน่าเหลือเชื่อ พลินี่	
In the introduction to this book I invited you to accompany me on rather an unusual journey - I hope that by now the journey has lived up to the billing in terms of excitement, with a sprinkling of the exotic, and even a few scary parts involving plague viruses, so that by now you have a different perspective on the powerful forces that went into the evolutionary construction of our remarkable genome. You may have reservations, or harbour some scepticism - such is your right. I am not in the business of proselytising, but rather that of logical, scientific explanation, supported by experiment. You may well have arrived at some additional conclusions of your own. It will have been	ในบทนำของหนังสือเล่มนี้ ผมได้เชิญคุณร่วมติดตามผมไปในการเดินทางที่ไม่ธรรมดา ผมหวังว่าตอนนี้การเดินทางได้นำไปสู่บทสรุปในแง่ของความตื่นเต้นพร้อมด้วยเรื่องราวแปลกใหม่และอาจจะน่ากลัวในบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับไวรัสที่ทำให้เกิดโรคระบาดรุนแรง ทำให้ตอนนี้คุณมีมุมมองที่แตกต่างออกไปเกี่ยวกับพลังที่มีอำนาจที่เข้าไปอยู่ในการสร้างวิวัฒนาการของยีโนมอันโดดเด่นของเรา คุณอาจจะเริ่มหรือมีความสงสัยบางอย่างซึ่งเป็นสิทธิ์ของคุณ ผมไม่ได้ชักชวนให้เปลี่ยนความเชื่อ ผมเพียงแต่ให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างมีตรรกะซึ่งมีการทดลองสนับสนุน ซึ่งคุณอาจจะได้ข้อสรุปบางอย่างของคุณเองเพิ่มเติมได้อีกด้วย เห็นได้ชัดเจนว่าผมไม่ได้เป็นผู้นำทางคนเดียวของคุณ ที่จริงแล้วคุณได้พบผู้นำทางหลากหลายท่านที่มีชื่อเสียงและมีความรู้	- I am not in the business of proselytising แปลโดยยึดความหมายและเจตนาของผู้แต่งเป็นหลักว่า “ผมไม่ได้ชักชวนให้เปลี่ยนความเชื่อ”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
clear that I am not your solitary guide - indeed, you have met a range of guides, many more distinguished and knowledgeable than I am in their various fields.	ในสาขาวิชาต่างๆ มากกว่าผมมาก	
The most memorable journeys are those you never want to end — and this is a journey that, in reality, has not, and never will, end. As pioneered by the redoubtable Marilyn Roossinck, the two great disciplines of symbiosis and virology are only just beginning a useful cooperation. I believe this will inevitably expand, for the extrapolation to zoological viruses is likely to prove fascinating and revelatory. Mysteries remain, such as the role of horizontal gene transfers in microbial life forms, and the Cambrian Explosion, when all but one of the great animal phyla arrived on the scene in what, in evolutionary terms, appears to have been the blink of an eye. A very great mystery that intrigues me is the dramatic shape-shifting we call metamorphosis, more familiar in insects but a good deal less so in marine creatures, where it is far more extensive and exotic. There are continuing mysteries also in the evolutionary origins of	การเดินทางที่น่าจดจำมากที่สุดคือการเดินทางที่คุณไม่ต้องการให้จบลง และในความเป็นจริงนี่เป็นการเดินทางที่ยังไม่จบและจะไม่มีที่สิ้นสุด จากการบุกเบิกโดยมาริลีน รูสซิงค์ ผู้มีชื่อเสียง สาขาวิชาการศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิงและไวรัสวิทยาที่ยิ่งใหญ่ทั้งสองสาขาเป็นเพียงแค่การเริ่มต้นการทำงานร่วมกันที่เป็นประโยชน์ ผมเชื่อว่าสิ่งนี้จะขยายออกไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากการที่ข้อสรุปของไวรัสเกี่ยวกับสัตว์มีแนวโน้มที่จะพิสูจน์ได้อย่างน่าสนใจและเผยให้เห็นสิ่งที่ไม่รู้มาก่อน ความลับหลายอย่างยังคงอยู่ เช่น บทบาทของการถ่ายโอนยีนในแนวราบในรูปแบบชีวิตของจุลินทรีย์ และการระเบิดในยุคแคมเบรียน ที่ไฟลัมสัตว์อันยิ่งใหญ่ทุกไฟลัมยกเว้นไฟลัมไบรโอซัว เกิดอุบัติขึ้นมาพร้อมๆ กันเพียงชั่วพริบตาในแง่ของวิวัฒนาการ ความลับอันยิ่งใหญ่ที่ทำให้ผมสนใจคือการเปลี่ยนรูปร่างที่น่าทึ่งที่เราเรียกว่าการเปลี่ยนสัณฐาน เราคุ้นเคยกับการเปลี่ยนแปลงนี้ในแมลงจากตัวอ่อนเป็นตัวเต็มวัย แต่ก็มีพบในสัตว์ทะเลที่อยู่ลึกลงไปและมีลักษณะแปลกออกไปมาก ต้นกำเนิดวิวัฒนาการของไวรัสเป็นความลับที่ยังคงอยู่เช่นกัน และมีแนวโน้มที่จะเกี่ยวพัน	- Cambrian Explosion, when all but one of the great animal phyla arrived on the scene อธิบายเพิ่มเติมว่า “ยกเว้นไฟลัมไบรโอซัว” เพื่อความชัดเจนและเหมาะสมกว่าแปลตรงตัวว่า “ยกเว้นหนึ่งไฟลัม” - more familiar in insects อธิบายเพิ่มเติมว่า “จากตัวอ่อนเป็นตัวเต็มวัย” เพื่อให้ชัดเจนและช่วยให้เข้าใจคำว่าการเปลี่ยนสัณฐาน (metamorphosis) มากขึ้น

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
viruses, which are likely to be intricately enmeshed with the evolutionary origins of all of life.	ซับซ้อนกับต้นกำเนิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด	
Even while writing this book, scientific colleagues in various disciplines have been in communication with me, discussing or exchanging new ideas. Several lines of communication arose from a presentation I made to a virological meeting at the Noble Foundation in Ardmore, Oklahoma, organised by Roossinck, and where one of the sessions was devoted to viral symbiosis. One of these was with Claudiu Bandea, at the National Center for Infectious Diseases at CDC in Atlanta.	แม้ในขณะที่ผมเขียนหนังสือเล่มนี้ มีเพื่อนร่วมงานทางวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาต่างๆ ได้ติดต่อสื่อสารกับผม สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดใหม่ๆ หลายเรื่องที่พูดคุยกันเกิดขึ้นจากงานนำเสนอที่ผมแสดงในการประชุมเกี่ยวกับไวรัสวิทยาที่มูลนิธิโนเบิล ในอาร์ดมอร์ โอคลาโฮมา จัดโดยรูสซิงค์ ซึ่งมีหนึ่งช่วงของการประชุมเป็นหัวข้อเกี่ยวกับภาวะพึ่งพิงของไวรัส หนึ่งในเพื่อนร่วมงานนั้นคือคลาวดิว แบนเดีย จากศูนย์โรคติดเชื้อแห่งชาติที่ซีดีซี ในแอตแลนตา	
Twenty-five years ago, Bandea formulated a highly original theory about the essential nature of viruses. New theories about viruses are rare and I confess I had not heard about Dr Bandea's theory until we made contact -- but when I read the several papers she sent to me, I was intrigued by it. Readers will recall that, early in this book, I suggested that only in the interactive circumstances of its life cycle, when it invades the cells of its natural host, do we witness the	ยี่สิบห้าปีก่อนหน้านี้ แบนเดียสร้างทฤษฎีดั้งเดิมอย่างยิ่งเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของไวรัส ทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับไวรัสมีน้อย ผมสารภาพว่าไม่เคยได้ยินเกี่ยวกับทฤษฎีของ ดร. แบนเดียจนกระทั่งเราได้ติดต่อกัน แต่เมื่อผมอ่านเอกสารบทความต่างๆ ที่เธอส่งมาให้ ผมก็รู้สึกทึ่งกับมัน ผู้อ่านจะจำได้ว่าในตอนต้นของหนังสือเล่มนี้ผมแนะนำว่ามีเพียงในสถานการณ์ที่เกิดการปฏิสัมพันธ์ของวงจรชีวิตไวรัส เมื่อมันรุกรานเซลล์ของโฮสต์ตามธรรมชาติของมัน เราจึงจะเห็นลักษณะทางชีวภาพที่แท้จริงของไวรัส แบนเดียได้พัฒนา	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
real biological nature of viruses. Bandea has developed this aspect into a full-blown theory. Where, historically, viruses have been defined on the basis of their infectious particles, she argues that this misrepresents the true viral nature, and it has been this misrepresentation that has set viruses, and virology itself, outside the mainstream of biology. What interests her in the viral life cycle is the phase, within the cells of their host, when the viral particle breaks down and releases its genome to fuse with the host genome, and the viral genes, their proteins, and control pathways are fully expressed at molecular level in the living struggle to form new viral offspring. Here the virus metamorphoses to a molecular being within the amphitheatre of the host cell — in Bandea's definition, the virus becomes a "molecular organism". In support of her theory, she proposes an evolutionary model for the origin of ancestral viruses from parasitic cellular species that lost their cellular membrane and cellular structures to permit this new existence within, and dependent on, the host cell.	มุมมองนี้ไปสู่ทฤษฎีที่สมบูรณ์ แต่เดิมไวรัสได้รับคำจำกัดความบนพื้นฐานของการเป็นอนุภาคที่ติดเชื้อของพวกมัน ซึ่งเธอโต้แย้งว่าเป็นการแสดงลักษณะที่แท้จริงของไวรัสที่ไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การกำหนดให้ไวรัสและไวรัสวิทยาอยู่นอกกระแสหลักของชีววิทยา สิ่งที่เธอสนใจในวงจรชีวิตไวรัสคือระยะที่อนุภาคไวรัสแตกตัวออกและปล่อยยีโนมออกมาเพื่อหลอมรวมกับยีโนมของโฮสต์ภายในเซลล์ของโฮสต์ ยีนของไวรัส โปรตีนของพวกมัน และวิถีการควบคุม จะแสดงออกอย่างเต็มที่ที่ระดับโมเลกุลในสิ่งมีชีวิตดิ้นรนที่จะสร้างลูกหลานไวรัสใหม่ขึ้นมา ระยะนี้ไวรัสจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นสิ่งมีชีวิตระดับโมเลกุลอยู่ภายในโฮสต์เซลล์ ซึ่งแบนเดียให้คำจำกัดความไว้ว่าไวรัสกลายเป็น "สิ่งมีชีวิตระดับโมเลกุล" เพื่อสนับสนุนทฤษฎีของเธอ เธอเสนอแบบจำลองวิวัฒนาการสำหรับต้นกำเนิดของบรรพบุรุษไวรัสจากสปีชีส์ของเซลล์ปรสิตที่สูญเสียเยื่อหุ้มเซลล์และโครงสร้างเซลล์ เพื่อให้สามารถคงอยู่ในเซลล์ของโฮสต์ได้โดยการพึ่งพาอาศัยโฮสต์	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
I like people bold enough to put forward new lines of thinking, since without new ideas science stagnates. I particularly like her idea about the importance of the intracellular phase of the viral life cycle. While I think the particle phase is also an important aspect of the viral life cycle, I agree that viruses can only be understood as life forms when we consider them during the phase when they are interacting with their hosts.	ผมชอบผู้คนที่กล้าหาญพอที่จะเสนอแนวความคิดใหม่ๆ เพราะถ้าปราศจากความคิดใหม่ๆ วิทยาศาสตร์ก็จะหยุดนิ่ง ผมชอบความคิดของเธอเกี่ยวกับความสำคัญของระยะภายในเซลล์ของวงจรชีวิตไวรัสโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในขณะที่ผมคิดว่าระยะที่เป็นอนุภาคเป็นมุมมองที่สำคัญของวงจรชีวิตไวรัสด้วยเช่นกัน ผมเห็นด้วยว่าไวรัสจะถูกเข้าใจว่าเป็นรูปแบบชีวิต ก็ต่อเมื่อเราพิจารณาในช่วงระยะที่พวกมันมีปฏิสัมพันธ์กับโฮสต์	
When I wrote to Professor Eckard Wimmer, the virologist who reconstructed the polio virus from mail-order components, and wrote out its atomic formula, he supported the thought that viruses go through two phases of their life cycle, the "inert phase", when they leave the host as a particle, and the "living phase", when they enter the host and interact, genome for genome, within its cells. This explains his ambiguity about the true nature of viruses. 'When asked whether I believe that viruses are dead or alive,' he writes, 'I answer, "Yes." ' One has to think about this for a moment to get his drift.	เมื่อผมเขียนถึงศาสตราจารย์เอคการ์ด วิมเมอร์ นักไวรัสวิทยาที่สร้างไวรัสโปลิโอขึ้นใหม่จากองค์ประกอบที่สั่งซื้อทางไปรษณีย์และเขียนสูตรทางอะตอมของมันออกมา เขาสนับสนุนความคิดที่ว่าไวรัสมีการเปลี่ยนแปลงผ่านสองระยะในวงจรชีวิตของพวกมันคือ “ระยะอยู่เฉย” เมื่อพวกมันออกจากโฮสต์เป็นอนุภาค และ “ระยะเปลี่ยนแปลง” เมื่อพวกมันเข้าสู่โฮสต์และปฏิสัมพันธ์กันระหว่างยีโนมกับยีโนมภายในเซลล์ของโฮสต์ สิ่งนี้อธิบายความสงสัยของเขาเกี่ยวกับลักษณะที่แท้จริงของไวรัส ‘เมื่อถามว่าผมเชื่อว่าไวรัสเป็นสิ่งไม่มีชีวิตหรือมีชีวิต’ เขาเขียน ‘ผมตอบว่า “ใช่”’ ทุกคนจะต้องคิดสักพักหนึ่งเพื่อจะเข้าใจความหมายของเขา	- inert phase และ living phase แปลโดยตีความจากความเข้าใจว่า “ระยะอยู่เฉย” และ “ระยะเปลี่ยนแปลง”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
The French biologist, Jean-Michel Claverie, takes a similar view, while peering deeper at the fascinating mystery of where viruses originally came from. I agree with Claverie that the weary old dismissal of viruses as non-life, and, worse still, their relegation to being mere instruments for molecular biologists to investigate genetics, contributes little to understanding viruses — and their role in biology. In Claverie's words, 'After being considered non-living and relegated to the wings by most biologists, viruses are now centre stage: they might have played a central role in the eukaryotic cell [life forms with nucleated cells, such protists, fungi, plants and animals], and might even have been the cause of the partitioning of biological organisms into the three domains of life.	นักชีววิทยาชาวฝรั่งเศส ฌอง มิเชล คลาเวรี ใช้มุมมองที่คล้ายกันในขณะที่มองลึกลงไปในความลับของต้นกำเนิดที่มาของไวรัสที่น่าสนใจ ผมเห็นด้วยกับคลาเวเรียว่าการพิจารณาไวรัสว่าเป็นเป็นสิ่งไม่มีชีวิตในอดีตที่น่าท้อใจ และที่เลวร้ายกว่านั้นการผลักไสให้เป็นเพียงเครื่องมือสำหรับนักชีววิทยาด้านโมเลกุลในการตรวจสอบพันธุกรรม มีส่วนทำให้การทำความเข้าใจไวรัส และบทบาทของพวกมันในสาขาชีววิทยามีเพียงเล็กน้อย คลาเวเรียกล่าวไว้ว่า 'หลังจากถูกพิจารณาว่าเป็นสิ่งไม่มีชีวิตและผลักไสไปอยู่รอบนอกโดยนักชีววิทยาส่วนใหญ่ ตอนนี้ไวรัสเป็นศูนย์กลาง พวกมันอาจจะเล่นบทบาทสำคัญในเซลล์ยูแคริโอต [รูปแบบชีวิตที่เซลล์มีนิวเคลียส เช่น โพรทิสต์ ฟังไจ พืช และสัตว์] และอาจจะเป็นสาเหตุของการแบ่งสิ่งมีชีวิตทางชีวภาพออกเป็นสามโดเมน	- relegated to the wings ตีความว่าเป็นการผลักไสไปอยู่รอบนอก - eukaryotic cell = เซลล์ยูแคริโอต ใช้คำแปลแบบทับศัพท์ เนื่องจากผู้แต่งได้ให้คำอธิบายเพิ่มเติมในตัวบทแล้ว และมีผู้ใช้ทั่วไปอยู่แล้ว
It seems that viruses are provoking some profound questions these days, and another deep thinker is Patrick Forterre, Director of the Department of Microbiology at the Pasteur Institute in Paris, who, in an illuminating series of papers, argues that viral abundance and diversity, especially in marine	ดูเหมือนว่าไวรัสจะกระตุ้นให้เกิดคำถามที่ลึกซึ้งบางอย่างในปัจจุบัน นักคิดที่ล้ำลึกอีกคนคือ แพทริค ฟอร์เทอร์ ผู้อำนวยการภาควิชาจุลชีววิทยาที่สถาบันปาสเตอร์ในกรุงปารีส ในเอกสารบทความที่ทำให้ทราบข้อเท็จจริงจำนวนหนึ่ง เขาโต้แย้งว่าความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของไวรัสโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมทางทะเล	- biosphere = ชีวมณฑล, ชีวภาค, ชีวาลัย, ชีวบริเวณ, ส่วนของพื้นผิวและบรรยากาศของโลกที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ เลือกแปลโดยใช้การอธิบาย เนื่องจากสามารถเข้าใจได้ง่ายกว่า

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
environments, suggests that they are essential components in the balances of the biosphere. One of the few authorities capable of taking us back in time to the "RNA world" that is widely perceived to have preceded the DNA world of cellular life forms, he traces, through structural studies and genomics, the evolutionary transition from one world to another, through the powerful interactions of competing cells and viruses, including the putative key stage of the Last Universal Common Ancestor, or "LUCA".	แสดงให้เห็นว่าพวกมันเป็นองค์ประกอบสำคัญในความสมดุลของบริเวณพื้นผิวและบรรยากาศของโลกที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ หนึ่งในผู้ได้รับอนุญาตไม่กี่คนที่สามารถพาเราย้อนเวลากลับไปสู่ “โลกของอาร์เอ็นเอ” ที่รับรู้กันอย่างกว้างขวางว่ามีมาก่อนโลกของดีเอ็นเอของรูปแบบชีวิตระดับเซลล์ จากการศึกษาโครงสร้างและยีโนม เขาแกะรอยการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการจากโลกหนึ่งไปยังอีกโลกหนึ่ง ผ่านการปฏิสัมพันธ์ที่มีพลังของเซลล์และไวรัสที่แข่งขันกัน รวมทั้งสมมติฐานเรื่องบรรพบุรุษร่วมที่ใกล้กันที่สุดของสิ่งมีชีวิตบนโลก หรือ “LUCA (Last Universal Common Ancestor)”	- Last Universal Common Ancestor, or "LUCA" ค้นหาความหมายได้ว่า “บรรพบุรุษร่วมที่ใกล้กันที่สุด” (ที่มา: วารสารวิทยาศาสตร์ หัวข้อระบบวิทยาและวงศ์วานวิวัฒนาการ) แล้วขยายความเพิ่มเติมเพื่อความชัดเจน
In other papers he discusses the fascinating new forms of viruses that have only recently been discovered, including the giant Mimi virus, which infects amoebae, and which, with almost a thousand genes, has a larger genome, with very many proteins of its own, than some of the smaller bacteria. Other viruses, including those that colonise the strange microbial life forms called Archaea, are every bit as strange in appearance and properties as their hosts. As Forterre reveals, sequencing of the genomes of these Archaeal viruses has revealed that most of their	ในเอกสารอื่นๆ เขากล่าวถึงรูปแบบใหม่ที่น่าสนใจของไวรัสที่เพิ่งได้รับการค้นพบเมื่อไม่นานมานี้ รวมทั้งไวรัสยักษ์มีมี่ที่ติดเชื้อในอะมีบา ซึ่งมียีโนมขนาดใหญ่ประกอบจากยีนเกือบหนึ่งพันยีน และมีโปรตีนของตัวเองมากกว่าแบคทีเรียขนาดเล็กบางชนิด ไวรัสอื่นๆ รวมทั้งพวกที่ติดเชื้อในรูปแบบชีวิตจุลินทรีย์แปลกๆ ที่เรียกว่าอาร์เคีย มีรูปร่างหน้าตาและคุณสมบัติในทุกส่วนแปลกประหลาดเหมือนโฮสต์ของพวกมัน เหมือนเช่นที่ฟอร์เทอร์แสดงให้เห็น ลำดับยีโนมของไวรัสที่ติดเชื้อในอาร์เคียเหล่านี้ได้เผยให้เห็นว่ายีนส่วนใหญ่หรือทั้งหมดของพวกมัน ไม่เป็นที่รู้จักในรูปแบบชีวิตอื่นๆ	- Mimi virus = ไวรัสมีมี่ แปลแบบทับศัพท์เนื่องจากเป็นชื่อเฉพาะของไวรัสชนิดหนึ่ง - Archaea = อาร์เคีย ไม่มีคำแปลภาษาไทย และมีการใช้คำแปลแบบทับศัพท์อยู่แล้ว

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
genes, and sometimes all of them, are unknown in any other life form.		
Once again we witness that viruses are not evolving by "pick-pocketing" genes from their hosts. Like Villarreal, Forterre has confirmed that most viral genes, wherever they are found in nature, are peculiar to viruses, although there is growing evidence that viruses, even from distant evolutionary line-ages, have extensively exchanged genes with each other during their lengthy evolution.	เป็นอีกครั้งที่เราเห็นว่าไวรัสไม่ได้พัฒนาด้วยการหยิบยืมยีนจากโฮสต์ เหมือนกับที่วิลลาเรียล ฟอร์เทอร์ยืนยันว่ายีนของไวรัสส่วนใหญ่ไม่ว่าจะพบที่ใดก็ตามในธรรมชาติมีความพิเศษต่อไวรัส ถึงแม้จะมีหลักฐานมากขึ้นว่าไวรัส แม้แต่พวกที่มาจากสายวิวัฒนาการที่ห่างไกล มีการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างกันมานานในระหว่างการวิวัฒนาการอันยาวนานของพวกมัน	
Forterre also agrees with Villarreal that viruses have extensively co-evolved with their hosts. And he has produced tantalising information regarding the influence of viruses on the evolution of all cellular life forms, from bacteria to humans, approaching the deeper questions from a very different perspective, yet by and large finding common ground with Villarreal's wide-ranging studies. One of the most challenging extrapolations of his theories suggests that the step from an RNA to a DNA world occurred during the age of viruses, and that the DNA replication processes,	ฟอร์เทอร์ยังเห็นด้วยกับวิลลาเรียลว่าไวรัสได้พัฒนาร่วมกับโฮสต์มานาน เขาสรุปเป็นข้อมูลที่ยั่วใจเกี่ยวกับอิทธิพลของไวรัสในวิวัฒนาการของรูปแบบชีวิตระดับเซลล์ทั้งหมด ตั้งแต่แบคทีเรียจนถึงมนุษย์ เข้าใกล้คำถามที่ลึกลงไปจากมุมมองที่แตกต่างออกไปมาก จากการค้นพบพื้นฐานทั่วไปจำนวนมากที่เหมือนกับการศึกษาที่หลากหลายของวิลลาเรียล หนึ่งในข้อสรุปที่ท้าทายที่สุดของทฤษฎีของเขาแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการเปลี่ยนจากโลกของอาร์เอ็นเอไปสู่โลกของดีเอ็นเอเกิดขึ้นในช่วงสมัยของไวรัส และกระบวนการคัดลอกดีเอ็นเอซึ่งแตกต่างกันในแต่ละโดเมนพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตสามโดเมน คือ อาร์เคีย แบคทีเรีย และเซลล์ที่มีนิวเคลียส เกิดขึ้น	- enlightenment = การให้ความรู้, การให้ความกระจ่าง, การรู้แจ้ง จึงตีความว่าหมายถึงการ “พบคำตอบ”

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
which are different for each of the three basic domains of life — the Archaea, the bacteria, and nucleated cells — were established by founder viral lineages. That the tiniest evolutionary entities, the smallest living organisms as I see them, might have played such a creative role in the origins and diversity of life has a marvellous and very illuminating dimension. So we glimpse, even at journey's end, future possibilities for research and enlightenment — the lure of new and equally enthralling odysseys.	จากเชื้อสายไวรัสแรกเริ่ม การที่สิ่งวิวัฒนาการที่เล็กที่สุดที่ผมเห็นว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุดอาจแสดงบทบาทที่สร้างสรรค์ในการกำเนิดและเกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนั้น มีรูปแบบที่น่าอัศจรรย์และน่าสนใจมาก ดังนั้นแม้ในท้ายที่สุดของการเดินทาง เราจึงเห็นความเป็นไปได้สำหรับการวิจัยและพบคำตอบต่อไปในอนาคต เป็นเสน่ห์ที่ทำให้เกิดการเดินทางใหม่ที่น่าหลงใหลเช่นกัน	
But journey's end is where we now find ourselves, and reflecting on the various forays and explorations we have made, we are in a position to sit back and consider what we have learnt. It is rare in science that a single idea changes an entire discipline to become what the philosopher, Thomas Kuhn, called a paradigm shift. Newton's concept of gravity was an example, as was Einstein's theories of relativity. The DNA revolution, ushered in by the discovery of its three-dimensional chemical structure by Watson and Crick, was another, as was Darwin's concept of natural	แต่ท้ายที่สุดของการเดินทางคือที่ที่ตอนนี้เราค้นพบตัวเอง และดูจากการเดินทางไปในสถานที่แปลกใหม่ต่างๆ และการสำรวจที่เราได้ทำ ถึงเวลาที่เราจะนั่งลงและพิจารณาสิ่งที่เราได้เรียนรู้ มันเป็นเรื่องยากในทางวิทยาศาสตร์ที่ความคิดหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงทั้งสาขาวิชาได้เหมือนที่นักปรัชญาโทมัส คุห์น เรียกว่าการเปลี่ยนกรอบความคิด ตัวอย่างเช่น แนวคิดเรื่องแรงโน้มถ่วงของนิวตัน และทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอสไตน์ การปฏิวัติดีเอ็นเอซึ่งเริ่มต้นจากการค้นพบโครงสร้างสามมิติทางเคมีโดยวัตสันและคริก คืออีกสิ่งหนึ่งเหมือนกับแนวคิดของดาร์วินเรื่องการคัดเลือกโดยธรรมชาติในศตวรรษก่อนหน้า แต่จำเป็นต้องพัฒนาในระยะหลัง ที่	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
selection a century earlier — but the latter had to evolve, out of necessity, to become the synthesis of three forces, Darwinian natural selection, Mendelian genetics, and mutation as the supplier of hereditary change, in the late 1920s and early 1930s.	เป็นการสังเคราะห์ของอิทธิพลสามอย่าง คือ การคัดเลือกโดยธรรมชาติของดาร์วิน พันธุกรรมของเมนเดล และการกลายพันธุ์ ในฐานะเป็นที่มาของการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ในช่วงปลายทศวรรษ 1920 และต้นทศวรรษ 1930	
As readers will be aware, I take the view that the original synthesis, of mutation-plus-selection, needs modernisation — today evolutionary biology recognises the importance of additional mechanisms for hereditary change, the various forces I have included, for convenience, under the generic umbrella of "genomic creativity", which are capable of generating hereditary genetic and epigenetic change, large and small. Other than mutation, which remains a powerful and mechanistically valid force in its original definition of copying errors during cell division, various additional forces, such as symbiogenesis, hybridogenesis and epigenetic inheritance systems, are acknowledged to play important roles.	เหมือนเช่นที่ผู้อ่านตระหนักถึง ผมมองว่าการสังเคราะห์แบบดั้งเดิมของการกลายพันธุ์จากการคัดเลือกจำเป็นต้องทำให้ทันสมัย ปัจจุบันนี้ชีววิทยาวิวัฒนาการตระหนักถึงความสำคัญของกลไกเพิ่มเติมสำหรับการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม หรืออิทธิพลต่างๆ ที่ผมได้กล่าวถึงเพื่อความสะดวกภายใต้กรอบทั่วไปของ “การสร้างสรรค์ของยีโนม” ซึ่งสามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเหนือพันธุกรรมทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก นอกจากการกลายพันธุ์ที่ยังคงเป็นอิทธิพลที่มีประสิทธิภาพและกลไกที่สมบูรณ์ตามคำจำกัดความเดิมที่ว่าเป็นความผิดพลาดของการคัดลอกในระหว่างการแบ่งเซลล์ อิทธิพลเพิ่มเติมต่างๆ เช่น ซิมไบโอเจเนซิส ไฮบริดโดเจเนซิส และระบบการถ่ายทอดเหนือพันธุกรรม ล้วนเป็นที่ยอมรับว่ามีบทบาทสำคัญ	- hybridogenesis = Half the genome is passed intact to the next generation, while the other half is discarded. It occurs in some animals that are themselves hybrids between two different species ไม่มีคำแปลภาษาไทย จึงแปลโดยใช้การทับศัพท์ว่า “ไฮบริดโดเจเนซิส” - epigenetic ไม่มีคำแปลภาษาไทย epi = a prefix occurring in loanwords from Greek, where it meant “upon,” “on,” “over,” “near,” “at,” “before,” “after” จึงแปลว่า “เหนือพันธุกรรม”
As an aid to understanding, I have created this rough chart in summary of the various forces of genomic	เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจ ผมได้สร้างตารางแบบหยาบๆ นี้เป็นข้อสรุปของอิทธิพลต่างๆ ของการสร้างสรรค์ของยีโนม	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
creativity, from which the differences between the various forces can be readily understood. It is merely stating the obvious that, without the various mechanisms, or forces, of genomic creativity, selection could achieve nothing. But it also works the other way round, so that without the stabilising effects of natural selection, the threes of genomic creativity would end in chaos. Neither is more important than the other since neither can operate effectively in the absence of the other.	ซึ่งความแตกต่างระหว่างอิทธิพลต่างๆ สามารถเข้าใจได้อย่างง่ายดาย มันเป็นเพียงการระบุให้ชัดว่า ถ้าไม่มีกลไกหรืออิทธิพลต่างๆ หรือการสร้างสรรค์ของยีโนม การคัดเลือกก็ไม่สามารถบรรลุผล แต่มันก็ทำงานในทางตรงกันข้ามด้วย เพราะถ้าไม่มีผลที่เสถียรของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ การสร้างสรรค์ของยีโนมทั้งสามคงจบลงด้วยความวุ่นวาย ไม่มีอะไรที่สำคัญมากกว่ากัน เพราะไม่มีสิ่งไหนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยที่ไม่มีอีกสิ่งได้	
How, then, does this new thinking affect Darwin's famous tree of life?	ถ้าเช่นนั้น ความคิดใหม่นี้ส่งผลกระทบต่อแผนภูมิต้นไม้แสดงวิวัฒนาการที่มีชื่อเสียงของดาร์วินอย่างไร?	
In July 1837, Charles Darwin opened a secret notebook, small and brown-covered, into which he scribbled his preliminary thoughts about what he termed "transmutation", which in the modern context translates to "evolution". The musings and short sketches of ideas he poured into the secret notebook would, in time, become the foundations of our modern concept of evolution, offering the first convincing exploration of the origins of life, and its subsequent	ในเดือนกรกฎาคมปี ค.ศ. 1837 ชาร์ลส์ ดาร์วิน เปิดสมุดบันทึกลับเล่มเล็กปกสีน้ำตาล ที่เขาขีดเขียนความคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับสิ่งที่เขาเรียกว่า “การกลายผ่าน” ซึ่งในบริบทสมัยใหม่แปลว่า “วิวัฒนาการ” ภาพร่างคร่าวๆ จากการใคร่ครวญของความคิดที่เขาค่อยๆ บันทึกลงในสมุดบันทึกลับ ในเวลาไม่นานกลายเป็นรากฐานของแนวคิดที่ทันสมัยของการวิวัฒนาการ ที่เสนอการสำรวจที่น่าเชื่อถือแรกของต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิต และการเปลี่ยนแปลงและแพร่กระจายที่ตามมาที่ก่อให้เกิดความงามและความ	- transmutation = การวิวัฒนาการเป็นอีกสปีชีส์หนึ่ง, การเปลี่ยนรูปแบบ, การเปลี่ยนสภาพ,การเปลี่ยนภาวะ, การกลายผ่าน (ที่มา: พจนานุกรมอังกฤษ-ไทย, หนังสือสารคดี) เลือกแปลว่า “การกลายผ่าน” เนื่องจากให้ความหมายตามคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้ดีและมีความกระชับ

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
change and spread to give rise to the beauty and diversity of life we see today.	หลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่เราเห็นในวันนี้	
In that same notebook, he made a rough drawing of the genealogical history of animals and plants, as if life could be represented as a sturdy oak tree, with fossils the dying terminal twigs, and the trunk symbolising his presumed last universal common ancestor, the primeval source of all of life today. That same tree has been extended and reproduced a myriad times over, in books and papers, in classrooms and university lecture halls — we call it "the tree of life". And perhaps it is in observing the effects of the forces we have witnessed on this tree that we come to terms, in the broadest possible fashion, with the implications of genomic creativity.	ในสมุดบันทึกเล่มเดียวกัน เขาวาดภาพคร่าวๆ ของประวัติลำดับวงศ์ตระกูลของสัตว์และพืช เหมือนว่าสิ่งมีชีวิตสามารถแสดงเป็นต้นโอ๊คที่ที่มั่นคงแข็งแรงที่มีกิ่งก้านสาขาคงอยู่ถาวร และมีลำต้นเป็นสัญลักษณ์ของบรรพบุรุษร่วมที่ใกล้กันที่สุดของสิ่งมีชีวิตบนโลก หรือแหล่งที่มาแรกเริ่มของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในปัจจุบันตามที่เขาสันนิษฐาน ต้นไม้ต้นนี้ได้รับการขยายและทำซ้ำครั้งนับครั้งไม่ถ้วนอยู่ในหนังสือและเอกสารที่ใช้ในห้องเรียนและห้องบรรยายของมหาวิทยาลัย ซึ่งเราเรียกมันว่า “แผนภูมิต้นไม้แสดงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต” และบางทีจากการสังเกตผลของอิทธิพลที่เราได้เห็นบนต้นไม้ต้นนี้ ที่ทำให้เราได้ข้อสรุปในรูปแบบที่กว้างที่สุดที่เป็นไปได้เกี่ยวกับความเกี่ยวข้องของการสร้างสรรค์ของยีโนม	
With the arrival of genetic sequencing, which was first applied to microbial forms, evolutionary geneticists discovered that bacteria and Archaea have not split along simple branching divisions: rather, in the words of Graham Lawton, who wrote a summary in New Scientist, they routinely swapped genetic material, so	จากการมาถึงของลำดับพันธุกรรม ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกกับรูปแบบของจุลินทรีย์ นักพันธุศาสตร์ด้านวิวัฒนาการพบว่า แบคทีเรียและอาร์เคียไม่ได้แยกขนานออกจากก้านเดียวกันแบบธรรมดา เกรแฮม ลอว์ตัน ผู้เขียนบทสรุปในนิตยสารนิวซายเอนทิสต์ กล่าวว่าพวกมันแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมกันอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ ‘รูปแบบการแตกแขนงที่	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
'that neatly branching pattern [quickly degenerated] into an impenetrable thicket of interrelatedness, with species being closely related in some respects but not in others.' Hybridisation is an important evolutionary force in plants, and it is increasingly being recognised to be the same in animals, so this same tendency for closely related branches to form a thicket, as opposed to the plain branching of the metaphorical oak tree, remains the case. And if we add to this the impact of symbiogenesis, we discover branches coming together from much more widely spaced trunks, branches and twigs. It should by now be obvious that biologists, and particularly evolutionary biologists, cannot afford to ignore viruses. And so finally, we must somehow fit the omnipresent symbiotic viruses into the picture, perhaps as diffuse swarms, clouding the outlines of the very roots, trunk, branches, and minor divisions, to the very leaves.	เป็นระเบียบ [หดตัวลงอย่างรวดเร็ว] เป็นพุ่มไม้หนาแน่นของความเกี่ยวโยงกัน ที่สปีชีส์ต่างๆ เกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิดในด้านหนึ่ง แต่ไม่ได้เป็นเช่นนั้นในด้านอื่นๆ' การเกิดลูกผสมเป็นอิทธิพลสำคัญในการวิวัฒนาการของพืช และเป็นที่ยอมรับมากขึ้นว่ามีอิทธิพลในสัตว์เช่นกัน ดังนั้นแนวโน้มเดียวกันนี้สำหรับกิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวพันกันอย่างใกล้ชิดจนเกิดเป็นพุ่มไม้ ซึ่งตรงข้ามกับการแตกสาขาอย่างเรียบง่ายของต้นโอ๊กในเชิงเปรียบเทียบยังคงเป็นประเด็นอยู่ และถ้าเราเพิ่มผลกระทบของซิมไบโอเจเนซิสลงไป เราจะพบว่ากิ่งต่างๆ ที่มาเกี่ยวพันกันมาจากลำต้น กิ่งและแขนงที่อยู่ห่างกันมากขึ้นไปอีก ในขณะนี้ควรจะเห็นได้ชัดแล้วว่านักชีววิทยาและโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักชีววิทยาด้านวิวัฒนาการไม่สามารถเพิกเฉยต่อไวรัสได้ ดังนั้นในที่สุดเราต้องใส่ไวรัสในภาวะพึ่งพิงซึ่งมีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่งลงในภาพ อาจจะเป็นฝูงที่กระจัดกระจาย อยู่รอบๆ เค้าโครงของราก ลำต้น กิ่ง และหน่วยเล็กๆ ไปจนถึงใบ	
Perhaps we should view Darwin's tree not as the familiar stout and sturdy oak, but more as the oldest living tree on Earth, the oldest, most venerable bristle-	บางทีเราควรจะมองแผนภูมิต้นไม้ของดาร์วิน ไม่ใช่เป็นต้นโอ๊คแข็งแรงมั่นคงที่คุ้นเคย แต่เป็นต้นไม้มีชีวิตที่เก่าแก่ที่สุดบนโลกเหมือนต้นสนบริสเทิลโคนเก่าแก่ที่น่าเกรงขาม เติบโต	- bristle-cone pine = ต้นสนบริสเทิลโคน เป็นชื่อเฉพาะ ไม่มีคำเรียกในภาษาไทย จึงแปลโดยการทับศัพท์

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
cone pine, rising up as if through immense struggle from the lifeless bedrock. It is an immense and august tree, certainly, its roots a gnarled battle of intertwining shapes, interwoven with the mycelia of fungi. And from that complex skein, the trunk and branches rise grotesquely twisted, their ends repeatedly broken and rejoined, through the storms of countless bitter winters, until the golden heartwood has been exposed, whorled and twisted like the eddies of whirlpools, and buffeted by a vortex of viruses, more brutally intimate than anyone had ever imagined, spiralling into and becoming subsumed within the very heart and substance of the wood yet a great tree still, enduring, defiant and upstanding.	ขึ้นราวกับผ่านการต่อสู้ดิ้นรนอันยิ่งใหญ่ท่ามกลางพื้นหินแข็งที่ไร้ชีวิตมากกว่า มันเป็นต้นไม้ใหญ่น่าเกรงขาม ที่แน่นอนว่ามีรูปร่างพันกันไปมาจากการต่อสู้ฝ่าฟัน สานกันด้วยเส้นใยของฟังไจ และจากความยุ่งเหยิงซับซ้อนของลำต้นและกิ่งที่โตขึ้นโดยบิดม้วนอย่างแปลกประหลาดดังกล่าว ส่วนปลายของมันแตกหักและกลับมารวมกันใหม่ซ้ำแล้วซ้ำอีก ผ่านพายุฤดูหนาวอันโหดร้ายที่นับไม่ถ้วน จนเผยให้เห็นแก่นไม้สีทองด้านใน ม้วนและบิดเป็นเกลียวเหมือนกระแสน้ำวน และถูกถาโถมด้วยกระแสคลื่นของไวรัส ลึกซึ้งรุนแรงกว่าที่ใครเคยคาดคิด หมุนวนจนรวมกันอยู่ภายในใจกลางแก่นไม้ แต่ยังคงเป็นต้นไม้ที่ยิ่งใหญ่ คงทน ท้าทาย และยั่งยืน	
As a physician, I am fundamentally practical, and my main proposal is that in order to understand any evolutionary situation in nature, we need first to encompass, conceptually and in detail, all the possibilities for change. Only then can we possibly find ourselves in a position to judge which mechanism, and possibly this may mean more than one at once, is	ในฐานะที่เป็นแพทย์ ผมมีพื้นฐานเน้นการปฏิบัติ และการนำเสนอหลักของผมคือเพื่อให้เข้าใจสถานการณ์วิวัฒนาการต่างๆ ในธรรมชาติ เราจำเป็นต้องสร้างกรอบความคิดของความเป็นไปได้ทั้งหมดโดยละเอียดเป็นอย่างแรก จากนั้นจึงจะสามารถอยู่ในตำแหน่งที่จะตัดสินได้ว่ากลไกใดซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีมากกว่าหนึ่งกลไก ทำงานในกรณีเฉพาะแบบใด มุมมองนี้ ไม่ได้ขัดแย้งกับการทำงานและความสำเร็จที่	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
operating in any specific instance. This perspective does not contradict the work and achievements of the past. Rather, it cherishes and builds on them, while offering a broader understanding of the rich panorama of forces, and potentialities for change, that modern evolutionary biology has to offer. To paraphrase Jacob Bronowski, it would appear that nature (like man) is also distinguished by its imaginative gifts. It makes plans, inventions, new discoveries, by putting different talents together, and our understanding becomes more subtle and penetrating as we learn how it combines talents in more complex and intimate ways.	ผ่านมา แต่เป็นการชื่นชมและต่อยอดจากเดิม ในขณะที่เสนอความเข้าใจที่กว้างขึ้นของภาพที่สมบูรณ์ของอิทธิพลทั้งหลาย และศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงที่ชีววิทยาวิวัฒนาการสมัยใหม่จะต้องเสนอ ตามที่จาค็อบ โบรนาวสกี้เคยกล่าวไว้คือ เป็นที่ปรากฏว่าธรรมชาติ (เช่นเดียวกับคน) มีความพิเศษเพราะพรสวรรค์ที่เหมือนดังจินตนาการเช่นกัน มันสร้างแบบแผน สิ่งประดิษฐ์ การค้นพบใหม่ โดยรวมความสามารถพิเศษที่แตกต่างเข้าด้วยกัน และความเข้าใจของเราก็จะเฉียบแหลมและทะลุปรุโปร่งมากขึ้น ในขณะที่เราเรียนรู้วิธีการที่มันรวมความสามารถพิเศษเข้าด้วยกันด้วยวิธีที่ซับซ้อนและลึกซึ้งมากขึ้น	
Readers will make up their own minds whether or not this odyssey is a reasonable interpretation of the information that is now available to us. And a core truth, which I have made clear from the very beginning, is that the driving forces for hereditary change in evolution are the same driving forces that underpin the genetic, and epigenetic, basis of disease. I have attempted to explain how each of these distinct mechanisms of "genomic creativity" has	ผู้อ่านจะตัดสินใจเองว่าการเดินทางนี้เป็นการตีความที่มีเหตุมีผลของข้อมูลที่มีให้เราตอนนี้หรือไม่ และความจริงที่เป็นหลักสำคัญ ที่ผมได้แสดงไว้ชัดเจนตั้งแต่ต้น คืออิทธิพลที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในการวิวัฒนาการเป็นอิทธิพลเดียวกันกับที่สนับสนุนพื้นฐานทางพันธุกรรมและเหนือพันธุกรรมของโรค ผมได้พยายามที่จะอธิบายวิธีการที่กลไกแต่ละกลไกที่แตกต่างกันของการสร้างสรรค์ของยีโนมเหล่านี้ มีทฤษฎีและการปฏิบัติโดยเฉพาะของมันในการนำมาประยุกต์ใช้กับการแพทย์ เพื่อช่วยอธิบายสาเหตุ	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
its own theoretical and practical application to medicine, helping to explain the genetic and epigenetic causes of a vast array of human diseases, as with diseases of animals and plants.	ทางพันธุกรรมและนอกเหนือพันธุกรรมของโรคอันมากมายที่เกิดกับมนุษย์เช่นเดียวกับโรคของสัตว์และพืช	
What hope, then, for the new perspective — an approach based on the construction of our human genome along the evolutionary principles set out here, with the genetics enhanced by the understanding of the intrinsic role of the vast viral components, and complemented by the growing understanding of the genie of epigenetics?	ความมุ่งหวังสำหรับมุมมองใหม่ คือวิธีการที่มีพื้นฐานจากโครงสร้างของยีโนมมนุษย์เรา พร้อมกับหลักการวิวัฒนาการที่กำหนดไว้ที่นี่ ที่พันธุกรรมได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นด้วยความเข้าใจถึงบทบาทที่แท้จริงขององค์ประกอบของไวรัสที่มากมาย และอาจจะทำให้เกิดความเข้าใจเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับบทบาทเหนือพันธุกรรม?	
I believe the potential is exciting. Indeed, I have taken pains to focus on those very same diseases that afflict the majority of us, such as the autoimmune diseases, mental illness, multiple sclerosis and cancer. And we have seen how important it is that science looks more deeply into the evolutionary, embryological and physiological roles of HERVs, without which we cannot hope for the necessary understanding. We have seen how all of the various mechanisms, brought together under the non-prejudicial umbrella designation of	ผมเชื่อว่าความเป็นไปได้นั้นน่าตื่นเต้น ที่จริงผมพบความยากลำบากในการมุ่งเน้นไปที่โรคที่เหมือนกันมากเหล่านั้น ซึ่งก่อความเจ็บป่วยให้พวกเราส่วนใหญ่ เช่น โรคภูมิต้านทานตนเอง ความเจ็บป่วยทางจิต โรคปลอกประสาทเสื่อมแข็ง และมะเร็ง และเราได้เห็นว่าวิทยาศาสตร์ที่มองลึกลงไปในบทบาทด้านวิวัฒนาการ คัพภวิทยา และสรีรวิทยาของ HERVs (human endogenous retrovirus) หรือไวรัสที่อยู่ในยีโนมของมนุษย์ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจที่จำเป็น มีความสำคัญอย่างไร เราได้เห็นวิธีที่กลไกต่างๆ ทั้งหมดซึ่งถูกนำมารวมไว้ภายใต้การกำหนดที่ครอบคลุมโดยไม่มีอคติของ	- HERVs = human endogenous retrovirus Human endogenous retroviruses (HERVs) are a family of viruses within our genome. Human endogenous retroviruses (HERVs) make up part of our genome and represent footprints of previous retroviral infection. เป็นตัวย่อเฉพาะไม่สามารถแปลได้ ในบทแปลจึงเพิ่มชื่อเต็มของ HERVs และคำอธิบายว่าเป็น “ไวรัสที่อยู่ในยีโนมของมนุษย์” เพื่อให้เข้าใจมากขึ้น

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
genomic creativity, offer a broad, and easily comprehended, level of understanding. Thanks to such understanding, the medical profession, together with our colleagues in veterinary medicine and agriculture, is now in a position to examine these mechanisms, in isolation and in their interactions with one another, and to use this knowledge to develop new ways of putting right these diseases at their most fundamental level. In practice, of course, this examination has been developing and extending for at least two decades, with a recent acceleration brought about by new molecular techniques. But I would introduce a word of caution.	การสร้างสรรค์ของยีโนม เสนอความเข้าใจในระดับที่กว้างและจับใจความได้ง่าย ต้องขอบคุณความเข้าใจดังกล่าว ทำให้ผู้มีวิชาชีพแพทย์ รวมทั้งผู้ร่วมงานของเราในสาขาสัตวแพทยศาสตร์และการเกษตร ขณะนี้อยู่ในสถานะที่จะตรวจสอบกลไกเหล่านี้ทั้งในแบบโดดเดี่ยวและในแบบที่ปฏิสัมพันธ์กับกลไกอื่น และใช้ความรู้นี้พัฒนาวิธีการใหม่ของการวางโรคเหล่านี้ให้ถูกต้องในระดับพื้นฐานที่สุด ในทางปฏิบัติ แน่นอนว่าการตรวจสอบนี้ได้รับการพัฒนาและขยายออกไปตลอดเวลาอย่างน้อยสองทศวรรษที่ผ่านมา โดยมีเทคนิคด้านโมเลกุลเป็นตัวเร่ง แต่ผมจะขอแนะนำให้มีความระมัดระวังไว้	
Modern medical, veterinarian and agricultural practice has developed a formidable and highly efficient armamentarium of management of diseases, including preventive measures such as vaccination and elimination of environmental hazards, drug therapy such as insulin and antibiotics, complex and highly effective surgical measures, and of course good nursing and the support of many other health-	การแพทย์สมัยใหม่ วิธีปฏิบัติของสัตวแพทย์ และวิธีปฏิบัติทางการเกษตรมีการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือที่มีกำลังมากและมีประสิทธิภาพสูงในการจัดการโรค ทั้งมาตรการป้องกัน เช่น การฉีดวัคซีนและการกำจัดสิ่งที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม การบำบัดรักษาด้วยยา เช่น อินซูลินและยาปฏิชีวนะ มาตรการการผ่าตัดที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพสูง และแน่นอนทั้งการพยาบาลที่ดี และการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องอื่นๆ อีกมากมาย และ	

ต้นฉบับ	บทแปล	คำอธิบาย
associated professionals. The new medicine will augment, and certainly not replace, this hard-won tradition.	ไม่ใช่โดยการแทนที่ การแพทย์ใหม่จะต่อขยายแบบแผนที่ยอดเยี่ยมนี้	

Figure 5: Genomic Creativity — Operative Mechanisms

operative mechanism	genetic change	nature of genomic change	level at which selection works**	pattern of phylogeny	amenable to environmental influences
mutation*	yes	random cumulative	mainly individual gene, organism	linear, branching	no
Genetic symbiogenesis	yes	non-random, rapid	mainly holobiont	reticulate	no
hybridogenesis	yes	non-random, rapid	mainly hybrid genome	reticulate	no
epigenetic	no	non-genetic change in gene expression	Epigenetic inheritance system	linear, branching	yes

*Mutation in this table is defined as random change during cell division, or through external trauma such as radiation, chemical, etc.

**It is understood that in certain circumstances selection may work at other levels, such as group level, and in specific circumstances it almost certainly works at more than one level, but this is the most important level at first incorporation of genomic change.

รูปที่ 5: การสร้างสรรค์ของยีโนม – กลไกการทำงาน

กลไกการทำงาน	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	การเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีโนม	ระดับที่การคัดเลือกทำงาน**	รูปแบบของวิวัฒนาการ	การตอบสนองต่ออิทธิพลของสิ่งแวดล้อม
การกลายพันธุ์*	ใช่	การสะสมไม่มีแบบแผน	ส่วนใหญ่ที่ยีนหรือสิ่งมีชีวิตเฉพาะ	เส้นตรง, แตกกิ่งก้านสาขา	ไม่ใช่
ซิมไบโอเจเนซิส	ใช่	มีแบบแผน, รวดเร็ว	ส่วนใหญ่ที่กลุ่มพึ่งพิง (โฮโลไบออนต์)	ร่างแห	ไม่ใช่
ไฮบริดโดเจเนซิส	ใช่	มีแบบแผน, รวดเร็ว	ส่วนใหญ่ที่ยีโนมของลูกผสม	ร่างแห	ไม่ใช่
เหนือพันธุกรรม	ไม่ใช่	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในการแสดงออกของยีน	ระบบการถ่ายทอดนอกเหนือพันธุกรรม	เส้นตรง, แตกกิ่งก้านสาขา	ใช่

* การกลายพันธุ์ในตารางนี้ถูกกำหนดให้เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มในระหว่างการแบ่งเซลล์หรือผ่านการบาดเจ็บจากภายนอก เช่น รังสี สารเคมี และอื่นๆ

** เป็นที่เข้าใจว่าในสถานการณ์บางอย่าง การคัดเลือกอาจทำงานที่ระดับอื่นๆ เช่นระดับกลุ่ม และในสถานการณ์เฉพาะเกือบจะแน่นอนว่าการคัดเลือกทำงานในระดับที่มากกว่าหนึ่งระดับ แต่นี่คือระดับที่สำคัญมากที่สุดในการรวมตัวกันครั้งแรกของการเปลี่ยนแปลงยีโนม

4.1 ทบทวนสมมติฐาน

ในการแปลหนังสือเชิงวิชาการเรื่อง Virolution ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าจะใช้การวิเคราะห์ตัวบทของคริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล (Jean Delisle) การศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเรื่องไวรัสวิทยา ในการวิเคราะห์และวางแผนการแปล

ผู้วิจัยได้นำการวิเคราะห์ตัวบทไปใช้ในการวางแผนการแปล โดยได้กำหนดจุดมุ่งหมายของงานแปล ผู้รับสาร และระดับภาษาที่ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้คำแปลในบทแปล โดยเฉพาะการแปลคำศัพท์เฉพาะที่พบในตัวบท ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายในการแปลเพื่อให้สื่อความหมายได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามต้นฉบับมากที่สุด ทั้งการแปลคำศัพท์และประโยคที่ซับซ้อนที่เป็นปัญหาสำคัญในการแปลหนังสือเชิงวิชาการ และการศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและไวรัสวิทยาช่วยทำให้ผู้วิจัยมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหา สามารถทำความเข้าใจต้นฉบับได้ดีขึ้น

4.2 รายงานผลการวิจัย

ในการแปลตัวบทส่วนที่เลือกมาใช้ในการวิจัย บทที่ 3 The Genetic Web of Life และบทที่ 15 At Journey's End ผู้วิจัยพบปัญหาในการแปลคำศัพท์ และได้ปฏิบัติตามแนวทางและการแก้ไขปัญหาที่วางแผนไว้ จนสามารถถ่ายทอดความหมายของคำศัพท์ สรุปได้ดังนี้

1. คำศัพท์ที่มีใช้ทั่วไปอยู่แล้ว ผู้วิจัยแปลโดยใช้ศัพท์บัญญัติ คำแปลที่มีใช้อยู่แล้วหรือเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน และจะพยายามเลือกใช้คำแปลที่เป็นภาษาไทยก่อนการเลือกใช้คำทับศัพท์ อย่างไรก็ตามในบางครั้งคำแปลภาษาไทยไม่สามารถครอบคลุมความหมายทั้งหมดได้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องใช้คำทับศัพท์ เช่น คำว่า "primate" มีการใช้คำแปลว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และวานร ซึ่งให้ความหมายไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำทับศัพท์ว่า "ไพรเมต" หรือบางครั้งคำแปลภาษาไทยไม่เหมาะสมกับบริบท ผู้วิจัยก็จำเป็นต้องใช้คำทับศัพท์ด้วยเช่นกัน เช่น คำว่า "host" แปลว่า เจ้าบ้าน ตัวถูกเบียน ตัวให้อาศัย ผู้วิจัยใช้คำทับศัพท์ว่า "โฮสต์" นอกจากนี้จากการกำหนดให้ผู้รับสารรวมถึงบุคคลทั่วไปที่สนใจด้วย ทำให้การแปลคำศัพท์บางคำไม่สามารถใช้ตามศัพท์บัญญัติได้ เนื่องจากเป็นคำศัพท์เฉพาะทางเกินไป เช่น คำว่า "pollination" ศัพท์บัญญัติใช้ว่า "การถ่ายเรณู" ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำแปลที่ได้จากการทำความเข้าใจ และเป็นที่ใช้โดยทั่วไปว่าเป็น "การผสมเกสร" ซึ่งเป็นคำศัพท์ที่ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ง่ายกว่า

2. คำศัพท์เฉพาะทางซึ่งยังไม่มีใช้ในภาษาไทย ผู้วิจัยต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจความหมายที่แท้จริงของคำศัพท์คำนั้น แล้วจึงคิดหาคำแปล คำแปลที่ผู้วิจัยเลือกใช้สามารถแบ่งได้ดังนี้

- แปลโดยอ้างอิงรูปแบบคำแปลที่คล้ายกัน เช่น คำว่า “Symbionts” หมายถึง สิ่งมีชีวิตหนึ่งในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์อยู่ในภาวะพึ่งพิง จึงแปลว่า “คู่พึ่งพิง” โดยอิงจากคำว่า partner ที่แปลว่า คู่สมรส, คู่เต้นรำ ซึ่งสามารถหมายถึงคนใดคนหนึ่งในคู่ได้
- แปลโดยใช้การอธิบาย เช่น คำว่า “Symbiology” วิเคราะห์ว่ามาจากคำว่า Symbiosis + -logy(ศาสตร์, วิทยา) จึงแปลโดยใช้การอธิบายว่า “การศึกษาเรื่องภาวะพึ่งพิง” คำว่า “Darwinian” หมายถึง a follower of Charles Darwin; a person who accepts or advocates Darwinism. แปลโดยใช้การอธิบายว่า “ผู้นับถือทฤษฎีดาร์วิน” คำว่า “biological tree of life” หมายถึง a branching diagram or "tree" showing the inferred evolutionary relationships among various biological species or other entities—their phylogeny—based upon similarities and differences in their physical and/or genetic characteristics. แปลโดยใช้การอธิบายว่า “แผนภูมิต้นไม้แสดงวิวัฒนาการ” เพื่อให้เข้าใจง่าย
- แปลโดยใช้การทับศัพท์ สำหรับชื่อเฉพาะ เช่น คำว่า “Mimi virus” แปลว่า “ไวรัสมีมี่” คำว่า “Elysia chlorotica” แปลว่า “[ทาก] อิลิเชีย คลอโรติกา”

ผู้วิจัยพบว่าการวิเคราะห์ตัวบทมีส่วนช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้คำศัพท์ และระดับภาษาในการแปลของผู้วิจัย จากจุดมุ่งหมายที่ถูกกำหนดไว้ชัดเจน และในการยึดหลักแนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายช่วยให้ผู้วิจัยสามารถคิดวิเคราะห์อย่างมีขั้นตอน และไม่ลืมที่จะตรวจสอบความหมายอีกครั้ง เพื่อให้บทแปลสื่อความหมายได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์มากที่สุด โดยไม่คำนึงว่าจะต้องยึดติดกับคำหรือรูปแบบประโยคตามต้นฉบับ สำหรับการศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเรื่องไวรัสวิทยา แม้ว่าจะช่วยให้ผู้วิจัยมีความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจตัวบทต้นฉบับ แต่ในการแปลผู้วิจัยยังคงต้องหาข้อมูลความรู้เพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจอีกมาก เนื่องจากมีการกล่าวถึงเรื่องที่ไม่ได้อยู่ในขอบเขตที่ผู้วิจัยได้ศึกษาไว้ล่วงหน้า เช่น ประโยคที่ว่า “… and the Cambrian Explosion, when all but one of the great animal phyla arrived on the scene …” ผู้วิจัยต้องค้นคว้าเพิ่มเติมว่าอะไรคือ “Cambrian Explosion” และ “all but one” หมายถึงไฟลัมอะไร เพื่อแปลให้ได้เนื้อความที่เข้าใจได้และครบถ้วนว่าเป็น “การระเบิดในยุคแคมเบรียน” และไฟลัมที่กล่าวถึงนั้นคือ “ไฟลัมไบรโอซัว”

4.3 ข้อเสนอแนะ

ในบางครั้งจะต้องขยายความคำแปลเพิ่มเติมสำหรับคำแปลที่เป็นศัพท์บัญญัติ คำแปลที่มีใช้อยู่แล้วหรือเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน และคำแปลแบบคำทับศัพท์ เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจมากขึ้น เช่น ประโยคที่ว่า “A very great mystery that intrigues me is the dramatic shapeshifting we call metamorphosis, more familiar in insects …” ตามศัพท์บัญญัติคำว่า “metamorphosis” แปลว่า “การเปลี่ยนสัณฐาน” หากแปลประโยคนี้แบบตรงตัวว่า “ความลับอันยิ่งใหญ่ที่ทำให้ผมสนใจคือการเปลี่ยนรูปร่างที่น่าทึ่งที่เราเรียกว่าการเปลี่ยนสัณฐาน เราคุ้นเคยกับการเปลี่ยนแปลงนี้ในแมลง” ผู้อ่านทั่วไปอาจจะไม่เข้าใจว่าการเปลี่ยนสัณฐานคือการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ผู้วิจัยจึงต้องขยายความเพิ่มเติมต่อท้ายว่าเป็นการเปลี่ยนแปลง “จากตัวอ่อนเป็นตัวเต็มวัย” ไว้ด้วย แม้ว่าคำแปลที่ใช้จะเป็นศัพท์บัญญัติอยู่แล้ว

บทที่ 5
บทสรุป

ในการแปลหนังสือเชิงวิชาการเรื่อง Virolution ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าจะใช้การวิเคราะห์ตัวบทของคริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล (Jean Delisle) การศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเรื่องไวรัสวิทยา ในการวิเคราะห์และวางแผนการแปล โดยเฉพาะการแปลคำศัพท์เฉพาะที่พบในตัวบท โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาทฤษฎีและแนวทางการแปลหนังสือเชิงวิชาการด้านชีววิทยา เกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่มีทฤษฎีเกี่ยวข้องกับไวรัส เพื่อศึกษาการแปลคำศัพท์ด้านชีววิทยา และเพื่อแปลส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้และใช้เป็นแนวทางในการแปลหนังสือหรือบทความด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องต่อไป

แนวทางการแปลที่ผู้วิจัยได้จากการแปลส่วนหนึ่งของหนังสือเชิงวิชาการเล่มนี้ เริ่มต้นด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมายในการแปล ผู้รับสาร และระดับภาษาที่ใช้ ฯลฯ ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ตัวบทของ คริสติอาเน นอร์ด เพื่อให้งานแปลที่ได้นั้นตรงตามหน้าที่หรือวัตถุประสงค์ในการใช้งานเป็นหลัก นอกจากนี้การวิเคราะห์ตัวบทยังทำให้ทราบเนื้อหาวิชาการที่เกี่ยวข้อง ที่ผู้แปลควรศึกษาเพิ่มเติมเป็นความรู้พื้นฐานที่จะใช้ในการแปล จากนั้นจึงลงมือแปลโดยใช้แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล ที่ผู้แปลต้องทำความเข้าใจตัวบทต้นฉบับอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะได้เข้าใจความหมายของตัวบทได้อย่างถูกต้อง แล้วนำความหมายที่ได้จากการทำความเข้าใจนำมาเขียนใหม่ในอีกภาษาหนึ่ง โดยให้มีน้ำหนักเทียบเท่ากับภาษาเดิม เป็นการถ่ายทอดความหมายให้ได้ครบถ้วนเที่ยงตรง ยึดความหมายเป็นหลัก และสุดท้ายคือการตรวจสอบความถูกต้องของการถ่ายทอดความหมาย ว่าได้ถ่ายทอดความหมายนั้นอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ที่สุดหรือไม่ โดยเทียบว่าสารที่สื่อออกมานั้นตรงตามจุดประสงค์ของผู้เขียน ผู้วิจัยพบว่าแนวทางนี้เป็นแนวทางที่สามารถใช้ได้ดีแนวทางหนึ่ง ทำให้ได้ผลงานแปลที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการแปลหนังสือหรือบทความด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้

สำหรับคำศัพท์เฉพาะซึ่งเป็นปัญหาหลักในการแปลหนังสือเล่มนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และนำเอาทฤษฎีการแปลมาช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจในการแปล เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ การแปลคำศัพท์เฉพาะที่พบในตัวบท ผู้วิจัยยึดการถ่ายทอดความหมายให้ได้ครบถ้วนเที่ยงตรงเป็นหลักตามแนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมาย แนว

ทางการแปลที่ผู้วิจัยใช้แปลคำศัพท์เฉพาะ ได้แก่ การแปลโดยใช้ศัพท์บัญญัติ การแปลโดยใช้คำแปลที่มีใช้อยู่แล้วหรือเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน การแปลโดยอ้างอิงรูปแบบคำแปลที่คล้ายกัน และการแปลโดยใช้การอธิบาย การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้คำแปลใดๆ ผู้แปลจะต้องไม่ลืมว่าบทแปลที่ได้นั้นต้องตรงตามหน้าที่หรือวัตถุประสงค์ในการใช้งานด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นว่าหากมีคำแปลเป็นศัพท์บัญญัติ จะต้องใช้ศัพท์บัญญัติเท่านั้น ผู้แปลควรใช้วิจารณญาณของตนเองควบคู่ไปด้วย

กล่าวโดยสรุป ผลที่ได้เป็นไปตามสมมติฐานว่า การวิเคราะห์ตัวบทของคริสติอาเน นอร์ด (Christiane Nord) แนวทางการแปลแบบตีความและยึดความหมายของฌอง เดอลิล (Jean Delisle) การศึกษาเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเรื่องไวรัสวิทยา สามารถนำมาใช้ได้ดีในการวิเคราะห์และวางแผนการแปล สำหรับการแปลหนังสือเชิงวิชาการเรื่อง Virolution

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

กฤษณ์ มงคลปัญญา, อมรา ทองปาน, บรรณาธิการ. ชีววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

ควอมเมน, เดวิด. ชาร์ลส์ ดาร์วิน: อัจฉริยะผู้ลังเล. แปลโดย อุทัย วงศ์ไวศยวรรณ. กรุงเทพมหานคร: โครงการจัดพิมพ์คบไฟ, 2550.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, ปรีชา สุวรรณพินิจ. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

นำชัย ชีววิวรรธน์. ชาร์ลส์ ดาร์วิน กำเนิดแห่งชีวิตและทฤษฎีวิวัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร: สารคดี, 2555

ปรีชา สุวรรณพินิจ, นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. ชีววิทยา 2. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

พิเชียร คุระทอง. อหังการมนุษย์ ผู้หาญกล้าไขปริศนา DNA. กรุงเทพมหานคร: มติชน, 2544.

พิไลพันธ์ พุธวัฒนะ, ชโลบล อยู่สุข, บุญยศ เรืองสกุลราช, วรรณี กัณฐกมาลากุล, บรรณาธิการ. ไวรัสวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: อักษรสมัย, 2540.

มณีวรรณ สุขสมทิพย์. การโคลนยีนเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: บริษัท วี.พริ้นท์ (1991) จำกัด, 2553.

รัชนีโรจน์ กุลธำรง. ความรู้ความเข้าใจเรื่องภาษาเพื่อการแปล : จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: บริษัท วี.พริ้นท์ (1991) จำกัด, 2552.

วรรณา แสงอร่ามเรือง. ทฤษฎีและหลักการแปล. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php [ม.ป.ป.]. สืบค้น พฤศจิกายน 2556-มีนาคม 2557.

ศัพท์ภาษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้ง, 2546.

ศัพท์วิทยาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: หจก.อรุณการพิมพ์, 2546.

ศิริพรต ผลสินธุ์. ศัพท์และอภิธานศัพท์ทางชีววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ดี.ดี.บุ๊คสโตร์, 2541.

สมศักดิ์ พันธุวัฒนา. ไวรัสวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พิฆเณศ, 2527.

สุกัญญา สุนทรส และ วิเชียร ริมพณิชยกิจ. ชีวโมเลกุล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท วี.พริ้นท์ (1991) จำกัด, 2551.

บรรณานุกรมภาษาอังกฤษ

Baker, M. In Other Words: A Coursebook on Transalation. London: Routledge, 1992.

Brain, M. How Evolution Works [Online]. (n.d.) Available from: http://science.howstuffworks.com/ environmental/life/evolution/evolution.htm [2011, August 7]

Darwin, C. On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life [Online]. (n.d.) Available from: http://darwin-online.org.uk/ contents.html#origin [2011, August 7]

Dawkins, R. The Selfish Gene [Online]. (n.d.) Available from: http://macroevolution.narod.ru/gene/ gene30.htm [2011, August 7]

Delisle, J. Translation: An Interpretive Approach. Ottawa: University of Ottawa Press, 1988.

Hatim, B., and Munday, J. Translation: An Advanced Resource Book. Oxon: Routledge, 2004.

Lipka, L. An Outline of English Lexicology: Lexical Structure, Word Semantics, and Word Formation. Tubingen: Niemeyer, 1990.

Newmark, P. A Textbook of Translation. Hertfordshire: Prentice Hall International (UK) Ltd., 1988.

Newmark, P. Paragraphs on Translation. Clevedon: Multilingual Matters, 1993.

Nord, C. Text Analysis in Translation. 2nd ed. Amsterdam, 2005.

Pickrell, J. Introduction: Evolution [Online]. 2006. Available from: http://www.newscientist.com/article/dn9953-introduction-evolution.html?page=1 [2011, August 7]

Pinchuck, I. Scientific and Technical Translation. Chatham: W & J Mackay Limited, 1977.