กุญแจแห่งฟากฟ้า: เรขาคณิตวิเคราะห์ จากกรีกโบราณ จนถึงนิวตัน

โดย ศุภวิทย์ ถาวรบุตร

สิกขา สองคำชุม

บทวิจารณ์หนังสือ

ปัญหาการแบ่งแยกแผนการเรียนเป็น “สายวิทย์” กับ “สายศิลป์” ยังไม่ได้ถูกทำให้เป็นปัญหาในการศึกษาไทยเท่าที่ควร ทั้งที่ปัญหาดังกล่าวได้สร้างปัญหาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นความไม่ยืดหยุ่นในการตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นและการค้นหาตัวเอง รวมไปถึงการสร้างค่านิยมว่าเด็กเก่งจะต้องเรียนบางสาย หรือการเรียนบางสายจะหางานง่ายกว่าและเกิดข้อจำกัดในกรณีที่พบว่าสายที่ตนเองเรียนอยู่ไม่ตอบโจทย์ในสิ่งที่ต้องการ[1] ปัญหาดังกล่าวเองก็เผยให้เห็นในหนังสือ กุญแจแห่งฟากฟ้า เช่นเดียวกัน โดยหนังสือดังกล่าวเปิดประเด็นว่า การจะตอบคำถามว่า เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton) คิดและเขียนผลงานทางวิทยาศาสตร์ออกมาได้อย่างไรนั้น การเข้าใจประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จะช่วยให้เราสามารถตอบคำถามนี้ได้ ศุภวิทย์ ถาวรบุตร ผู้เขียนหนังสือเล่มนี้เห็นว่า คำถามดังกล่าว “เป็นด้านที่ถูกละเลยมากที่สุด แต่ในเชิงประวัติศาสตร์...เป็นเรื่องสำคัญที่น่าทำความเข้าใจมากที่สุด”[1] แต่คำถามดังกล่าวก็ยังอยู่นอกความสนใจของนักประวัติศาสตร์ไทยโดยส่วนใหญ่ ทั้งนี้ ศุภวิทย์มีสมมติฐานว่า ผู้เรียนประวัติศาสตร์ คือ คนที่ “ไม่เอาเลข” ทั้งที่ความรู้ของนักคิดเองก็สามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์ได้เฉกเช่นเดียวกับหลักฐานประเภทอื่นๆ[2]

ดังนั้น หนังสือเล่มดังกล่าวจึงมีเจตนาที่จะท้าทายการแบ่งแยกความรู้ระหว่าง “สายวิทย์” กับ “สายศิลป์” โดยบ่งชี้ให้เห็นผ่านข้อเสนออย่างกว้างของหนังสือว่า “การเกิดและเติบโตของวิทยาศาสตร์ในสังคมตะวันตกเป็นการเติบโตทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญา”[3] ผ่านความพยายามชี้ให้เห็นถึงบทบาทของคณิตศาสตร์สาขาเรขาคณิตวิเคราะห์ (analytic geometry) ในการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ (scientific revolution) เมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 16-17 ศุภวิทย์จึงแบ่งบทหนังสือออกเป็น 5 บท ดังจะสามารถสรุปข้อ

[1] ศุภวิทย์ ถาวรบุตร. (2561). *กุญแจแห่งฟากฟ้า: เรขาคณิตวิเคราะห์ จากกรีกโบราณ จนถึงนิวตัน*. หน้า 15.

[2] *แหล่งเดิม*. หน้า 17-19.

[3] *แหล่งเดิม*. หน้า 20.

เสนอของแต่ละบทได้ดังนี้

บทแรก ศุภวิทย์กล่าวอารัมภบทด้วยการชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการศึกษาประวัติศาสตร์ในมิติอื่นๆ เช่น ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ศุภวิทย์เห็นว่า เรื่องราวในอดีตของวิทยาศาสตร์ยังเป็นข้อมูลที่นักประวัติศาสตร์ไม่ได้นำมาใช้เพิ่มพูนความเข้าใจเกี่ยวอดีต นอกจากนี้ การบ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เช่น กิจกรรมการซื้อขาย หรือการสถาปนาระบบการวัด (measurement) ก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่บทแรกพยายามปูพื้นฐานให้ผู้อ่าน จากนั้น ศุภวิทย์ปิดบทนี้ด้วยการปูพื้นฐานแนวคิดว่าด้วยเรขาคณิตวิเคราะห์ว่า ข้อมูลที่จดบันทึกเป็นตัวเลขนั้น สามารถแปลงใส่ลงในระนาบพิกัดมุมฉากในรูปของจุดหรือพิกัด การเรียงตัวของจุดจากการแทนค่าในระบบพิกัดจึงก่อให้เกิดเป็นเส้นกราฟ ไม่ว่าจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง ทั้งนี้ เส้นดังกล่าวจะมีสมการทางพีชคณิตรองรับทุกเส้น

บทที่สอง ศุภวิทย์ปูพื้นฐานให้เห็นถึงบริบทก่อนยุคการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ โดยเสนอว่า ช่วงเวลาดังกล่าวมีจารีตทางความคิดอยู่สามจารีต คือ จารีตชีวภาพ (organic tradition) จารีตไสยเวท (magical tradition) กับจารีตจักรกล (mechanistic tradition) โดยจารีตอันแรกเป็นการใช้ตรรกะจัดจำแนกหมวดหมู่โดยเทียบเคียงกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันและเน้นใช้เหตุผลตามวิธีทางตรรกะวิทยา ตัวอย่างนักคิดที่อยู่ภายใต้จารีตนี้ คือ กาเลน (Galen) กับทอเลมี (Ptolemy) และสืบย้อนสาแหรกทางความคิดได้ถึงนักปรัชญานามอริสโตเติล (Aristotle) จารีตที่สองจะพยายามทำความเข้าใจโลกโดยอาศัยหลักคณิตศาสตร์ โดยหลักการดังกล่าวจะช่วยให้มนุษย์เข้าถึงความเที่ยงแท้แน่นอนและการสร้างคำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับสรรพสิ่งได้ สาแหรกของจารีตนี้สืบย้อนกลับไปได้ถึงงานเขียนสกุลเฮอร์เมติก (Hermetic) ที่มีมุมมองว่า ความลับของจักรวาลถูกเขียนด้วยภาษาคณิตศาสตร์อันมีส่วนทำให้โลกเต็มไปด้วยพลังลึกลับ ตัวอย่างนักคิดจารีตไสยเวท เช่น พีทาโกรัส (Pythagoras) ส่วนจารีตสุดท้าย มีแนวคิดว่า ธรรมชาติเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ สรรพสิ่งจึงมีพื้นฐานการทำงานเป็นแบบเครื่องจักรและประกอบด้วยเครื่องจักรน้อยใหญ่จำนวนมากมาย เมื่อทุกสิ่งมีกลไกการทำงานแบบจักรกล การทำความเข้าใจกฎเกณฑ์และการทำนายผลที่แน่นอนจึงเป็นเรื่องสำคัญ รากฐานของจารีตจักรกลสามารถสืบย้อนได้ถึงอาร์คิมีดีส (Archimedes) ด้วยเหตุดังกล่าว จักรวาลวิทยาดั้งเดิมของโลกตะวันตกโบราณจึงแบ่งพื้นที่ออกเป็นสองส่วน คือ อาณาบริเวณเหนือพื้นโลกขึ้นไปถึงวงโคจรของดวงจันทร์ เรียกว่า Sub-lunar sphere ในขณะที่ดวงอาทิตย์และดวงดาวต่างๆ ที่อยู่เหนือวงโคจรของดวงจันทร์จะเรียกว่า Lunar sphere สองพื้นที่จะมีปรากฏการณ์ที่แตกต่างกัน โดย Sub-lunar sphere จะไม่เที่ยงแท้ เปลี่ยนแปลงได้เสมอซึ่งตรงกันข้ามกับ Lunar sphere ที่มีความสมบูรณ์เที่ยงแท้ เพราะฉะนั้น ในยุคก่อนการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เองก็มีบทบาททั้งในด้านการคำนวณหรือในด้านเรขาคณิต ก่อนที่จะเกิดจุดเปลี่ยนผ่านการถือกำเนิดของเรขาคณิตวิเคราะห์ที่จะสร้างแง่มุมใหม่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

บทที่สาม ศุภวิทย์เสนอว่า ปัจจัยที่มีส่วนทำให้เกิดสิ่งที่เรียกว่า การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ คือการผงาดขึ้นมาของจารีตไสยเวทและจารีตจักรกลหลังจากที่สองจารีตดังกล่าวตกเป็นรองจารีตชีวภาพมาเป็นระยะเวลายาวนาน อาจกล่าวได้ว่า ผลงานของนักคิดในช่วงดังกล่าว คือ นิโคลัส โคเปอร์นิคัส (Nicholas Copernicus) โจฮันนส์ เคปเลอร์ (Johannes Kepler) กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei) และเซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Issac Newton) มีส่วนลดทอนความสำคัญของความคิดตามจารีตชีวภาพที่เคยมีอิทธิพลหลักในสังคมตะวันตก จากนั้นศุภวิทย์จึงกล่าวถึงประวัติและความคิดของนักคิดจำนวนสี่ท่านพอสังเขป ไม่ว่าจะเป็นข้อเสนอดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของจักรวาลของโคเปอร์นิคัส กฎสามข้อของเคปเลอร์ที่เสนอว่า การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรีอันขัดกับหลักความสมบูรณ์แบบของรูปร่างวงกลมในระดับของ Lunar sphere ความย้อนแย้งของกาลิเลโอที่โดนการเมืองของคริสตจักรคาทอลิกจนมีส่วนสร้างมายาคติของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับคริสต์ศาสนา และการค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน

บทที่สี่ ศุภวิทย์เริ่มต้นจากการสรุปพื้นฐานความคิดของความรู้ทางด้านเรขาคณิตวิเคราะห์อีกรอบ ก่อนที่จะเสนอว่า ผลงานของนักคิดที่กล่าวถึงในบทที่สามล้วนนำหลักการของเรขาคณิตวิเคราะห์มาใช้ในการสร้างข้อเสนอของตนเอง ไม่ว่าจะเป็นเคปเลอร์ที่ใช้วิธีการเชิงเรขาคณิตวิเคราะห์ คือ "เริ่มจากการกำหนดจุดอ้างอิงขึ้นมาเมื่อตำแหน่งของดาวอังคารเปลี่ยน หมายความว่าระยะห่างจากจุดอ้างอิงมีการเปลี่ยนแปลง ตัวเลขที่บันทึกไว้ตามค่าของระยะห่างจึงเปลี่ยนแปลงไปด้วย ในแง่เรขาคณิตวิเคราะห์เมื่อตัวเลขเปลี่ยนตำแหน่งจุดพิกัดจะเปลี่ยนไปด้วยเรื่อยๆ และเมื่อกระทำอย่างต่อเนื่อง จุดที่เรียงกันอยู่จะเปิดเผยออกมาเองว่า รูปแบบของวงโคจรไม่ใช่วงกลม"[1] ส่วนกาลิเลโอก็ "มองเห็นข้อมูล 2 ชุดที่เปลี่ยนแปลงพร้อมๆ กัน (ระยะทางกับเวลา) ว่า มีแบบแผนความสัมพันธ์แน่นอนบางประการ โดยนำมาจากค่าซึ่งบันทึกเป็นตัวเลขในการทดลองหนึ่งครั้งจะได้ผลการทดลอง คือ ระยะทางการเคลื่อน พร้อมกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่นั้น สามารถแสดงพร้อมกันด้วยจุดพิกัด (จุดหนึ่งจุดแสดงค่าของ 2 สิ่ง)"[2] จากที่กล่าวมาข้างต้น ศุภวิทย์จึงมองว่า เคปเลอร์และกาลิเลโอใช้เรขาคณิตวิเคราะห์ในการช่วยเปิดเผยความจริงในธรรมชาติที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แม้จะไม่มีทฤษฎีเรขาคณิตวิเคราะห์มาก่อน การแสดงผลด้วยความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปสู่แบบแผนความสัมพันธ์ที่บ่งบอกแนวคิดทฤษฎีใหม่ได้ รวมถึงการสื่อความคิดออกมาเป็นรูปภาพที่มองเห็นได้ง่ายก่อนที่เรอเน เดการ์ตส์ (René Descartes) จะพยายามจัดระบบความคิดเหล่านี้ให้กลายเป็นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ขึ้นในเวลาต่อมา

บทสุดท้าย ศุภวิทย์ต้องการชี้ให้เห็นถึงผลกระทบของการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงในสังคมตะวันตก ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีปรัชญาการเมืองหรือแนวคิดทางสังคม ไม่ว่าจะเป็นจอห์น ล็อค (John Locke) หรือวอลแตร์ (Voltaire) นอกจากนี้ ผลกระทบยังส่งผลต่อในอีกสองด้าน คือ ผลกระทบด้านจักรวาลทัศน์อันเป็นการถูกทำลายของความเชื่อว่าด้วยความแตกต่างระหว่างโลกกับสรวงสวรรค์ผ่านความเข้าใจการเคลื่อนที่ของวัตถุที่นำไปสู่ความรู้เรื่องจักรวาลและธรรมชาติผ่านข้อเสนอของนิวตัน กับผลลัพธ์ด้านวิธีวิทยา (methodology) ที่เกิดการลดทอนการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และสามัญสำนึกผ่านการให้ความสำคัญกับการทดลองและการสังเกตการณ์ทางวิทยาศาสตร์อันนำมาสู่ผลลัพธ์เชิงประจักษ์ อาจสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ได้กลายเป็น "ความรู้ที่แน่นอน" (exact knowledge) อันหมายความถึงความรู้ที่สร้างความเข้าใจความสัมพันธ์ที่แน่นอน วัดค่าได้ ทดลองให้เห็นได้จริง ดังที่หนังสือเล่มนี้ได้ยกตัวอย่างกรณีศึกษาของเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สามารถแสดงบทบาทและพลังของความคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้มนุษย์พัฒนากรอบคิดที่ใช้ทำความเข้าใจธรรมชาติ แม้ว่าถึงที่สุดแล้ว การผันตัวไปสู่ความเป็นวิทยาศาสตร์ของจารีตไสยเวทและจารีตจักรกลจะยังหาใช่ชัยชนะที่เบ็ดเสร็จต่อจารีตชีวภาพก็ตามที หนังสือเล่มนี้จึงปิดท้ายด้วยการตอกย้ำถึงมิติทางประวัติศาสตร์ของคณิตศาสตร์อันเป็นการพยายามในการก้าวข้ามคู่ตรงข้ามของ "สายวิทย์" กับ "สายศิลป์" ในมุมมองของผู้ปริทัศน์อย่างมีนัยสำคัญ

ถึงกระนั้น หนังสือเล่มนี้ปรับปรุงจากงานเขียนระดับปริญญาโทของศุภวิทย์ ข้อจำกัดของ กุญแจแห่งฟากฟ้า จึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้[3] ดังจะตั้งข้อสังเกตได้จากชื่อรองของหนังสือว่า "เรขาคณิตวิเคราะห์ จากกรีกโบราณ จนถึงนิวตัน" ทว่าตัวหนังสือกลับไม่ใช่ประวัติศาสตร์ความรู้ว่าด้วยเรขาคณิตวิเคราะห์ ในทางกลับกัน หนังสือเพียงแค่หยิบยกแนวคิดของความรู้ดังกล่าวมาสนับสนุนการดำรงอยู่ของ "การปฏิวัติวิทยาศาสตร์" ในประวัติศาสตร์นิพนธ์ของวิทยาศาสตร์ตะวันตกเสียมากกว่า เพราะหากเห็นด้วยกับข้อเสนอของนักประวัติศาสตร์สังคมของวิทยาศาสตร์นามอุโฆษอย่างสตีเวน ชาปิน (Steven Shapin) ที่เปิดประโยคหนังสือ The Scientific Revolution ไว้อย่างองอาจว่า "ไม่เคยมีสิ่งที่เป็นการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ และหนังสือเล่มนี้ก็ว่าด้วยการไม่เคยมีอยู่จริง

[1] *แหล่งเดิม*. หน้า 179.

[2] *แหล่งเดิม*. หน้า 180.

[3] สำหรับต้นฉบับเดิมก่อนที่จะเป็นหนังสือ ดู ศุภวิทย์ ถาวรบุตร. (2547). เรขาคณิตวิเคราะห์: กุญแจเผยวิถีแห่งฟากฟ้า (จากโคเปอร์นิคัส ถึงนิวตัน) ค.ศ.1543-1687. สารนิพนธ์ ศศ.ม. (ประวัติศาสตร์).

ของสิ่งเหล่านี้"[1] ทั้งนี้ ชาปินเห็นว่า การปฏิวัติที่หมายความถึงการถอนรากถอนโคนของสิ่งเดิม เป็นสิ่งประดิษฐ์ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ตามตรรกะดังกล่าว การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 16-17 จึงไม่มีอยู่จริง เพราะ "revolution" ในความหมายก่อนหน้านั้นหมายความถึงการหมุนเวียนของสิ่งเดิม[2] ส่วนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่ศุภวิทย์เห็นว่า ไม่มีในทางทฤษฎีมาก่อนการค้นพบของ

เดการ์ตส์ก็อาจต้องพิจารณาเพิ่มเติม เพราะความรู้ดังกล่าวยังสามารถสืบสาวสาแหรกได้จากพีชคณิตแบบย่อ (syncopated algebra) กับพีชคณิตเชิงสัญลักษณ์ทางเรขาคณิต (symbolic geometrical algebra) โดยความรู้สองสาขาก็สืบรากมาจากเรขาคณิตแบบกรีกอีกทอดหนึ่ง[3] นอกจากนี้ นักประวัติศาสตร์คณิตศาสตร์อีกคน คือ มอร์ริส ไคลน์ (Morris Kline) ก็เห็นว่า เรขาคณิตวิเคราะห์เกิดจากบริบทที่ทฤษฎีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางจักรวาล (heliocentric theory) ได้รับการยอมรับในสังคมตะวันตกเสียก่อน การพยายามทำความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับคราสและเส้นโค้งพาราโบลากับไฮเปอร์โบลาใหม่จึงได้มีส่วนกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นความรู้ทางด้านเรขาคณิตวิเคราะห์ขึ้นมา[4]

แต่ถึงที่สุดแล้ว ข้อจำกัดดังกล่าวก็ไม่ได้ลดทอนเจตนารมณ์สำคัญของหนังสือเล่มนี้ที่ต้องการท้าทายการแบ่งคู่ตรงข้ามของความรู้ "สายวิทย์" กับ "สายศิลป์" ในสังคมไทยแต่ประการใด การอ่าน กุญแจแห่งฟากฟ้า ในฐานะการพยายามก้าวข้ามคู่ตรงข้ามของความรู้ในการรับรู้ของสังคมไทย ตลอดจนตั้งคำถามต่อการเถลิงอำนาจขึ้นในทางญาณวิทยา (epistemological establishment) ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการช่วยเหลือของรัฐไทยจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะฉะนั้น กุญแจแห่งฟากฟ้า จึงเป็นกุญแจที่ไขกำแพงของความรู้ด้วยเช่นเดียวกัน

[1] Steven Shapin. (1996). *The Scientific Revolution. Chicago: University of Chicago Press*, p. 1.

[2] Ibid. pp. 3-4.

[3] ดู Eric G. Forbes. (1977). *Descartes and The Birth of Analytic Geometry. Historia Mathematica.* 4(2): 148.

[4] Morris Kline. (1963). *Mathematics: A Cultural Approach. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing*, p. 274.

รายการอ้างอิง

เอกสารสิ่งตีพิมพ์ภาษาไทย

ศุภวิทย์ ถาวรบุตร. (2547). เรขาคณิตวิเคราะห์: กุญแจเผยวิถีแห่งฟากฟ้า (จากโคเปอร์นิคัส ถึงนิวตัน) ค.ศ.1543-1687. สารนิพนธ์ ศศ.ม. (ประวัติศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ศุภวิทย์ ถาวรบุตร. (2561). กุญแจแห่งฟากฟ้า: เรขาคณิตวิเคราะห์ จากกรีกโบราณ จนถึงนิวตัน. กรุงเทพฯ: Illuminations Editions.

เอกสารสิ่งตีพิมพ์ภาษาอังกฤษ

Forbes, Eric G. (1977). Descartes and The Birth of Analytic Geometry. Historia Mathematica. 4(2): 141-151.

Kline, Morris. (1963). Mathematics: A Cultural Approach. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing.

Shapin, Steven. (1996). The Scientific Revolution. Chicago: University of Chicago Press.

เว็บไซต์

“ย้อนดูเบื้องหลัง เรียน ม.ปลาย ทำไมต้องแยกสายวิทย์-ศิลป์? และถึงวันนี้ยังจำเป็นอยู่ไหม.” (Last modified 2020, 12 March). Retrieved April 11, 2022, from https://thematter.co/social/education-thai-high-school/103934.