

**ประวัติศาสตร์ภูมิปัญญาเปรียบเทียบ:
กรณีศึกษาดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 19¹**

ศุภวิทย์ ถาวรบุตร²

(Received: February 17, 2022; Revised: July 26, 2022; Accepted: August 29, 2022)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ต้องการตรวจสอบสถานะของสยามในช่วงศตวรรษที่ 19 เมื่อเผชิญหน้ากับกระแสความเปลี่ยนแปลงจากโลกตะวันตกโดยเน้นไปที่ดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์ เหตุที่เลือกศึกษาดาราศาสตร์ทั้งสองแขนงนี้เพราะเป็นองค์ความรู้ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์สุริยุปราคา หว่ากอ พ.ศ. 2411 ซึ่งในประวัติศาสตร์กระแสหลักของรัฐไทยยกย่องเป็นเหตุการณ์สำคัญที่บ่งบอกว่าสยามเกิดการเรียนรู้ดาราศาสตร์สมัยใหม่อย่างโดดเด่น โดยอาศัยหลักฐานทางประวัติศาสตร์อ้างอิงถึงผลพยากรณ์ตำแหน่งและเวลาเกิดคราสอันแม่นยำของรัชกาลที่ 4 อีกทั้งมีความทรงจำในสังคมไทยว่าเป็นชัยชนะอันยิ่งใหญ่เหนือชาติตะวันตก การวิจัยได้ตรวจสอบคำกล่าวอ้างนั้นในเชิงประวัติศาสตร์ภูมิปัญญาโดยนำปัจจัยร่วมยุคสมัยมาพิจารณา กล่าวคือ แบบแผนการเผยแพร่วิทยาการของชาวยุโรป คณิตศาสตร์ในดาราศาสตร์ของยุโรปช่วงศตวรรษที่ 19 การเปรียบเทียบบทบาทของมิชชันนารี และการวิเคราะห์ผลพวงในเชิงประวัติศาสตร์นิพนธ์ ผลการวิจัยพบว่า วงการดาราศาสตร์ตะวันตกในศตวรรษที่ 19 สามารถเข้าถึงข้อค้นพบสำคัญที่เกี่ยวกับทฤษฎีคณิตศาสตร์ มีการประมวลเทคนิควิธีซึ่งนำไปสู่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าที่ต้องการแม้ข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบอาจมีค่าคลาดเคลื่อนจากการสังเกตบันทึกและการวัด วิธีการนี้มีบทบาทสำคัญยิ่งในพัฒนาการของวิชาสถิติในศตวรรษถัดไป อีกทั้งมีนักดาราศาสตร์ที่ติดตามศึกษาสุริยุปราคาเพื่อสังเกตปรากฏการณ์บนพื้นผิวของดวงอาทิตย์ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ห้วงอวกาศประกอบเชิงเคมีของดวงอาทิตย์ แต่คำอธิบายตามประวัติศาสตร์ไทยกลับมีภาวะหมกมุ่นเรื่องความแม่นยำโดยเน้นย้ำผลการคำนวณเวลาเกิดสุริยุปราคาที่ถูกต้องจากฝ่ายไทยและมิได้ติดตามรับรู้ความเคลื่อนไหวเชิงวิทยาศาสตร์ในห้วงเวลานั้นอย่างจริงจัง การเปรียบเทียบความรู้ของฝ่ายไทยกับตะวันตกอยู่ภายใต้ประสบการณ์ที่ค่อนข้างจำกัดและโน้มเอียงไปในประเด็นที่เป็นด้านปฏิบัตินิยมเท่านั้น

คำสำคัญ: สุริยุปราคา หว่ากอ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ประวัติศาสตร์ภูมิปัญญา

¹ บทความนี้ใช้เนื้อหาจากรายงานวิจัยเรื่อง “เรื่องสุญหายจากฝ่ายแพะ: การทบทวนประวัติศาสตร์ ภูมิปัญญาผ่านดาราศาสตร์, คณิตศาสตร์, มิชชันนารี, และปัญญาชนสยาม ในศตวรรษที่ ๑๙” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

² สาขาวิชาประวัติศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: supavit.mfa@gmail.com

Comparative Intellectual History: A Case of Astronomy and Mathematics in the 19th Century

Supavit Thavaraputta³

Abstract

This article aims to investigate the critical status of Siam in the 19th century as the country encountered the transformative force from the Western world. In so doing, it focuses on the sciences of astronomy and mathematics as they were highly relevant to the eclipse in 1868, commonly known as the Waghor eclipse.⁴ This event has since been recognized in Siam (later Thailand) as the landmark of modern scientific achievement, as some Thai historical sources claimed that King Rama IV provided a precise detail prediction on the eclipse's celestial position and time. Such prediction has been further endorsed by the state as a great triumph over the West. This research on intellectual history examines those claims by bringing the contemporary factors into account. These factors include diffusion pattern of western inventions, mathematics of astronomy in the 19th century Europe, the roles of missionary in comparative views, and the consequences of such influences in Thai historiography. The result uncovers that the 19th century Western astronomy achieved some significant discoveries that related to mathematical theories and had advanced to the point that it contributed to the making of a technique called least squares method which is the way to obtain a desired value by an estimation, although the set of data provided may contain errors from observation and measurement. It played a significant role in the development of statistics in the next century. There were also records that Western astronomers had regularly studied the solar activities on the sun's surface in order to analyze the chemical components of the sun. However, the mainstream Thai historical accounts have been preoccupied with precision by showing how Siamese calculation led to the prediction of the accurate time in which the event occurred. Such accounts have not seriously caught up with the contemporary Western scientific movement during that period. By measuring its advancement with the West, Thai scientific historiography relied on limited experiences and tended to focus only on practical aspects.

Keywords: Waghor eclipse, Least squares method, Intellectual history

³ Department of History, Faculty of Liberal Arts, Thammasat University E-mail: supavit.mfa@gmail.com

⁴ คำว่า หว่ากอ มีการสะกดเป็นภาษาอังกฤษว่า Hwa Ko ในเอกสารพระราชหัตถเลขา ลงวันที่ 15 สิงหาคม 2411 (รัชชชัย, 2548, น. 10-11) และสันนิษฐานว่าเป็นเอกสารชิ้นแรกที่ปรากฏคำนี้ในภาษาอังกฤษ อย่างไรก็ตาม หน่วยราชการไทยปัจจุบันเขียนคำดังกล่าวเป็นภาษาอังกฤษว่า Waghor ดังที่เว็บไซต์อุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ ใช้ชื่อเว็บไซต์ว่า <http://www.waghor.go.th> ด้วยชนบททางวิชาการ บทความนี้จึงใช้การสะกดชื่อภาษาอังกฤษตามแบบที่หน่วยงานราชการปัจจุบันใช้

บทนำ

สยามปรับตัวเข้าสู่ความเป็นสมัยใหม่ในช่วงศตวรรษที่ 19⁵ มีการปฏิรูปและพัฒนาประเทศทั้งปรับรูปแบบการปกครอง การต่างประเทศ การวางโครงสร้างพื้นฐาน สะท้อนถึงการเรียนรู้ตะวันตกเพื่อรักษาสถานะของประเทศในเวทีโลก ประเด็นเหล่านี้ถูกร้อยเรียงและตีความให้เป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จที่รักษาเอกราชจากลัทธิจักรวรรดินิยมเอาไว้ได้ สยามหลอมรวมความทันสมัย ปรับตัวให้เป็นอารยะจนเป็นที่ยอมรับ ขณะเดียวกันก็รักษาความสง่างามโอ่อ่าแบบไทยไว้อย่างน่าเคารพ ผู้สนใจประวัติศาสตร์คุ้นเคยกับวลี *ตัดเทียม นานาอารยประเทศ* โดยประเมินว่าสยามปฏิบัติเรื่องเหล่านี้จนสำเร็จเทียบเคียงกับชาติตะวันตก ทั้งนี้ แกนเรื่องดังกล่าวได้หลอมรวมกับแนวคิดราชาชาตินิยมซึ่งผนวกความสำเร็จของชาติเข้ากับพระอัจฉริยภาพของกษัตริย์ในฐานะผู้นำอย่างแนบแน่น⁶

ความเท่าทันตะวันตกยังรวมถึงด้านวิทยาศาสตร์ โดยเหตุการณ์สุริยุปราคา หว่ากอ พ.ศ. 2411 (ค.ศ. 1868) จัดว่ามีสถานะพิเศษ เพราะประวัติศาสตร์ฉบับทางการของประเทศไทยมิได้กล่าวถึงเหตุการณ์นี้ด้วยนัยเรื่องการ *ตัดเทียม* ตะวันตกเท่านั้น หากแต่เป็นเหตุการณ์ที่ถูกบอกเล่าว่าฝ่ายสยาม *เหนือกว่า* ตะวันตก โดยอ้างจากการพยากรณ์สุริยุปราคาของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 4 ซึ่งว่ากันว่า *แม่นยำกว่าฝรั่ง* หรือสร้างความตื่นตะลึงแก่ชาวต่างชาติที่ร่วมอยู่ในเหตุการณ์ อีกทั้งยังมีผู้ตีความว่าเป็นหมุดหมายซึ่งวางรากฐานทางวิทยาศาสตร์ให้กับสังคมไทยอีกด้วย

หลักฐานประวัติศาสตร์ในกรอบของไทยเอ่ยอ้างตรงกันว่า รัชกาลที่ 4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์กับมิชชันนารี รวมถึงมีโอกาสนักวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศหนีไปจากศาสตร์ทั้งสองด้วย ตามมาตรฐานการรับรู้ของสังคมไทย มิชชันนารีตะวันตกกับวิทยาการสมัยใหม่ที่พวกเขานำมาจึงแทบเป็นหนึ่งเดียวกัน ความรู้และผลผลิตแบบตะวันตกจำนวนมากที่สยามรับไว้ในช่วงศตวรรษที่ 19 มาจากมิชชันนารี กลายเป็นความมักคั่นเมื่อเอ่ยถึงคนกลุ่มนี้ว่าเป็น *ตัวแทน* ของความเป็นตะวันตก แต่กับดาราศาสตร์ สยามมิได้เป็นฝ่ายตามหลังอยู่ร่ำไป เมื่อมีข้อเขียนระบุว่ารัชกาลที่ 4 ทรงคำนวณล่วงหน้าจนรู้เรื่องสุริยุปราคาก่อนชาวตะวันตก หรือคำนวณเวลาของสุริยุปราคาได้แม่นยำกว่าชาวตะวันตก จึงดูประหนึ่งว่าฝ่ายสยามซึบซับองค์ความรู้ดาราศาสตร์ของตะวันตกไว้ครบถ้วนแล้วทั้งยังมีผลคำนวณที่แม่นยำเหนือกว่า คำบอกเล่าประวัติศาสตร์แนวทางนี้ตกทอดต่อไปในการเขียนประวัติศาสตร์ฉบับทางการของไทย⁷

การค้นคว้าเรียบเรียงชุดเหตุการณ์ความเคลื่อนไหวด้านดาราศาสตร์และสุริยุปราคา หว่ากอ เท่าที่ผ่านมามีเอกสารหลักฐานอ้างอิงของฝ่ายสยามเป็นหลัก โดยมักจะไล่เรียงผลคำนวณของบุคลากรฝ่าย

⁵ ผู้วิจัยทราบว่า การถกเถียงเรื่องความเป็นสมัยใหม่ของสยามในวงวิชาการทางประวัติศาสตร์ และในกลุ่มงานเขียนที่ผลิตโดยนักวิชาการด้านประวัติศาสตร์เชิงวิพากษ์ มีความรุดหน้ากว่างานเขียนทางประวัติศาสตร์ที่ผลิตโดยรัฐไปมากแล้ว การเอ่ยถึงการปฏิรูปประเทศให้เท่าทันความเป็นสมัยใหม่ในบทความนี้ เพียงต้องการโยงกับความทรงจำสาธารณะ (public memory) ทั่วๆ ไปในสังคมไทย ในระดับคนสามัญที่มีอยู่ในวงวิชาการ ซึ่งสะท้อนถึงการควบคุมความทรงจำโดยรัฐ

⁶ ตัวอย่างเช่น สาลิน (2541) กับบทความอื่นๆ ในหนังสือเล่มเดียวกัน และงานเขียนกึ่งวิชาการทั่วไปที่ใช้แนวทางยกย่องบทบาทสถาบันกษัตริย์

⁷ ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ได้หยิบยกคำกล่าวของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ในขณะนั้น) ในพิธีเปิดงานมหกรรม 150 ปี สุริยุปราคา ณ หว่ากอ และยกข้อเขียนบนหน้าเว็บไซต์ของอุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว่ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งถือเป็นตัวอย่างแนวทางบอกเล่าความสำคัญของเหตุการณ์นี้จากตัวแทนอำนาจรัฐ นอกจากนี้ การศึกษาในระบบโรงเรียนก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่รัฐไทยสถาปนาเรื่องเล่าดังกล่าวในความทรงจำสาธารณะ อันเป็นกระบวนการที่ดำเนินมาอย่างต่อเนื่องซึ่งไม่สามารถอ้างอิงเพียงตำราหรือแบบเรียนในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง

สยาม ตอกย้ำว่าฝ่ายสยามคิดคำนวณ มีผลลัพธ์บันทึกไว้เป็นลายลักษณ์ และสรุปว่าเป็นความสำเร็จ มีการอนุমানในทางอ้อมว่า ตัวบ่งชี้ความสำเร็จของแวดวงดาราศาสตร์ในห้วงเวลานั้นเป็นไปตามผลงานที่ฝ่ายสยามสำแดงให้เป็นที่ปรากฏ กล่าวโดยย่อ เพดานความรู้ด้านดาราศาสตร์ของศตวรรษที่ 19 ถูกกำหนดและอ้างอิงจากผลงานซึ่งปรากฏในหลักฐานทางประวัติศาสตร์ของฝ่ายสยามเอง เมื่อหลักฐานฝ่ายสยามเน้นเรื่องผลการคำนวณสุริยุปราคาอันแม่นยำ การตีความต่อจากนั้นมักเน้นตามไปว่าแวดวงดาราศาสตร์ให้ความสำคัญกับสุริยุปราคาในมิติด้านการคำนวณเฉกเช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม ในกรอบของประวัติศาสตร์ไทยยังไม่เคยมีการศึกษาที่ตรงไปตรงมามากกว่านั้น กล่าวคือ หากต้องการทราบถึงเพดานความรู้ด้านดาราศาสตร์ของตะวันตกในศตวรรษที่ 19 อย่างแท้จริง ก็ย่อมสามารถสืบค้นรายละเอียดของดาราศาสตร์ในยุโรปช่วงนั้นได้โดยตรง เช่น ดาราศาสตร์ของตะวันตกศึกษาสุริยุปราคาโดยสนใจคำนวณเวลาเกิดคราสให้แม่นยำเท่านั้นหรือไม่ หรือมีการแข่งขันหรือไม่ว่าใครสามารถคำนวณคราสล่วงหน้าได้นานกว่า เมื่อเกิดสุริยุปราคาครั้งหนึ่ง ข้อค้นคว้าที่วงการดาราศาสตร์ให้น้ำหนักมากที่สุดเป็นแง่มุมใด การประเมินความเคลื่อนไหวด้านดาราศาสตร์ของตะวันตกโดยตรงจะเป็นโอกาสเปรียบเทียบเพดานความรู้จากหลักฐานอื่นไม่แต่เฉพาะหลักฐานของฝ่ายไทย

กล่าวโดยสรุป สาระสำคัญของบทความจะพิจารณาว่า สำหรับดาราศาสตร์ในศตวรรษที่ 19 แล้ว ตัวบ่งชี้ความก้าวหน้าและความสำเร็จใดๆ จำกัดเฉพาะประเด็นที่ปรากฏในหลักฐานของสยามเท่านั้นหรือไม่ หากพิจารณาหลักฐานความเคลื่อนไหวในโลกตะวันตกแล้ว จะเป็นประโยชน์อย่างไรบ้างในแง่ประวัติศาสตร์ภูมิปัญญา นอกจากนี้ ไม่อาจปฏิเสธว่าดาราศาสตร์ดึงเอาคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้อง แต่หากมีประเด็นทางคณิตศาสตร์อื่นใดที่พลาดไปจากการรับรู้ของสยาม ก็จำเป็นต้องพิจารณาจากหลักฐานที่มีได้อยู่ภายใต้มนทัศน์ของฝ่ายสยาม อนึ่ง บทความจะทบทวนปัญหาด้านประวัติศาสตร์นิพนธ์และปฏิสัมพันธ์กับมิชชันนารีในเชิงภูมิปัญญาร่วมไปด้วย

วัตถุประสงค์

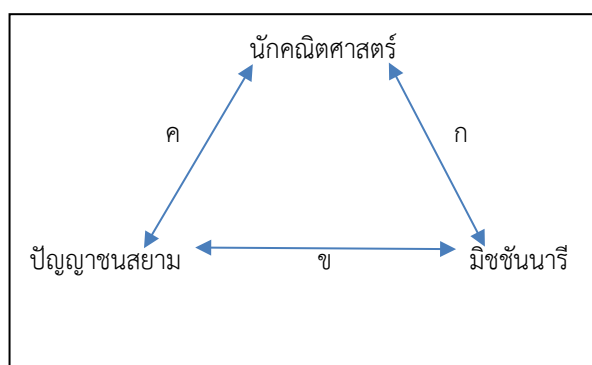
บทความวิจัยนี้ต้องการสืบค้นว่า ตัวบ่งชี้ความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 19 คืออะไร และคณิตศาสตร์ไปมีบทบาทเกี่ยวข้องอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างจากประเด็นที่ปรากฏในหลักฐานเอกสารของสยาม ด้วยวัตถุประสงค์นี้จึงต้องสำรวจว่า ในช่วงเวลาใกล้เคียงกับสมัยของรัชกาลที่ 4 ความรู้ดาราศาสตร์ในโลกตะวันตกมีรายละเอียดอย่างไร ใครมีบทบาทผลิตองค์ความรู้เหล่านั้นและผลิตอย่างไร หากใช้กระบวนการดังกล่าวมาเป็นคู่เทียบ การสรุปเรื่องชัยชนะของสยามในด้านดาราศาสตร์ (และผูกเข้ากับวิทยาศาสตร์) ก็จะไม่จำกัดแค่ผลการเรียนรู้ที่ส่งต่อจากบรรดามิชชันนารีเท่านั้น หากแต่สามารถเทียบเคียงกับผลงานทางดาราศาสตร์ในสังคมตะวันตกได้โดยตรง

ในแง่นี้ บทความจะนำผลงานของนักคณิตศาสตร์ยุโรปที่ศึกษาเรื่องดาราศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรมมาใช้ประกอบเพื่อพิจารณาว่า สำหรับยุโรปในศตวรรษที่ 19 การสังเคราะห์ความรู้คณิตศาสตร์และดาราศาสตร์เข้าด้วยกันได้ก่อให้เกิดผลผลิตทางภูมิปัญญาในแบบใด งานกลุ่มนี้ถือเป็นตัวแทนโนทัศน์และความเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระจากหลักฐานของฝ่ายสยาม และประโยชน์เพิ่มเติมก็คืองานในกลุ่มนี้เป็นอิสระจากมิชชันนารีด้วย ซึ่งจะเป็นสิ่งบ่งชี้ว่ากรอบคิดในสังคมตะวันตกขณะนั้นมีช่วงชั้นที่ต่างกัน ถึงแม้มิชชันนารีจะเป็นบุคคลที่มาจากสังคมตะวันตกแต่ไม่อาจเป็น ตัวแทน ความนึกคิดทั้งหมดของตะวันตก พวกเขามีเงื่อนไขการเรียนรู้ที่จำกัดและมีระยะห่างจากองค์ความรู้บางเรื่องตามเงื่อนไขนั้น ดังนั้น จึงขอแบ่งวัตถุประสงค์การวิจัยเป็นข้อๆ ดังนี้

1. ศึกษาผลงานทางดาราศาสตร์ของนักคณิตศาสตร์ยุโรปในช่วงศตวรรษที่ 19 ว่าสะท้อนวิถีทางความคิดและภูมิปัญญาในลักษณะใด และใช้เป็นฐานเปรียบเทียบความเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในสยาม
2. ศึกษาบริบทอันเป็นที่มาของการจัดการข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least squares method) และเข้าใจความเกี่ยวข้องระหว่างเครื่องมือนี้กับการศึกษาดาราศาสตร์ในอดีต
3. ทบทวนประวัติศาสตร์นิพนธ์เรื่องการเข้าสู่สมัยใหม่ของสังคมสยาม โดยเน้นแง่มุมจากผลงานการศึกษาดาราศาสตร์ และทบทวนวิวาทะทางภูมิปัญญาระหว่างปัญญาชนสยามกับกลุ่มมิชชันนารีในช่วงศตวรรษที่ 19

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ในกรอบไตรภาคี (trilateral) เพื่อเพิ่มทางเลือกในการศึกษาประวัติศาสตร์จากที่ใช้กรอบทวิภาคี (bilateral) เป็นกรอบหลักมาโดยตลอด กล่าวคือ การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสยามกับตะวันตกคุ้นเคยกับแบบแผนที่ว่า มีชาวตะวันตกโดยเฉพาะมิชชันนารี นำความรู้สมัยใหม่จากตะวันตกเข้ามาแล้วชาวสยามได้เรียนรู้ ทั้งยังมีบางเรื่องที่เรียนจนใช้งานได้เหนือกว่ามิชชันนารีเสียอีก ผู้วิจัยเรียกสภาพการณ์นี้ว่ากรอบทวิภาคี เพราะเอ่ยถึงผู้เกี่ยวข้องเพียงสองฝ่ายประกอบด้วยผู้ถ่ายทอดกับผู้รับถ่ายทอด สถานะการเรียนรู้ตะวันตกในยุคสมัยดังกล่าวถูกกำหนดขอบเขตเนื้อหาโดยขึ้นกับผู้ให้นำมาถ่ายทอดและไม่ได้มองไปถึงเพดานความรู้ความคิดที่ไกลไปกว่านั้น ดังพิจารณาได้จากภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบการเปรียบเทียบทางประวัติศาสตร์ภูมิปัญญา

จากแผนภาพอาจกล่าวได้ว่าผลงานทางวิชาการในภาษาไทยที่สำรวจและวิจารณ์เรื่องการเปิดรับความเป็นสมัยใหม่ของสยามเท่าที่ตรวจสอบดูนั้นเน้นความสัมพันธ์ชุด ข คือ พิจารณาผ่านกลุ่มคนซึ่งมาจากสังคมตะวันตกแล้วพาตนเองเข้ามามีปฏิสัมพันธ์กับโลกตะวันออก เพราะหลักฐานทางประวัติศาสตร์เอื้อต่อความสัมพันธ์ชุดนี้มากที่สุด แนวทางดังกล่าวอาจก่อให้เกิดความเคยชินที่จะเปรียบเทียบแบบทวิภาคีเพราะอาศัยหลักฐานที่หลงเหลือจากคนกลุ่มนี้เมื่อพวกเขาเข้ามาปฏิสัมพันธ์กับสังคมสยาม

ขณะเดียวกันแผนภาพก็เผยถึงส่วนที่ถูกกลืนหายไปอันได้แก่ ความสัมพันธ์ชุด ก ซึ่งจะช่วยวิเคราะห์ว่ามิชชันนารีผู้นำพาความรู้แบบตะวันตกมานั้นถูกจัดวางไว้ใกล้หรือห่างจากนักคิดที่เป็นตัวแทนความก้าวหน้าในโลกตะวันตกมากน้อยเพียงใด ในกรณีของการวิจัยนี้สนใจนักคณิตศาสตร์ ส่วนความสัมพันธ์ชุด ค นั้น หากพิจารณาก็จะเป็นประโยชน์เช่นกันในการตัดสินความสำเร็จที่สยามได้เรียนรู้ภูมิปัญญาสมัยใหม่เพราะจะได้เปรียบเทียบกับความรู้ที่ต้นทาง กล่าวได้ว่า งานวิจัยชิ้นนี้ต้องการขยายขอบเขตการตรวจสอบความคิดให้กว้างขึ้น โดยเพิ่มเติมหลักฐานจากผลงานของนักคณิตศาสตร์ชั้นนำในยุโรป เพราะผลผลิตทางความคิดที่หยิบยกมา

นับเป็นหลักฐานร่วมสมัยของช่วงศตวรรษที่ 19 แต่กลับเป็นแง่มุมที่การศึกษาประวัติศาสตร์ภูมิปัญญาตามชนบทของไทยนำมาพินิจวิเคราะห์น้อยที่สุด

ด้วยวิธีการตามทีเสนอนี้จะช่วยให้สามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจนขึ้นว่า ตัวแสดงที่ประวัติศาสตร์ไทยคุ้นเคย ได้แก่ปัญญาชนสยามและมิชชันนารีนั้น ต่างฝ่ายอยู่ในตำแหน่งแห่งที่ใดของกรอบภูมิปัญญาในช่วงศตวรรษที่ 19 การวิเคราะห์แบบไตรภาคียังสะท้อนบทบาทของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายในกรอบความสัมพันธ์ที่สืบเนื่องจากการาสาตร์ ขณะเดียวกันก็จะเผยให้เห็นว่า ผลผลิตซึ่งเผยแพร่มาสู่สยามนั้นเท่าทันต่อวิทยาการความรู้อันมีโลกตะวันตกเป็นผู้นำอย่างแท้จริงเพียงไร ทั้งหมดนี้เพื่อทบทวนประวัติศาสตร์ภูมิปัญญาและพินิจปัญหาในเชิงประวัติศาสตร์นิพนธ์ต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถแยกสาระสำคัญออกเป็น 3 หัวข้อหลัก

ก. ทบทวนข้อจำกัดของประสบการณ์

จากปมที่ชี้ไว้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิชชันนารีกับสยามถูกพิจารณาด้วยกรอบทวิภาคีเป็นหลัก หมายความว่าประสบการณ์เรียนรู้ตะวันตก (โดยเฉพาะในแง่ภูมิปัญญา) ที่สยามได้รับ มีเพดานอยู่ที่มิชชันนารี และไม่มีตัวเปรียบเทียบอื่น จนบางครั้งมีผู้อ่อนน้อมผิดพลาดไปว่าชุดความรู้จากมิชชันนารีครอบคลุมความเป็นไปของสังคมตะวันตกเสียหมดแล้ว จึงต้องเริ่มจากการทบทวนว่าประสบการณ์ที่ได้รับมานั้นมีข้อจำกัดอย่างไรบ้าง

ผลการวิจัยพบว่า ช่วงที่ชาวยุโรปขยายขอบเขตการเดินทางไปทั่วโลกนับแต่ศตวรรษที่ 16 และมีปฏิสัมพันธ์กับชนพื้นเมืองท้องถิ่น ผลผลิตที่จับต้องได้จากตะวันตกถูกสาธิตใช้งานอย่างแพร่หลายและโลกส่วนที่ไม่ใช่ยุโรป (Non-European world) มีโอกาสรับรู้จนถึงใช้งานสิ่งเหล่านั้น อย่างไรก็ตาม กรอบการใช้งานดังกล่าวมิได้ทำให้โลกส่วนที่ไม่ใช่ยุโรปเกิดการบ่มเพาะทางวัตถุ (Material culture) ไปด้วย

เริ่มจากเรือเดินสมุทรซึ่งถือเป็นปัจจัยที่ขาดไม่ได้และต้องไปยังทุกที่ที่ชาวยุโรปเดินทางไปถึง แมคนิล (2552, น. 243-245) ชี้ให้เห็นว่า ก่อนที่ยุโรปจะประสบความสำเร็จในการเดินทางข้ามทวีปดังที่ปรากฏในศตวรรษที่ 16 มีการบ่มเพาะความรู้ที่มากที่ดำเนินมาก่อน ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างเรือคารรัค (Carrack) ให้แข็งแกร่ง การมีใบเรือทั้งแบบแล่นตามลมและทวนลม การบรรทุกปืนใหญ่จำนวนมากและโครงสร้างเรือรองรับแรงสะท้อนของปืนใหญ่ได้ไม่ปริแตก การผนวกความรู้คณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ของอาหรับเข้ากับวิธีเดินเรือ ประสบการณ์เดินเรือของชาวยุโรปบนคาบสมุทรไอบีเรียที่แม่นยำขึ้น ความเข้าใจเรื่องระบบลมโลกและแบบแผนลมมรสุม

จากกรณีนี้จะเห็นว่า ในระยะเวลามากกว่าศตวรรษ สังคมยุโรปสั่งสมองค์ความรู้จนเพิ่มขีดความสามารถที่จะใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบโดดเด่น มีความพยายามจะแก้ปัญหา (problem solving) เช่น การสังเกตทิศทางลมในมหาสมุทรแล้วใช้งานร่วมกับการระบุตำแหน่งละติจูด หรือ การออกแบบเรือให้รับแรงสะท้อนของปืน ซึ่งได้มาไม่ง่ายและเป็นเหมือนซอฟต์แวร์ (software) ที่เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานตัวเรือที่เป็นฮาร์ดแวร์ (hardware) ไม่ผิดนักหากจะกล่าวว่า ชาวยุโรปแทบทุกคนที่เดินทางสู่โลกภายนอกได้จำเป็นต้องใช้งานฮาร์ดแวร์นี้ แต่ไม่ใช่ทุกคนจะเข้าใจบทบาทของซอฟต์แวร์เพราะนั่นไม่ใช่ภาระของผู้โดยสาร นักเดินเรือ พ่อค้า และมิชชันนารี ปรากฏตัวในภูมิภาคอื่นของโลกพร้อมกับเรือซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์โดยปริยาย แต่พวกเขาในฐานะผู้ใช้งาน (user) มิใช่ผู้สังเกตทักษะการแก้ปัญหาหรือผู้พัฒนา (developer) ซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือในแง่มุมต่างๆ

ยังมีตัวอย่างที่เข้าข่ายใกล้เคียงกันคือการปฏิวัติทางการทหาร ช่วงสมัยใหม่เป็นต้นมา มีภูมิภาคอื่นของโลกสนใจเรียนรู้อาวุธปืนและการสงครามของยุโรป แต่จนถึงศตวรรษที่ 19 ก็ยังมีช่องว่างที่ตามไม่ทันแมคนิล (2552, น. 289-291) ตั้งข้อสังเกตว่า นอกจากยุโรป ไม่มีจักรวรรดิใหญ่ในภูมิภาคอื่นสร้างกองเรือขนาดใหญ่ได้สำเร็จ ปืนใหญ่สนามกระสุนการสร้างป้อมปืนแบบใหม่ในยุโรปต้นศตวรรษที่ 16 พร้อมระบบทหารประจำการป้อมปืน มีการพัฒนาระบบจัดแถวทหารและระบบการฝึกรบที่พร้อมเพรียง รวมทั้งระบบเสบียงและการส่งกำลังบำรุงที่ใช้กับทัพขนาดใหญ่ ส่วนที่ลอกเลียนไม่ได้เหล่านี้เป็นเรื่องของระบบมิใช้วัตถุ

แม้มุมเหล่านี้สะท้อนต้นทุนการทำการสงครามที่สูงขึ้น และรัฐสมัยใหม่ในยุโรปอยู่ในเงื่อนไขที่พร้อมจัดหาได้มากกว่า ขณะที่ปืนเป็นสิ่งซื้อขายและนำไปฝึกฝนเพื่อหัดยิงได้ไม่ยาก เป็นฮาร์ดแวร์ที่หามาครอบครองได้ เช่น ปืนคาบศิลา民兵บาทในการสงครามของญี่ปุ่นศตวรรษที่ 16 ขาวแมนจูพัฒนากองทหารปืนใหญ่ในศตวรรษที่ 17 แต่ความรู้ทางเทคนิคที่เป็นซอฟต์แวร์ด้านการสงคราม อาทิ ระบบการฝึกทหาร วิศวกรรมทางทหาร ระบบการปกครอง การส่งกำลังบำรุง ระบบการเงิน และระบบภาษี ในระดับที่จะเข้าถึงความเชื่อมโยงทั้งระบบเป็นส่วนที่ไม่เกิดขึ้นเองต่อให้ชนพื้นเมืองหัดยิงปืนได้แล้ว

กล้องโทรทรรศน์ (telescope) นับเป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่สะท้อนถึงประเด็นการบ่มเพาะทางวัตถุ Huff (2011, pp. 249-300) สืบค้นเชิงเปรียบเทียบโดยระบุว่า การประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์เมื่อปี 1608 เกี่ยวโยงกับความตื่นตัวและความสงสัยใคร่รู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วยุโรปในศตวรรษที่ 17 แม้จะพบว่ากล้องถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็วในภูมิภาคอื่นๆ ของโลกในช่วงต้นศตวรรษที่ 17 ด้วย แต่การมาถึงของกล้องโทรทรรศน์ในจีน อินเดีย และจักรวรรดิออตโตมัน มิได้ก่อให้เกิดความตื่นตัวสงสัยทางด้านวิทยาศาสตร์ดังที่เคยเกิดในยุโรป ซึ่งมีการอธิบายว่า ยุโรปศึกษาเรื่องแสงและการมองเห็น (optics) โดยรับเอาวิธีศึกษาเชิงทดลองจากโลกอิสลามมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 11 ครั้นศตวรรษที่ 12 เป็นต้นมา มหาวิทยาลัยยุโรปก็ตื่นตัวกับคำอธิบายเชิงตรรกะและการค้นหาสาเหตุในเรื่องนี้อย่างมาก หรือในเรื่องแรงดันอากาศ (pneumatics) ซึ่งมีความสนใจเรื่องสุญญากาศและเครื่องอัดอากาศ (air pump) มาก่อนตั้งแต่ศตวรรษที่ 14 แต่การศึกษาเรื่องนี้ผ่านการทดลองประสบผลสำเร็จในช่วงศตวรรษที่ 17 หรือเรื่องกายวิภาค (anatomy) และการแพทย์ที่การผ่าศพและศึกษาจากร่างไร้ชีวิตก็เผชิญแรงต้านลดลงนับตั้งแต่ศตวรรษที่ 13 กลายเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการแพทย์ในมหาวิทยาลัยชั้นนำทั่วยุโรป โดยเฉพาะในอิตาลี จนมาเห็นผลชัดแจ้งในงานของเวซาเลียส (Vesalius) จากข้อมูลนี้ ความสงสัยใคร่รู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific curiosity) ถูกบ่มเพาะควบคู่ไปกับวัตถุที่เกี่ยวข้องซึ่งดำเนินอยู่ในยุโรปหลายศตวรรษ

กล่าวได้ว่า วัตถุหรือฮาร์ดแวร์ถูกนำออกไปได้ง่ายหรือบางกรณีเป็นไปโดยอัตโนมัติเพราะนักเดินเรือพ่อค้า และมิชชันนารี ต้องใช้งานฮาร์ดแวร์เพื่อพาตนเองออกสู่โลกกว้าง ฮาร์ดแวร์ด้านการสงครามก็เปิดเผยต่อชาวโลกไปโดยปริยายเมื่อชาวยุโรปเองนำไปใช้งานเพื่อบรรลุเป้าหมายทั้งทางการเมืองและเศรษฐกิจ จุดร่วมของตัวอย่างหลายกรณีแสดงถึงความง่ายที่จะลอกเลียนวิธีใช้งานฮาร์ดแวร์ ผู้คนจากยุโรปใช้งานและถ่ายทอดวิธีใช้ให้คนต่างภูมิภาค ความแพร่หลายเกิดในเวลาอันสั้นยิ่งกว่าการสร้างและพัฒนาผลผลิตเหล่านั้น แต่เมื่อพิจารณาภูมิหลังทางสังคมจะเห็นกระบวนการบ่มเพาะและสั่งสมความรู้ที่กินเวลายาวนาน บางครั้งแม้วัตถุจะเข้าไปถึงสังคมแวดล้อมใหม่ๆ แต่ไม่อาจสร้างเงื่อนไขการเรียนรู้เหมือนในยุโรปได้ สรุปแล้วประสบการณ์ดังที่เกิดในยุโรปเป็นกระบวนการระดับวัฒนธรรมทางสังคม แม้แต่ชาวยุโรป หากพิจารณาในฐานะปัจเจก ก็ไม่ได้เข้าใจพัฒนาการเบื้องหลังเหล่านี้

หากจะเปรียบเทียบให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น ในปัจจุบัน การโดยสารเครื่องบินเป็นสิ่งซึ่งคนทั่วไปสามารถใช้เดินทางได้ แต่ไม่สามารถอนุมานว่า ผู้โดยสารเครื่องบินทุกคนที่ไปยังต่างแดนจะต้องรู้หลักการทำงานของเครื่องบิน รู้ชิ้นส่วนเครื่องจักร หรือขับเครื่องบินเป็น หรือปัจจุบัน ผู้คนเกือบทั่วโลกเข้าถึงและใช้

งานคอมพิวเตอร์ได้ง่าย แต่ไม่ใช่ว่าทุกคนจะสร้างคอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเองหรือซ่อมเครื่องของตนได้ ตัวอย่างเหล่านี้บ่งบอกว่า ผู้บริโภคเทคโนโลยีอยู่ในฐานะผู้ใช้งาน (user) แต่พวกเขาไม่ใช่ผู้พัฒนา (developer) ผลผลิตเหล่านั้น ในทุกยุคสมัย การนำผลผลิตหรือวิทยาการไปใช้เป็นขั้นตอนที่ง่ายกว่าการพัฒนาสิ่งเหล่านั้นขึ้นมา ฉะนั้นฉันนั้น จึงไม่ใช่ชาวตะวันตกทุกคนที่โดยสารมากับเรือในศตวรรษที่ 19 หรือก่อนหน้านี้จะรู้ดาราศาสตร์และการนำร่อง และถึงแม้จะพอเรียนรู้ก็ต้องพิจารณาอีกว่าเป็นการเรียนรู้ในฐานะผู้ใช้งานหรือผู้พัฒนา การเปรียบเทียบในระนาบเดียวกันนี้เป็นข้อพึงระลึกสำหรับมิชชันนารีเช่นกัน

เมื่อจัดวางมิชชันนารีเข้ากับสถานการณ์ในประวัติศาสตร์ พวกเขาเป็นแค่ผู้ใช้งานผลผลิตทางวัตถุ โดยแทบไม่มีส่วนร่วมพัฒนาวัตถุเหล่านั้นมาก่อน ไม่ว่าฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ก็ตาม อย่างมากที่สุดพวกเขาไปถึงเอเชียในฐานะผู้สาธิต (demonstrator) ไม่ใช่ผู้คิดค้น (inventor) สยาม (และอีกหลายภูมิภาคของโลก) เรียนรู้ที่จะใช้ผลผลิตช่วงสมัยใหม่จากผู้ใช้งานที่ใช้เป็นมาก่อน แต่โดยเงื่อนไขทางประวัติศาสตร์ขณะนั้น สยามไม่ได้รับรู้และเข้าถึงกลไกอันคว่ำตลอดจนขั้นตอนบรรลุลำดับของฝั่งผู้พัฒนา⁸

การวิจัยยังพบอีกว่า ไม่ควรกล่าวถึงมิชชันนารีตะวันตกว่าเป็นตัวแทนโลกทัศน์แบบวิทยาศาสตร์ Adas (1989, pp. 26-27) อธิบายว่า จนกระทั่งศตวรรษที่ 18 ยังไม่มีวิทยาศาสตร์แบบที่เข้าใจกันในปัจจุบัน แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีก็ยังไม่แพร่หลายจนกระทั่งศตวรรษที่ 19 ในระยะนั้น เทคโนโลยีหมายถึงการสำรวจตรวจสอบที่มีรายละเอียดเป็นระบบ มากกว่าจะหมายถึงเครื่องมือและการประดิษฐ์ ชาวยุโรปทั่วไปเรียกสิ่งเหล่านั้นว่า ศาสตร์ในการใช้งาน (useful arts) หรือ ศาสตร์ (the arts) โดยสัมพันธ์กับความก้าวหน้าทางด้านวัสดุ แต่ชาวยุโรปไม่มามาจากภูมิหลังใด (ยกเว้นพวกที่การศึกษาสูงจริงๆ) มีความรู้เรื่องความก้าวหน้าทางวิทยาการในศตวรรษก่อนสมัยใหม่เพียงน้อยนิด

Adas ยังชวนให้คิดอีกว่า ขณะที่วาสโก ดา กามา เดินเรือสู่อินเดียได้สำเร็จ (ปี 1498) ผลงานสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ หนังสือของโคเปอร์นิคัสและเวซาเลียส (ปี 1543) ยังไม่ถือกำเนิดขึ้น และต้องรอไปอีกเกือบครึ่งศตวรรษ แนวคิดที่ศึกษากันในมหาวิทยาลัยยุคกลางและยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการ องค์ความรู้แบบคลาสสิกและความรู้ที่ซึมซับจากโลกอาหรับ รวมถึงคณิตศาสตร์และการทดลอง ทั้งหมดจะมีส่วนในความรุดหน้าช่วงศตวรรษที่ 17 เป็นอย่างมาก แต่ชาวยุโรปทั่วไป ไปไม่ได้ใกล้ชิดกับการศึกษาทางภูมิปัญญาเหล่านี้ว่าตามจริง สำหรับชาวยุโรปทั่วไป ระบบความเชื่อของพวกเขายังตั้งอยู่บนฐานคิดทางศาสนาเป็นอย่างมากและใช้คริสต์ศาสนาในการแยกแยะพวกตนออกจากชนพื้นเมืองในภูมิภาคอื่น (Adas, 1989, pp. 29-31)

ในยุโรปจึงเกิดสภาวะที่ระบบความเชื่อเก่ายังทรงอิทธิพลแต่ความสำเร็จทางเทคโนโลยีค่อยๆ แสดงผลจากการใช้งานได้จริง ขณะเดียวกัน สังคมยังไม่ตกผลึกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร เหตุปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ปนเป โดยเฉพาะเมื่อความก้าวหน้าจากผลงานวิทยาศาสตร์บรรลุถึงระดับสูงจากงานของนิวตันจนยากจะปฏิเสธจักรวาลทัศน์ใหม่ที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง เรขาคณิตและคณิตศาสตร์แสดงประสิทธิภาพในการคำนวณ ให้ผลที่แม่นยำภายใต้แบบจำลองที่ถูกต้อง ดาราศาสตร์กับศาสตร์การเดินเรือล้วนได้รับผลกระทบ ซึ่งมิชชันนารีตกอยู่ในกระแสมันนี่และพวกเขาซึมซับกรอบความรู้ใหม่ๆ โดยพยายามคงความเชื่อกับเป้าหมายทางศาสนาของตนไปพร้อมกัน

Olson (2006, pp. 59-71) กล่าวถึงการปรับตัวของนิกายเยซูอิตและโดมินิกัน ที่แม้จะมีความแตกต่างในรายละเอียด แต่จุดร่วมคือการเปิดรับและเรียนรู้ศาสตร์สมัยใหม่ ใช้ประโยชน์จากความรู้เหล่านั้น

⁸ ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์มีรายละเอียดเพิ่มเติมที่ช่วยยืนยันว่ามิชชันนารีสัมพันธ์กับวัตถุที่ก้าวหน้าเหล่านั้นในฐานะผู้ใช้งาน และเท่าที่ตรวจสอบงานเขียนในกลุ่มประวัติศาสตร์เทคโนโลยี ไม่ปรากฏว่ามีการประดิษฐ์ใดๆ ที่มิชชันนารีเป็นผู้คิดค้นขึ้น

แต่ยังรักษาระบบความเชื่อว่าปรัชญาและเทววิทยาของคริสต์ศาสนาตั้งแต่ยุคกลางเป็นความถูกต้องสูงสุด Adas (1989, pp. 57-59) กล่าวถึง มัตเตโอ ริชชี (Matteo Ricci) นักบวชเยซุอิตที่เข้ารับใช้ราชสำนักหมิงตอนปลายศตวรรษที่ 16 ซึ่งกลายเป็นผู้เผยแพร่ความรู้สมัยใหม่ในจีน เช่น ดาราศาสตร์ที่เกี่ยวกับเส้นทางเคลื่อนที่ดาวเคราะห์ การคำนวณคราส แก๊สไขปฏิบัติ นอมนานาฬิกา ฯลฯ โดยเขาเรียนรู้ค่อนข้างฉิวเฉียดในระดับใช้งานได้เพื่อดึงดูดให้ชาวจีนสนใจและยอมรับในตัวเขา มากกว่าจะศึกษาค้นคว้าด้วยมโนทัศน์แบบวิทยาศาสตร์ กล่าวโดยรวม มิซซันนารีจัดการกับองค์ความรู้โลกวิสัยใหม่ๆ ด้วยท่าทีปฏิบัตินิยม (pragmatism) แต่ไม่ต้องการให้ความรู้เหล่านั้นไปปะทะกับกรอบความเชื่อที่มีอยู่เดิม

ระยะเวลา 300 ปีระหว่างศตวรรษที่ 16 – 18 จึงถือเป็น 300 ปีที่วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ถือกำเนิดและเติบโตในสังคมตะวันตก มโนภาพที่ต้องทำความเข้าใจคือ การปรากฏขึ้นของวิทยาศาสตร์มิได้มีลักษณะแบบ การกระจ่างแจ้งในคราวเดียว (single clarity) มิใช่ว่าเมื่อเริ่มมีวิทยาศาสตร์แล้ว สังคมตะวันตกจะพบคำตอบของทุกเรื่องราวบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ไปเสียหมด โลกในระยเวลานั้นยังไม่มีการจัดหมวดหมู่ของความรู้หรือการศึกษาภาคบังคับให้ทุกคนรู้จักวิทยาศาสตร์ด้วยมโนทัศน์ (concept) เดียวกันผ่านแบบเรียน โดยข้อเท็จจริงแล้ว แม้แต่ในสังคมตะวันตกเองยังไม่มีใครที่สามารถหาความคิดรวบยอด (conceptualize) ได้ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ดังนั้น ความรู้ในที่มีมิซซันนารีนำติดตัวมาควรจัดไว้ในกลุ่มศาสตร์ของผู้ใช้งาน (science of the user) ซึ่งยกระดับความคิดของผู้ใช้งานในแง่ความเป็นเหตุผลระหว่างเป้าหมายกับวิธีการ หรือ ความเป็นเหตุผลเชิงเครื่องมือ (Instrumental rationality) มิได้หมายความว่าพวกเขาจะต้องตัดขาดตัวเองจากความเชื่อดั้งเดิมของตน⁹

การไม่ตระหนักในเงื่อนไขที่กล่าวมานี้ ทำให้เมื่อมิซซันนารีปรากฏตัวพร้อมกับวิทยาการอันหลากหลาย ชาวสยามบางส่วนถือเอาพวกเขาว่าเป็น ตัวแทน ของวิทยาศาสตร์ ทั้งที่พวกเขาเป็นเพียงผู้ใช้งานเท่านั้น และในแง่ภูมิปัญญา พวกเขาไม่ได้ผ่านการบ่มเพาะให้เข้าใจกรอบภูมิปัญญาที่สั่งสมในรอบหลายศตวรรษก่อนหน้านี้

ข. ดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์บนภาคพื้นทวีปยุโรป

ผลการวิจัยส่วนถัดมาได้สำรวจพัฒนาการของดาราศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 19 เนื่องจากมีการเอ่ยถึงความสำเร็จที่ว่าสยามเรียนรู้ดาราศาสตร์ของตะวันตก (รวมถึงการใช้คณิตศาสตร์เพื่อคำนวณ) แต่การเรียนรู้และใช้งานดาราศาสตร์ภายใต้กรอบที่มีมิซซันนารีถ่ายทอดนั้นไม่เคยถูกเทียบเคียงกับสิ่งที่ดำเนินไปในยุคสมัยเดียวกันในยุโรป มีนักคณิตศาสตร์ที่ศึกษาดาราศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 19 ซึ่งแม้จะเป็นคนในสังคมตะวันตกเหมือนกัน กับมิซซันนารี แต่ก็มีแนวทางค้นคว้าและกรอบความนึกคิดต่างกับมิซซันนารีเป็นอย่างมาก เพื่อให้เห็นความภูมิปัญญาตะวันตกอย่างรอบด้าน งานวิจัยเสนอกรอบการเปรียบเทียบแบบไตรภาคีโดยนำผลงานความคิดที่อยู่บนภาคพื้นทวีปยุโรปมาพิจารณา

ช่วงศตวรรษที่ 17 เหล่านักคิดตะวันตกที่ค้นคว้าปรัชญาธรรมชาติจนนำไปสู่การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ล้วนเริ่มต้นด้วยจุดยืนที่โยงไปสู่ศาสนา การค้นแบบแผนของจักรวาลถูกตีความว่าเป็นการเข้าใจเจตนาของ

⁹ ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ได้ให้รายละเอียดสนับสนุนประเด็นนี้โดยหยิบยกเรื่องที่มีมิซซันนารีเรียนรู้วิทยาการใหม่ๆ เพื่อใช้งาน แต่ขณะเดียวกันก็ยึดถือเนื้อหาการสอนทางเทววิทยาที่สืบทอดจากยุคกลางอย่างเข้มข้น แต่บทความวิจัยมีพื้นที่จำกัดในการเล่าเรื่อง อีกทั้งข้อเสนอนี้สอดคล้องกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์โดยรวมตั้งแต่ศตวรรษที่ 16 ถึงช่วงเวลาก่อนดาร์วิน ซึ่งแม้แต่กลุ่มผู้ฝึกฝนศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ อาทิ เคปเลอร์หรือนิวตัน ก็มีหลักฐานเรื่องการยึดมั่นความเชื่อทางเทววิทยาตามแนวทางของตนเอง แต่ขณะเดียวกันก็เป็นผู้เปิดเผยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ข้อวิพากษ์เรื่องมิซซันนารีมีสถานะเป็นผู้ใช้งานจึงมีหลักฐานสนับสนุนจากบริบทร่วมสมัย

พระเจ้า มนุษย์สามารถเข้าใจสรรพสิ่งที่พระเจ้าสร้างไว้โดยผ่านวิทยาศาสตร์ การค้นพบต่างๆ เผยให้เห็นความงามของคณิตศาสตร์และความแม่นยำอันซับซ้อน นักคิดหลายคนมีจุดยืนทั้งทางภูมิปัญญาและวัตรปฏิบัติส่วนบุคคลที่ใกล้ชิดกับพระเจ้าในฐานะอำนาจสูงสุด (Tarnas, 1996, pp. 299-301) แต่หลังจากนั้น ปาฏิหาริย์เหนือจริงทางเทววิทยาเริ่มถูกกังขาว่าไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ที่ลงลึกมากขึ้น เช่น การศึกษาอะตอม ปฏิกิริยาเคมี จุลินทรีย์ สรีรวิทยา แสงและความร้อนในฐานะปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ แม้แต่ไฟฟ้า เรื่องเหล่านี้เป็นประเด็นที่ลุ่มลึกเกินกว่าเป็นสัจจะที่หาได้จากพระคัมภีร์ มโนทัศน์เกี่ยวกับโลกธรรมชาติในสังคมตะวันตกจึงเคลื่อนเข้าสู่แนวคิดแบบฆราวาสนิยมมากขึ้น

กรณีดาราศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์ในฐานะเครื่องมือประกอบ¹⁰ มีผลงานของนักคณิตศาสตร์ 3 คน ที่สะท้อนกระแสความเปลี่ยนแปลงตามที่กล่าวมา และขอเสนอโดยสังเขป ดังนี้

1. ปีแยร์ ซีมง เดอ ลาปลาซ (Pierre Simon de Laplace)

ลาปลาซ (ค.ศ. 1749 - 1827) เป็นนักคณิตศาสตร์ฝรั่งเศสผู้ได้รับฉายา นิวตันแห่งฝรั่งเศส (the French Newton) เขาเพิ่มประเด็นที่ช่วยให้กรอบทฤษฎีแรงดึงดูดของนิวตันสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและใช้การวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์กับดาราศาสตร์ได้อย่างโดดเด่น บทบาทของลาปลาซสัมพันธ์กับบริบทยุคสมัย ซึ่ง Bryant (2014, pp. 54-55) ชี้ว่า มีบางกรณีที่ผลการคำนวณด้วยทฤษฎีแรงดึงดูดของนิวตันไม่ตรงกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ และปัญหาเรื่อง 3 วัตถุ (three bodies) ที่กรอบแนวคิดเดิมไม่สามารถอธิบายได้ชัด เมื่อมีวัตถุเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 3 วัตถุขึ้นไป ดังเช่น ดวงจันทร์ได้รับอิทธิพลทั้งจากโลกและดวงอาทิตย์ โจทย์นี้ตึงนักคณิตศาสตร์หลายคนให้มาคำนวณเพื่อทำตารางโคจรของดวงจันทร์ (lunar table)

วงการดาราศาสตร์เริ่มตระหนักว่าผลสังเกตทางดาราศาสตร์นั้นมีความไม่เสถียร การวัดค่าระยะห่างของดาวดวงเดียวกันอาจไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง มีการพยายามใช้เทคนิคอย่างเช่นค่าเฉลี่ยมาช่วย หรือซับซ้อนกว่านั้นคือใช้ระบบสมการมาหาค่าที่เหมาะสม (Desrosières, 1998, pp. 62-63) นอกจากระยะห่างของดวงจันทร์ (วัดจากโลก) จะไม่ใช่ระยะคงที่แล้ว การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์อย่างดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ก็มีภาวะไม่ปกติ (irregularity) แต่ท้ายสุดดาวเคราะห์ยังรักษาวงโคจรไว้ได้ ซึ่งเป็นภาวะที่นิวตันระบุว่าพระเจ้าต้องแทรกแซงเพื่อแก้ความไร้ระเบียบในบางครั้ง (Burton, 2007, p. 481)

ลาปลาซเรียบเรียงผลงานเรื่อง *Traité de Mécanique Céleste* (5 volumes, 1799 - 1825) หรือ *Celestial Mechanics* โดยเขาต้องการแก้โจทย์กลศาสตร์ของระบบสุริยะเพื่อให้ทฤษฎีถูกต้องตรงกับข้อมูลจากการสังเกตมากที่สุด ผลงานนี้เสริมในงานของนิวตันสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในงานชิ้นนี้ ลาปลาซนำข้อค้นพบในช่วงศตวรรษก่อนหน้าจากนักคิดหลายคนมาใช้และมีเนื้อหาส่วนที่ลาปลาซเขียนด้วยตนเองอยู่อีกมากเช่นกัน ย้อนไปก่อนหน้านี้ ลาปลาซเคยเขียนบันทึกชุดหนึ่งส่งให้ Académie Royale des Science (Academy of Science) ของฝรั่งเศสระหว่างปี 1784 - 1788 เพื่อแสดงข้อพิสูจน์ว่า การเปลี่ยนแปลงทีละน้อยในวงโคจรดาวเคราะห์จะมีรอบเวลายาวนาน โดยมีระยะประมาณ 900 ปีสำหรับกรณีแนวโคจรของดาวพฤหัสบดีกับดาวเสาร์ ซึ่งหมายความว่าเมื่อวงโคจรมีค่าความเยื้องศูนย์กลางเพิ่มขึ้นชั่วระยะเวลาหนึ่งก็จะมีผลลดลง

¹⁰ เนื้อหาในส่วนนี้พาดพิงถึงความรู้ทางภูมิศาสตร์และการสร้างหน่วยวัดมาตรฐานไว้ด้วย เพราะเป็นข้อที่ชี้ให้เห็นว่า ดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์มิได้ตั้งอยู่โดยลำพังแต่มีการนำไปใช้ในฐานะเครื่องมือ (tools) และจะนำไปสู่ข้อสรุปว่าการใช้งานคณิตศาสตร์กับดาราศาสตร์มีตัวชี้วัดความสำเร็จอื่นในระดับที่ซับซ้อนขึ้นไป ไม่ใช่เฉพาะการคำนวณเวลาเกิดคราสเท่านั้น บทความจึงนำเสนอเนื้อหาจากงานของนักคณิตศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับโจทย์วิจัย หากสนใจความเคลื่อนไหวเฉพาะในวงการภูมิศาสตร์ ภูมิมาตรศาสตร์ หรือการสร้างหน่วยวัดมาตรฐาน สามารถสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ

เพื่อปรับให้อยู่ในสภาพเดิมไปเอง ด้วยความเข้าใจนี้ ลาลาซจึงไม่ต้องใช้สมมติฐานเรื่องการแทรกแซงโดยพระเจ้าดังที่นิวตันเคยระบุไว้ (Burton, 2007, p. 477-479, 481)

ลาลาซเคยศึกษาเงื่อนไขดุลยภาพของมวลของไหลในสภาวะหมุน (a rotating fluid mass) เพราะเขาเห็นว่ามีความเชื่อมโยงกับการใช้สมมติฐานเนบิวลา (nebular hypothesis) มาอธิบายต้นกำเนิดของระบบสุริยะ สมมติฐานนี้ถูกเสนอไว้เมื่อปี 1796 ในข้อเขียนเรื่อง *Exposition du système du monde* ซึ่งสัมพันธ์กับงานชิ้นใหญ่อย่าง *Mécanique Céleste* ตามทฤษฎีของลาลาซ ระบบสุริยะก่อตัวจากกลุ่มก๊าซที่หมุนรอบแกน เมื่อเย็นตัวลงก๊าซจะหดตัวและส่งผลให้การหมุนเร็วขึ้นจนกระทั่งรอบนอกของกลุ่มก๊าซหลุดจากขอบนอกและควบแน่นกลายเป็นดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ซึ่งยังคงหมุนคือส่วนแกนกลางกลุ่มก๊าซที่ยังเหลืออยู่ แนวคิดเบื้องหลังสมมติฐานนี้ไม่ได้มาจากลาลาซทั้งหมด แต่การเรียบเรียงทฤษฎีนี้ให้มีเนื้อหาเชิงปริมาณปรากฏเป็นส่วนหนึ่งในหนังสือ *Mécanique Céleste* (Boyer & Merzbach, 1989, p. 550)

ลาลาซยังเคยเสนอแนวคิดเรื่องการยุบตัวของวัตถุโน้มถ่วง (gravitational collapse) และหลุมดำ (black holes) ที่อธิบายว่า ดาวเคราะห์บางดวงอาจมีแรงดึงดูดขนาดใหญ่มากจนแม้แต่แสงก็ผ่านพ้นไม่ได้และถูกดูดเข้าไป ลาลาซใช้แคลคูลัสและทฤษฎีบทเรขาคณิตเพื่อพิสูจน์ข้อเสนอนี้ โดยมีผลพวงคือกระบวนการที่เรียกว่า ผลการแปลงลาลาซ (Laplace transform) อันเป็นการเปลี่ยนข้อมูลเชิงตัวเลขให้เป็นสิ่งที่เทียบเคียงกันได้แต่อยู่ในรูปของฟังก์ชัน การคิดค้นนี้มีประโยชน์อย่างมากและยังเป็นเทคนิคที่ช่วยการแก้สมการเชิงอนุพันธ์ (differential equation) (Osterlind, 2019, pp. 125-127)

และลาลาซยังคำนวณเกี่ยวกับดาวหางภายใต้สมมติฐานที่ว่า การโคจรของดาวหางขึ้นกับปัจจัยเรื่องโอกาส (chance) โดยแนวเส้นโคจรของดาวหางแต่ละดวงกำกับด้วยผลลัพธ์ที่เหมือนกันด้วยโอกาสเท่าๆ กัน (equally-likely) แม้จะมีค่าคลาดเคลื่อน (error) แต่ก็กำกับด้วยความน่าจะเป็นซึ่งสามารถประมาณค่าได้ นำไปสู่ทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง (Central limit theorem) ซึ่งอธิบายว่า ผลการสังเกตและบันทึกค่าทำได้หลายครั้ง แต่แต่ละครั้งกำกับด้วยโอกาสหรือความน่าจะเป็นเท่าๆ กัน ไม่ว่าความคลาดเคลื่อนจากการสังเกตนี้จะเกิดขึ้นด้วยเงื่อนไขแบบใด แต่มีความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้จะอยู่ในขีดจำกัด (limit) หนึ่ง (Adams, 2009, pp. 32-35)

ลาลาซแสดงตัวอย่างการทำงานของนักคิดชั้นนำในช่วงคาบเกี่ยวศตวรรษที่ 19 ซึ่งนำประเด็นเชิงทฤษฎีมาพัฒนาและต่อยอดจนได้ข้อเสนอและผลสำเร็จที่โดดเด่น อาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงชี้ให้เห็นว่าสาระทางคณิตศาสตร์ช่วยขยายมโนทัศน์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ได้ รวมถึงการพัฒนาวิธีวิทยาที่จำเป็นสำหรับดาราศาสตร์ด้วย ทั้งหมดบ่งบอกถึงทิศทางการศึกษาค้นคว้าภายใต้แนวทางฆราวาสนิยมและจิตวิทยาทางดาราศาสตร์ในศตวรรษที่ 19 ซึ่งอยู่นอกเหนือไปจากจิตวิทยาของศาสตร์การเดินเรือที่มุ่งผลในทางปฏิบัติมากกว่าความเที่ยงตรงในทางคณิตศาสตร์หรือทฤษฎี

2. อาเดรียง มารี เลอซ็องดร์ (Adrien Marie Legendre)

เลอซ็องดร์ (ค.ศ. 1752 – 1833) มีบทบาทสำคัญในเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ช่วงศตวรรษที่ 19 คือ การทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least squares method) ปรากฏสู่สาธารณะอย่างเป็นรูปธรรมเป็นครั้งแรก¹¹ ผลงานของเขาเชื่อมโยงความรู้ด้านดาราศาสตร์ ภูมิมาตรศาสตร์ (geodesy) เข้ากับสถิติ

¹¹ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นวิธีประมาณค่าที่ต้องการ โดยพิจารณาว่าข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบอาจมีค่าคลาดเคลื่อน (error) จากการสังเกตบันทึกและการวัด แต่สามารถหาค่าประมาณที่เหมาะสมได้โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยแสดงว่าความคลาดเคลื่อนถูกลดขนาดลงให้น้อยที่สุด (ในรูปของผลรวมกำลังสอง) วิธีการนี้เป็นรากฐานของการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ที่สร้างเส้นสมการเพื่อแสดงแนวโน้มและใช้พยากรณ์ในทางสถิติ อันจะมีบทบาทสำคัญมากต่อวิชา

เลอซีงเจอร์เป็นสมาชิกคณะกรรมการของประเทศฝรั่งเศส 2 ชุด ชุดแรกคือคณะกรรมการร่วมด้านภูมิมาตรศาสตร์ระหว่างหอสังเกตการณ์ปารีสและกรีนวิชในปี 1787 และคณะกรรมการวัดขนาดเส้นเมริเดียน (ลองจิจูด) ระหว่างบาร์เซโลนา (Barcelona) กับ ดันเคิร์ก (Dunkirk) ซึ่งเส้นเมริเดียนนี้เคยใช้เป็นตัวกำหนดความยาวในหน่วยเมตร การศึกษาทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติในดาราศาสตร์และในภูมิมาตรศาสตร์เป็นที่มาของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ปี 1805 เลอซีงเจอร์ตีพิมพ์ *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes* (*New Methods for Determining the Orbits of Comets*) ความยาวประมาณ 80 หน้า เมื่อตีพิมพ์ในเดือนมกราคม 1806 มีส่วนเพิ่มอีก 55 หน้า และยังมีส่วนเพิ่มอีก 80 หน้าในฉบับตีพิมพ์ สิงหาคม 1820 ในการพิมพ์ครั้งแรกมีส่วนภาคผนวก (appendix) ที่เสนอวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอยู่ 9 หน้า ใช้ชื่อว่า “Sur la méthode des moindres carrés” ถือเป็นหนึ่งในเอกสารที่แนะนำเทคนิควิธีนี้อย่างชัดเจนที่สุด (Stigler, 1986, pp. 12-13)

ในแง่บริบท เป็นที่ทราบกันว่ามีการใช้ข้อมูลการเคลื่อนที่ของดวงดาวบนฟ้าเพื่อช่วยหาเส้นลองจิจูดระหว่างการเดินทะเล แต่การกำหนดเส้นทางเดินเรือโดยใช้ดวงดาวเมื่ออยู่กลางมหาสมุทรมีความเสี่ยงสูง เพราะตำแหน่งของเรือเปลี่ยนไปทุกคืน การร่างเส้นทางเดินเรือโดยอาศัยตาเปล่าหรืออาจจะใช้เซกซ์แทนต์ (sextant) จึงไม่ได้ผลแม่นยำนัก มีเรือพลัดหลงออกนอกเส้นทางกันมาก วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้เทคนิคที่ช่วยคำนวณเพื่อติดตามตำแหน่งเทวดฤและนำผลมาช่วยในเรื่องลองจิจูด ผลงานของเลอซีงเจอร์จึงแสดงความเกี่ยวข้องกันของดาราศาสตร์และภูมิมาตรศาสตร์ เขาศึกษาเรื่องการระบุเส้นโค้งและตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนในการวัดละติจูดหลายๆ ครั้ง เขาเห็นว่า ไม่ว่าค่าคลาดเคลื่อนจะมีความสมมาตร (symmetric) รอบค่าเฉลี่ย (mean) หรือไม่ก็ตาม แต่เขาสามารถรวบรวมและสรุปค่าเหล่านั้นผ่านขั้นตอนเชิงเส้น (linear combinations) เลอซีงเจอร์จัดการโดยรวมข้อมูลเหล่านี้เป็นหนึ่งเดียว ในผลงานปี 1805 ของเขามีอธิบายขนาดยาวเกี่ยวกับปัญหาการวัดเส้นโค้งสำหรับละติจูด และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นขั้นตอนที่ช่วยแก้ปัญหาเรื่องเส้นโค้ง แต่ฟังก์กล่าวไว้ด้วยว่า เลอซีงเจอร์มิได้แสดงการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์อย่างกระจ่างชัดของวิธีการนี้ (Osterlind, 2019, pp. 104-106)

ในยุคสมัยของเขา ความรู้เรื่องสัญญาณของโลกยังมีจำกัด ในทางเทคนิคจำเป็นต้องนำผลสังเกตทางดาราศาสตร์มาช่วย ทั้งช่วยกำหนดตำแหน่งเส้นลองจิจูดและช่วยวัดขนาดความยาวของเส้น เลอซีงเจอร์เป็นหนึ่งในกรรมการที่ศึกษาเรื่องนี้และมีภาระต้องวัดขนาดความยาวเส้นลองจิจูดหรือเมริเดียนที่ยาวเกินกว่าจะวัดในเชิงกายภาพ ต้องกำหนดตำแหน่งเมืองบนแนวเส้นเมริเดียนเดียวกันและใช้ตำแหน่งดวงดาวซึ่งสังเกตจากต่างที่โดยมีค่าองศาของมุมแตกต่างกันมาช่วยคำนวณระยะห่าง ซึ่งประสบปัญหาการวัดค่าและคำนวณหาค่าที่เหมาะสมที่สุดจากการสังเกตและบันทึกในแต่ละครั้ง ขั้นตอนทำงานของเลอซีงเจอร์มีพื้นฐานจากเรขาคณิตแบบเส้นโค้งและต้องวัดปริมาณที่เกินขีดจำกัดทางกายภาพของมนุษย์แต่อาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน ทั้งหมดสะท้อนบทบาทของโจทย์เชิงเทคนิคที่สืบเนื่องจากการทำงานด้านดาราศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 18 – 19 รวมทั้งแสดงศักยภาพของนักคณิตศาสตร์ในด้านดาราศาสตร์

สถิติในศตวรรษถัดไป ถือเป็นเสาหลักหนึ่งที่ช่วยให้วิชาสถิติมีระบบจัดการข้อมูลและเครื่องมือวิเคราะห์ของตนเอง ปัจจุบันวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและการวิเคราะห์การถดถอยเป็นหนึ่งในเครื่องมือซึ่งหลายสาขาวิชา เช่น เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรม การตลาด สังคมศาสตร์ ฯลฯ ต้องเรียนรู้ด้วย บทความได้ชี้ให้เห็นต้นกำเนิดของวิธีการนี้ว่ามาจากการแก้โจทย์ซึ่งเกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 19

3. คาร์ล ฟรีดริช เกาส์ (Carl Friedrich Gauss)

เกาส์ (ค.ศ. 1777 – 1855) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมัน ผลงานชิ้นสำคัญของเขาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์คือเรื่อง *Theoria Motus Corporum Coelestium in Sectionibus Conicis Solum Ambientium* (*The Theory of the Motion of Heavenly Bodies Moving about the Sun in Conic Sections* ค.ศ. 1809) แนวคิดของเกาส์จะช่วยให้เห็นบริบทเพิ่มเติมของการค้นคว้าทางดาราศาสตร์ในยุคสมัยของเขา

เกาส์เคยตีพิมพ์ผลงานเรื่อง *Disquisitiones Arithmeticae* ในปี 1806 รวบรวมผลงานด้านทฤษฎีคณิตศาสตร์ของเขาและสร้างชื่อเสียงให้เขาไม่น้อย แต่ผลงานที่เกี่ยวกับทฤษฎีดาราศาสตร์คือ *Theoria Motus* ตีพิมพ์ในปี 1809 Burton (2007, p. 547) ระบุว่า เกาส์พัฒนาทฤษฎีทั่วไปว่าด้วยวงโคจรของดาวเคราะห์และดาวหาง (general theory of planetary and cometary orbits) ซึ่งไม่เพียงนำแรงดึงดูดหลักจากดวงอาทิตย์มาคำนวณแต่รวมถึงแรงดึงดูดรองๆ จากดาวเคราะห์ดวงอื่น กอปรกับการใช้กล้องโทรทรรศน์ช่วยให้เห็นดาวเคราะห์น้อยซึ่งอยู่ระหว่างดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดีแรก ทั้ง พัลลัส (Pallas, 1802) จูโน (Juno, 1804) และเวस्ता (Vesta, 1807) เกาส์สนใจคำนวณวงโคจรเหล่านี้ เขาใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเพื่อขจัดค่าคลาดเคลื่อนจากผลการสังเกต วิธีการของเกาส์ถูกนำไปใช้จนค้นพบดาวเคราะห์ที่ห่างไกลที่สุดคือเนปจูน (Neptune) ในปี 1846 จากการสังเกตภาวะปั่นป่วน (disturbances) ในการเคลื่อนที่ของดาวยูเรนัส (Uranus) ถือเป็นดาวเคราะห์แรกที่ค้นพบโดยการคำนวณทางทฤษฎี

ส่วน Stigler (1986, pp. 140-141) ประเมินว่า เนื้อหาหลักในหนังสือ *Theoria Motus* คือการสังเกตคำนวณระนาบโคจรในเชิงคณิตศาสตร์ แต่ในช่วงท้าย เกาส์ได้เพิ่มเนื้อหาส่วนที่นำเอาผลสังเกตมารวมเข้าด้วยกัน เขาอธิบายปัญหานี้ในเชิงความน่าจะเป็น (probabilistic terms) โดยสร้างสมการเชิงเส้น (V) จำนวนหนึ่ง (ยังไม่ทราบค่าสัมประสิทธิ์ในสมการ) และให้มีผลสังเกตการณ์ (M) ในจำนวนที่เท่ากัน ค่าคลาดเคลื่อนจะได้ออกมาจากการนำค่าตามสมการมาลบ (หาผลต่าง) กับค่าจากการสังเกต ($V - M$) เมื่อนำค่าคลาดเคลื่อนเหล่านั้นมาอยู่ในฟังก์ชันเดียวกันจะสามารถหาอนุพันธ์ เทียบกับศูนย์ และแก้ระบบสมการหาคำตอบได้ เกาส์ยังพยายามอธิบายรูปแบบของเส้นโค้งค่าคลาดเคลื่อน (error curve) นี้ด้วยและแสดงให้เห็นว่าในสถานการณ์อื่นๆ ทั่วไป การแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อน (error distribution) ดังกล่าวนำไปสู่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและนำกลับไปประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการได้

จากประวัติการทำงานจะเห็นว่า เกาส์แสดงความเป็นนักคณิตศาสตร์อย่างแท้จริงและขยายความสนใจของเขาไปสู่ดาราศาสตร์ด้วย บริบททางประวัติศาสตร์มีอิทธิพลต่องานของเกาส์เพราะปัญหาเรื่องการคำนวณส่วนโค้งของเมอริเดียน การระบุการโคจรของดาวเคราะห์น้อย เป็นโจทย์ที่เกิดขึ้นจากการทำงานด้านดาราศาสตร์ในขณะนั้น และพัวพันกับปัญหาการจัดการกับค่าคลาดเคลื่อนที่มากับผลสังเกตทางดาราศาสตร์ เกาส์จึงไม่ใช่คนแรกที่ประสบและพยายามแก้ปัญหานี้ แต่เขามีจุดเด่นที่ต้องการสถาปนาหลักคิดบางอย่างเพื่อเป็นฐานในการวิเคราะห์ปัญหานี้ เขาจึงนำหลักการเรื่องการแจกแจงปรกติมาใช้กำกับค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดกับชุดข้อมูล แม้จะมีความคลาดเคลื่อนก็จริงแต่นั้นมีแบบแผนความน่าจะเป็นบางประการคอยกำกับไว้ พื้นฐานนี้จะกลายเป็นความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันความน่าจะเป็นและเป็นเงื่อนไขหนึ่งในการพัฒนาวิธีกำลังสองน้อยที่สุดหลังจากนี้

เมื่อเปรียบเทียบกับฝั่งสหรัฐฯ พบว่าในช่วง 100 ปีแรกหลังการประกาศเอกราชในปี 1776 คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในสหรัฐฯ ยังเทียบกับยุโรปไม่ได้ ยังอาศัยการแปลงานชิ้นสำคัญของนักคณิตศาสตร์ยุโรป มีงานเขียนที่ขยายความจากประเด็นที่ค้นพบในยุโรปมาแล้ว ส่วนในแง่ความเป็นประชาคมกลุ่มคนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในสหรัฐฯ น่าจะประกอบด้วยคนจากฝั่งนักเทคนิค เช่น นักสำรวจ นักภูมิ

มาตรฐาน กับนักคณิตศาสตร์ในสายทฤษฎี แต่คนในสายทฤษฎีมีจำนวนน้อยกว่าและเผชิญกับข้อจำกัดด้านวิชาชีพเมื่อเทียบกับโอกาสทำงานของฝั่งนักเทคนิค (Grabner, 1977, pp. 9-10) เมื่อถึงทศวรรษ 1820 มีการรับอิทธิพลจากวงวิชาการฝรั่งเศสบ้าง ตำราแปลของฝรั่งเศสเข้ามาวางบรรทัดฐานใหม่สำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่ก็ยังไม่ทำให้สถานะด้านการวิจัยในสหรัฐฯ เติบโตไปกว่าเดิมมากนัก และผู้ต้องการเรียนในระดับสูงยังต้องหาทางไปเรียนต่างประเทศ (Parshall & Rowe, 1989, pp. 5-6) จากการเทียบเคียงนี้ จึงไม่มีบริบทให้สรุปได้ว่ามิชชันนารีอเมริกันจะเข้าถึงการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เหนือไปกว่าองค์ความรู้ฝั่งยุโรป ส่วนศาสตร์ของผู้ใช้งาน เช่น การสำรวจและการเดินเรือ นั้น มีความแพร่หลายและมีกลุ่มคนในสหรัฐฯ ที่ศึกษาด้านนี้ด้วยเป้าหมายเชิงวิชาชีพ

ผลงานของนักคณิตศาสตร์ชั้นนำในยุโรปช่วงต้นศตวรรษที่ 19 สะท้อนว่า ความสนใจดาราศาสตร์ในยุโรปมีแรงผลักดันทางด้านทฤษฎีรวมอยู่ด้วยอย่างมีนัยสำคัญ เป็นโจทย์ที่แตกต่างกับการเดินเรือซึ่งใช้ความรู้ดาราศาสตร์เพื่อเป้าหมายในเชิงปฏิบัติ อีกทั้งยืนยันด้วยว่า ความรู้ด้านดาราศาสตร์ที่หยิบยกมาไม่ได้อ้างอิงความถูกต้องชอบธรรมจากองค์ประกอบทางศาสนาเลย แต่เป็นการพยายามหาความถูกต้องบนหลักการทางคณิตศาสตร์ งานของลาปลาซและเกาส์พยายามประเมินความเป็นไปในธรรมชาติด้วยท่าทีที่มิได้เชื่อว่ามีพลังศักดิ์สิทธิ์ใดกำกับอยู่เบื้องหลัง ข้อเสนอเรื่องหลุมดำ สมมติฐานเนบิวลา และการอ้างอิงรูปแบบการแจกแจงปกติ ฯลฯ เป็นตัวอย่างท่าทีแบบฆราวาสนิยมซึ่งระดับความเป็นอิสระจากข้ออ้างเชิงศาสนามีมากกว่ายุคสมัยของนิวตันอย่างชัดเจน ข้อสำคัญที่สุด จากการตรวจสอบผลงานชิ้นเอกด้านดาราศาสตร์อันเป็นที่ยอมรับในยุโรปช่วงต้นศตวรรษที่ 19 ไม่พบบอกถึงการกำหนดวัดความสำเร็จด้วยการคำนวณสุริยุปราคา

ค. สถานะของสุริยุปราคาในเวทีโลก

เหตุการณ์สุริยุปราคา หว้ากอ ถูกทำให้เป็นของรัฐไทยและนำไปอธิบายความก้าวหน้าที่ยามพึงมีในช่วงเวลานั้น กรอบคิดอันเคยชินในประวัติศาสตร์ไทยกระแสหลักสนใจปรากฏการณ์นี้แบบเอกพจน์ (singular) กล่าวคือ สถาปนาเรื่องเล่าความสำเร็จทางดาราศาสตร์ของสยามผ่านเหตุการณ์สุริยุปราคาเพียงครั้งเดียว แม้โดยข้อเท็จจริงจะมีสุริยุปราคาอีกหลายครั้งในช่วงเวลาทางประวัติศาสตร์ที่ใกล้เคียงกัน แต่ดูเหมือนจะไม่ได้ดึงดูดความสนใจของรัฐไทยมากไปกว่าคราวที่หว้ากอ

งานวิจัยจึงเสนอให้พิจารณาสถานะของปรากฏการณ์สุริยุปราคาแบบพหูพจน์ (plural) โดยประมวลความเคลื่อนไหวจากเหตุการณ์สุริยุปราคาครั้งอื่นๆ ในกรอบเวลาตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 – 19 ซึ่งไม่จำกัดเฉพาะพื้นที่ของสยาม การศึกษาปรากฏการณ์สุริยุปราคาหลายๆ ครั้งในหน้าประวัติศาสตร์จะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาว่า วงการดาราศาสตร์โดยรวมสนใจปรากฏการณ์สุริยุปราคาในแง่มุมใดบ้าง แง่มุมนั้นๆ เหมือนหรือต่างกับท่าทีซึ่งสยามมีต่อสุริยุปราคา ที่สำคัญคือสืบค้นว่าตัวชี้วัดความสำเร็จของการศึกษาสุริยุปราคาอยู่ที่เรื่องใด

ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์เรื่องจักรวาลแบบจักรกล (mechanical universe) อธิบายว่าเทหวัตถุในจักรวาลถูกจัดวางให้มีวิถีการโคจร กำกับไว้ด้วยกฎสากลดังเช่นกฎแรงดึงดูด สุริยุปราคาถือเป็นหนึ่งในปรากฏการณ์ที่เข้าใจได้ว่าเป็นผลจากการจัดเรียงตำแหน่งของเทหวัตถุระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ เมื่อมีสิ่งมาขวางหน้าดวงอาทิตย์จากจุดที่มองเห็นบนโลกจะเกิดเป็นเงาดำบังดวงอาทิตย์ไว้ ความเข้าใจสาเหตุดังกล่าวไม่ใช่เรื่องลึกลับอีกต่อไปและอยู่ในวิสัยที่มนุษย์จะคำนวณได้ มีหลักฐานว่า หอสังเกตการณ์ดาราศาสตร์ที่ปารีสมีแบบจำลองที่ช่วยคำนวณการเกิดสุริยุปราคาและจันทรุปราคาตั้งแต่ก่อนที่นิวตันจะตีพิมพ์ *Principia mathematica* (1687) (เดอ วีเซ, 2560, น. 129-132) หมายความว่า ความเข้าใจทางดาราศาสตร์ในยุโรปก่อนหน้านั้นงานของนิวตันจะตีพิมพ์ เพียงพอจะตกผลึกเป็นการสร้างแบบจำลองเชิงกลไก (mechanical model) ที่ทำงานได้แม่นยำไม่น้อยและเกิดขึ้นเกือบ 200 ปีก่อนเหตุการณ์ที่หว้ากอ ดังนั้น การคำนวณ

ล่วงหน้าเกี่ยวกับคราสจึงมีตัวช่วยทั้งแบบจำลองและเทคนิคการคำนวณที่พัฒนาต่อมา เมื่อรวมกับข้อมูลดาราศาสตร์ที่เผยแพร่มากขึ้นเพื่อสนับสนุนกิจการเดินเรือ ในหมื่นนักเดินเรือหรือแม้แต่มิชชันนารีจึงสามารถคำนวณคราสล่วงหน้าได้เช่นกัน

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ข้อมูลดาราศาสตร์เรื่องตำแหน่งของดวงจันทร์ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ตำแหน่งโคจรของโลกและดาวเคราะห์อื่นๆ ล้วนต้องใช้ในการระบุพิกัด ทั้งละติจูดและลองจิจูด นักเดินเรือและมิชชันนารีจึงเรียนรู้ใช้งานข้อมูลเหล่านี้ด้วยและข้อมูลกลุ่มเดียวกันนั้นยังไปได้ถึงการคำนวณคราส แต่นักดาราศาสตร์ไม่ได้ศึกษาดาราศาสตร์เพื่อประกอบการเดินทาง Bryant (2014, pp. 103-115) อธิบายว่า ความสนใจเรื่องชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์เป็นโจทย์สืบเนื่องมาจากช่วงศตวรรษที่ 18 ซึ่งเมื่อเทียบกับชั้นบรรยากาศของโลก ๆ ห่อหุ้มด้วยก๊าซที่มองไม่เห็น ชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์จึงน่าจะส่งผลต่อการสังเกตปรากฏการณ์บนดวงอาทิตย์ด้วย แวดวงดาราศาสตร์ทราบแล้วว่าคราสจะเกิดแบบเต็มดวงหรือไม่และเกิดนานแค่ไหนขึ้นกับระยะห่างของดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์ในช่วงที่เกิดการทับซ้อนกัน การทับซ้อนช่วยให้มองเห็นวงแหวน (ring) รอบเงาดวงจันทร์ที่เรียกกันว่า โคโรนา (corona) นับแต่ปี 1706 มีการสังเกตปรากฏการณ์สุริยุปราคาและบันทึกอย่างเป็นระบบ ช่วยให้บันทึกผลสังเกตโคโรนามีอย่างสม่ำเสมอขึ้น เช่น ปี 1733, 1766, 1842 แต่ครั้งก็พบข้อสังเกตใหม่ๆ และพบว่าเป็นการทำงานและสื่อสารข้อมูลกันระหว่างแวดวงดาราศาสตร์หลายชาติในยุโรป (ฝรั่งเศส อังกฤษ สวีเดน ออสเตรีย เป็นต้น) นอกจากยุโรป ยังมีการสังเกตและศึกษาสุริยุปราคาในทวีปอเมริกา ปี 1838 และในอินเดีย ปี 1847 ที่ต่างนำผลสังเกตในคราวอื่นๆ มาใช้ในการศึกษาด้วยเช่นกัน

การศึกษาสุริยุปราคาหลายๆ ครั้งยังมีประเด็นเกี่ยวพันกับความรู้เรื่องสเปกตรัม (spectrum) หรือแถบแสงแยกสี นับแต่นิวตันวิเคราะห์สเปกตรัมโดยให้แสงผ่านปริซึม (prism) การวิเคราะห์เปลวสีของแถบแสงก็ถูกนำไปใช้ทั้งในด้านฟิสิกส์และเคมีจนมาถึงดาราศาสตร์ด้วย ฟรอนโฮเฟอร์ (Fraunhofer) นักประกอบแว่น (optician) จากมิวนิคได้ทำแผนผังสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ ซึ่งมีแถบดำ (dark line) หลายร้อยแถบรวมอยู่ด้วย เขาวัดและกำหนดชื่อให้แถบต่างๆ ด้วยตัวอักษร เช่น D line เป็นแถบเด่นในสเปกตรัมส่วนที่เป็นสีเหลืองและพบเห็นได้จากดาวฤกษ์ดวงอื่นๆ ด้วย ความรู้เกี่ยวกับสเปกโตรสโคป (spectroscope) ที่ได้จากห้องทดลองซึ่งตรวจสอบแสงจากแหล่งต่างๆ ทั้งการเผาโลหะ ก๊าซ หรืออิเล็กโทรด (electrode) ให้ความเข้าใจพื้นฐานบางอย่าง เช่น เปลวแสงจากการเผาของแข็งและของเหลวจะให้สเปกตรัมที่ต่อเนื่องไม่มีแถบดำหรือ แถบดำบางลักษณะจะพ้องกับสสารประเภทก๊าซ D line ซึ่งเป็นที่รู้จักกันนั้นได้จากโซเดียม ในปี 1859 เคิร์ชฮอฟ (Kirchhoff) ค้นพบว่า ไอของโซเดียม (sodium vapour) ที่ปกติก่อให้เกิด D line ยิ่งทำให้แถบดำในแสงอาทิตย์ที่ส่งผ่านไอเหล่านี้มีความเข้มข้น เป็นการยืนยันว่ามีไอของโซเดียมในชั้นบรรยากาศดวงอาทิตย์ และดูดซับรังสีตามความยาวคลื่นจำเพาะของมัน เคิร์ชฮอฟทำแผนภาพสเปกตรัมดวงอาทิตย์ขนาด 8 ฟุตตีพิมพ์โดย Berlin Academy ในปี 1861 และ 1862 ซึ่งครั้งหนึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเป็นผลงานการตีความที่ถูกต้อง และหลังจากนั้นประเด็นเรื่ององค์ประกอบทางเคมีของดวงอาทิตย์ (solar chemistry) นับว่าเป็นศาสตร์แขนงหนึ่ง (Bryant, 2014, pp. 159-161) และมีการทำแผนภาพแถบสเปกตรัมฉบับอื่นๆ ตามมาหลังจากนั้นด้วย

สถานะของความรู้เกี่ยวกับสเปกตรัมที่กล่าวมาโดยย่อ นับเป็นความเคลื่อนไหวสำคัญทางดาราศาสตร์ในศตวรรษที่ 19 เพราะทำให้ความสนใจเกี่ยวกับโคโรนาที่ได้จากผลสังเกตสุริยุปราคาครั้งอื่นๆ มาบรรจบกับเครื่องมือที่จะใช้ทำความเข้าใจเปลวแสงเหล่านั้น ถือเป็นครั้งแรกที่มนุษย์พอจะเข้าถึงองค์ประกอบทางเคมีในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ ซึ่งก่อนหน้านี้จะเป็นเรื่องเกินความคาดหมายอย่างมากและต่อมาได้นำเทคนิคการบันทึกภาพดวงอาทิตย์มาใช้ด้วย ในสุริยุปราคาปี 1868 ในอินเดียและคาบสมุทรมลายู ข้อมูล

เรื่องแถบแสงที่สัมพันธ์กับไอระเหยถูกรายงานโดยผู้สังเกตการณ์หลายๆ ฝ่าย และค่อนข้างเห็นพ้องว่ามีไฮโดรเจนในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ ในคราวนั้น ผู้สังเกตการณ์สองคน คือ แจนส์เซน (Janssen) และล็อกเยอร์ (Lockyer) ได้ข้อค้นพบเดียวกัน แต่ข่าวการค้นพบของล็อกเยอร์ส่งไปถึง Paris Academy of Science ก่อนประมาณ 1 เดือน (Bryant, 2014, pp. 169-171) สุริยุปราคาปี 1868 ก็คือคราวเดียวกับสุริยุปราคา หว้ากอ นั่นเอง เห็นได้ว่าสุริยุปราคาปี 1868 มีความสืบเนื่องกับสุริยุปราคาก่อนหน้านั้นในเรื่องการศึกษาสเปกตรัมซึ่งสั่งสมมาตามลำดับ กับการพัฒนาเชิงเทคโนโลยีทั้งการถ่ายภาพและสเปกโตรสโคปที่นำมาช่วยคลี่คลายความสงสัยเกี่ยวกับเปลวแสงและแถบแสงรอบดวงอาทิตย์

ต่อจากนั้นมีการปรับปรุงอุปกรณ์โดยนำปริซึมมาไว้ด้านนอกของกระจกแทนการสอดไว้บริเวณจุดโฟกัสของสเปกโตรสโคป ผลคือได้ prismatic camera ในปี 1875 ซึ่งแทบจะใช้กับสุริยุปราคาทุกๆ ครั้ง หลังจากนั้น สำหรับ D line ที่พบในปี 1868 เป็นที่ทราบกันว่านั่นไม่ใช่แถบซ้อนกันของโซเดียม แต่มีการหักเหของแสง (refrangible) ต่างไปเล็กน้อย มีการกำหนดแถบ D8 ซึ่งล็อกเยอร์เสนอว่าแถบแสงนี้เป็นผลจากสสารที่เรียกว่าฮีเลียม (Helium) เมื่อพบว่าสเปกตรัมในชั้นบรรยากาศด้านบนของดวงอาทิตย์สัมพันธ์กับธาตุโลหะต่างๆ เพิ่มไปกว่าไฮโดรเจน ฮีเลียม และแคลเซียม จึงมีการอธิบายว่า ความปั่นป่วนในพฤติกรรมของดวงอาทิตย์ (solar activity) เกิดจากภาวะเสียสมดุลชั้น (strata) ด้านล่างปะทุขึ้นมาเป็นครั้งคราว (Bryant, 2014, pp. 172-173, 180) แง่มุมดังกล่าวมีส่วนกระตุ้นการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งกล้องและการถ่ายภาพอย่างมีนัยสำคัญ

สุริยุปราคา หว้ากอ ตามเรื่องเล่าแบบไทยถูกเน้นย้ำในเรื่องการคำนวณการเกิดคราสอย่างแม่นยำ แต่เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในส่วนนี้ ความแม่นยำไม่ใช่ประเด็นหลักของวงการดาราศาสตร์ยุโรปในรอบ 200 ปี นับตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 เพราะการคำนวณสุริยุปราคาล่วงหน้าอยู่ในวิสัยที่ผู้ศึกษาดาราศาสตร์สามารถคำนวณกันมาแล้ว แม้แต่กับบาทหลวงเยซุอิตที่ใช้ความรู้แขนงนี้ในฐานะเครื่องมือประกอบการเดินทาง แต่การสำรวจสุริยุปราคาด้วยมุมมองแบบชุดเหตุการณ์ (series) ชี้ให้เห็นการส่งต่อข้อมูลเป็นระบบกว่าการมองคราสหนใดคนหนึ่งเพียงลำพัง ทั้งยังเห็นบทบาทการทำงานของกลุ่มผู้สนใจปรากฏการณ์นี้และประเด็นค้นคว้าที่ขยับไปสู่ความเข้าใจเรื่องสเปกตรัม โคโรนา แถบมืด หรือการวินิจฉัยธาตุซึ่งเป็นองค์ประกอบเชิงเคมีในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ การมองสุริยุปราคาแบบพหุพจน์จึงช่วยให้เห็นการค้นคว้าต่อเนื่องในประเด็นเหล่านี้ ขณะที่จารีตการบันทึกในหลักฐานของฝ่ายไทยมิได้เอ่ยถึง

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยเสนอกรอบวิเคราะห์แบบไตรภาคีเพื่อชี้ให้เห็นว่า การที่สยามเข้าใจว่าฝ่ายตนได้เรียนรู้องค์ความรู้ตะวันตก ในที่นี้คือดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์ จนถึงขั้นนำไปใช้งานได้เหนือกว่านั้น เป็นข้อสรุปที่พิจารณาแล้วยังขาดความหนักแน่น บางภาคส่วนได้ข้อสรุปนี้จากการเปรียบเทียบแบบทวิภาคีคือเทียบฝ่ายตนกับมิชชันนารีแล้วอนุมานว่ามีชันนารีคือตัวแทนความเป็นตะวันตก มุมมองเช่นนี้ละเลยช่องว่างทางภูมิปัญญาที่มีชันนารีมียุติกับสังคมตะวันตกไปเป็นอันมาก

ผลการวิจัยที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้เผยให้เห็นว่า มิชชันนารีเกี่ยวข้องกับศาสตร์ของผู้ใช้งานโดยมีเป้าหมายเชิงปฏิบัตินิยม พวกเขาสาธิตการใช้งานส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์แต่นั่นต่างไปจากการเข้าใจส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ซึ่งในฐานะผู้ใช้งานไม่ได้รับรู้หรือเข้าใจถึง ในด้านคณิตศาสตร์ องค์ความรู้ในสังคมตะวันตกเติบโตภายใต้ทิศทางฆราวาสนิยม ข้อเสนอทางทฤษฎีโดยนักคณิตศาสตร์ซึ่งค้นคว้าด้านดาราศาสตร์เป็นอิสระจากศาสนาและเทววิทยามากขึ้นโดยลำดับ ถึงแม้มิชชันนารีจะพอใช้งานการคำนวณบางด้านและซึมซับจักรวาล

วิทยาแบบใหม่ในบางแง่มุม แต่พันธะที่พวกเขามีกับความเชื่อทางศาสนาต่างจากนักคณิตศาสตร์ กับดาราศาสตร์ยิ่งเห็นชัดว่ามีความก้าวหน้าทางทฤษฎีอย่างมาก เช่น การอธิบายกำเนิดของระบบสุริยะ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดในข้อมูลดาราศาสตร์ การศึกษาชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ แต่ฐานทฤษฎีของประเด็นเหล่านั้นแยกขาดจากการใช้ข้อมูลดาราศาสตร์เพื่อการเดินเรือ มิฉะนั้นารสัมพันธ์กับองค์ความรู้ในกรอบที่จำกัดและไม่อาจกล่าวได้ว่าพวกเขาเป็นตัวแทนภูมิปัญญาตะวันตก

จากพื้นฐานที่กล่าวมา ผู้วิจัยขออภิปรายปฏิสัมพันธ์ทางภูมิปัญญาและปมปัญหาซึ่งเกิดกับการอธิบายประวัติศาสตร์ไทยกระแสหลักช่วงศตวรรษที่ 19 ในประเด็นดังต่อไปนี้

ก. การสนใจสุริยุปราคาแบบเอกพจน์และปัญหาเชิงประวัติศาสตร์นิพนธ์

เอกสารหลักฐานซึ่งบันทึกเรื่องสุริยุปราคา หัวข้อ ส่งผลต่อการเขียนประวัติศาสตร์ของไทยอย่างยาวนานแม้จะล่วงเข้าสู่ศตวรรษใหม่แล้วก็ตาม ในทัศนะของผู้วิจัย ความสนใจเหตุการณ์นี้แบบเอกพจน์ (คือไม่พิจารณาร่วมกับคราสในครั้งอื่นๆ) ก่อให้เกิดภาวะหมกมุ่นในเรื่องความแม่นยำ (obsession with precision)

เริ่มจากบันทึกหลักฐานฝั่งสยามซึ่งสามารถแบ่งระหว่างเอกสารที่เขียนขึ้นก่อนเกิดเหตุการณ์สุริยุปราคา (18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 / ค.ศ. 1868) กับเอกสารที่บันทึกภายหลังจากเหตุการณ์ ก่อนเกิดสุริยุปราคามีเอกสาร 1) ประกาศมหาสงคราม ปีมะโรงสัมฤทธิ์ศก รวเดือนเมษายน พ.ศ. 2411 2) ประกาศสุริยุปราคาหมดดวง ออกประกาศ ณ วันพฤหัสบดี เดือน 9 แรม 3 ค่ำ ปีมะโรงสัมฤทธิ์ศก ตรงกับ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2411 และ 3) พระราชหัตถเลขา ลงวันที่ 15 สิงหาคม 2411 ซึ่งมีผู้ค้นพบและนำมาเปิดเผยภายหลัง (ธวัชชัย, 2548) ส่วนหลังเหตุการณ์ มีเอกสาร 4) กระแสรับสั่งรัชกาลที่ 4 เรื่องสุริยุปราคา เมื่อปีมะโรง พ.ศ. 2411 กับ 5) จดหมายเหตุเสด็จหัวเรือ ปีมะโรง พ.ศ. 2411 บันทึกโดยเจ้าพระยาทิพากรวงศ์ รวมแล้วมีเอกสารหลักฐานที่เขียนขึ้นจากฝ่ายสยาม 5 รายการ

นอกจากนี้หลักฐานที่ชาวต่างชาติบันทึกไว้ ขึ้นแรกที่แปลเป็นไทยคือ จดหมายเหตุเรื่องเซอร์ แฮร์รี ออด เจ้าเมืองสิงคโปร์ไปเฝ้าสมเด็จพระเจ้าแผ่นดินสยามในรัชกาลก่อนที่ตำบล หัววาน ซึ่งเจ้าหน้าที่ฝ่ายอังกฤษน่าจะบันทึกไว้หลังเหตุการณ์แต่กว่าจะแปลเป็นไทยก็ล่วงถึงปี พ.ศ. 2463 (ประชุมพงศาวดารภาค 19, 2463) กับบันทึกของเมอซีเออร์สเตอเฟอ (Stephan) หัวหน้าคณะนักดาราศาสตร์ฝรั่งเศส ซึ่งมีผู้ไปศึกษาในภายหลัง (ภูธร, 2545) กับมีความบางส่วนในบันทึกของหมอบรัดเลย์ (Bradley, 1981)

ทั้งหมดนำไปสู่ข้ออภิปรายโดยลำดับ ได้แก่

1. หลักฐานเอกสารฝ่ายไทยต่างระบุเรื่องเวลาเกี่ยวกับคราส แต่ไม่มีเอกสารรายการใดเลยที่คำนวณผลไว้ตรงกันทั้งหมด ส่วนมากแตกต่างกันในระดับนาที่ และทุกชิ้นไม่ได้แสดงวิธีการคำนวณไว้ เฉพาะพระราชหัตถเลขา ลงวันที่ 15 สิงหาคม 2411 ที่ระบุว่าทรงใช้วิธีตรีโกณมิติกับวิธีโปรเจกภาพ ซึ่งได้ผลคำนวณต่างกัน แต่นั่นเพียงเอ่ยชื่อวิธีคำนวณทั้งสองแบบโดยเอกสารไม่แสดงวิธีคำนวณเอาไว้

2. หลักฐานเอกสารฝ่ายไทยทั้งหมดมิได้บันทึกท่าทีของรัชกาลที่ 4 แต่การแสดงความพอพระทัยของรัชกาลที่ 4 เรื่องการคำนวณแม่นยำ ปรากฏในหลักฐานของต่างชาติทั้งเซอร์แฮร์รี ออด สเตอเฟอ และบริดเลย์ แต่ไม่มีกรณีใดเลยที่ระบุถึงการนำผลคำนวณฝั่งสยามกับต่างชาติไปเปรียบเทียบกันผ่านเอกสาร

3. จากหลักฐานทั้งหมด มีเพียงจดหมายเหตุเสด็จหัวเรือของเจ้าพระยาทิพากรวงศ์ ที่ระบุย้อนไปว่ารัชกาลที่ 4 ทรงคำนวณสุริยุปราคาล่วงหน้าไว้ 2 ปี ตั้งแต่ปีชาล (พ.ศ. 2409) แต่เป็นการกล่าวขึ้นโดยไม่มีหลักฐานอ้างอิงประกอบเช่นกัน (เสรี, 2562) เน้นอนว่าไม่ปรากฏหลักฐานแสดงผลการคำนวณและวิธีคำนวณเมื่อปีชาล

4. รัฐไทยอาศัยงานของ ชาว เหมือนวงศ์ เป็นผลงานหลักที่ใช้อ้างต่อๆ กันว่ารัชกาลที่ 4 ทรงคำนวณ สุริยุปราคาอย่างแม่นยำโดยนำผลคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ที่ชาวเสนอไปเทียบว่าตรงกับผลคำนวณของรัชกาลที่ 4 (ขาว, 2562) แต่มีงานวิชาการระยะหลังที่เห็นว่า ข้อเขียนของชาวขาดความคงเส้นคงวาและพยายามเน้น ผลลัพธ์ให้ตรงกับผลที่ทรงคำนวณ โดยไม่สามารถยืนยันว่าทรงใช้วิธีการใด (เสรี, 2562) โดยรวมแล้ว งาน วิชาการเห็นพ้องกันว่าทรงคำนวณคราสด้วยพระองค์เอง แต่น่าจะต้องทรงใช้ข้อมูลที่ได้จากตะวันตกด้วย อาทิ น่าจะทรงใช้แผนที่แนวคราสเนื่องจากสยามยังไม่เคยสำรวจเส้นสมมติทางภูมิศาสตร์เอง (ลอย, 2562) หรือ ต้องใช้ข้อมูลจาก Nautical almanac ของตะวันตกเพราะบุคลากรฝ่ายสยามคนอื่นๆ ในรัชกาลถัดมาก็ใช้ แนวทางนี้ (วรพล, 2562) เป็นต้น

5. มีข้อเท็จจริงที่มักจะอ้างผิดพลาดต่อๆ กัน เรื่องการเชิญคณะของฝรั่งเศสมาเป็นประจักษ์พยานใน เหตุการณ์สุริยุปราคาโดยนำมาจากบันทึกของบริดเลย์ (Bradley, 1981, p. 148) มีการตีความต่ออีกว่าเป็น กุศโลบายให้มหาอำนาจขณะนั้น คือ อังกฤษและฝรั่งเศส เกรงใจ เมื่อเห็นความสำเร็จของสยาม แต่มีหลักฐาน ที่ชัดเจนว่า ข้อมูลเส้นทางคราสของสุริยุปราคา ค.ศ. 1868 เผยแพร่มาก่อนและชาติตะวันตกต่างๆ ส่งคณะไป ยังจุดสังเกตในเอเชียตามแนวเส้นทางคราส โดยคณะของสโตฟองถูกส่งมายังสยามและเป็นฝ่ายขออนุญาต จากทางการสยามเพื่อเข้ามา (Orchiston and Orchiston, 2017)

กล่าวโดยรวม ประวัติศาสตร์นิพนธ์ไทยสนใจสุริยุปราคา หว่ากอ แบบเอกพจน์ แม้จะมีสุริยุปราคา อีกหลายครั้ง ไม่ว่าบนแผ่นดินสยามหรือที่อื่นๆ แต่ก็มีได้ริเริ่มนำปรากฏการณ์ครั้งอื่นๆ มาพิจารณาเทียบเคียง ในเชิงประวัติศาสตร์ เอกสารร่วมสมัยของสยามซึ่งเน้นที่การคำนวณคราสและท่าทีของรัชกาลที่ 4 ในบันทึก ต่างชาติ ส่งผลให้ประวัติศาสตร์นิพนธ์ไทยหลังจากนั้นอยู่ภายใต้ภาวะหมกมุ่นเรื่องความแม่นยำและเรื่องเล่า กระแสหลักก็เน้นย้ำจุดเดียวกัน แต่การยึดถือความสำเร็จที่นิยามไว้เองกลับกลายเป็นพาดานทางความคิด และตีความสิ่งซึ่งบันทึกในหลักฐานของฝ่ายไทยว่าเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของดาราศาสตร์ในศตวรรษที่ 19 ทั้งที่ตามหลักฐานของตะวันตก การคำนวณคราสล่วงหน้าเป็นข้อปฏิบัติปกติไปแล้วในเวลานั้น อีกทั้งทำให้การ กล่าวถึงพัฒนาการทางดาราศาสตร์ของสยามได้ตัดตัวเองออกจากความเคลื่อนไหวภายนอก ข้อค้นคว้าและ ทฤษฎีทางดาราศาสตร์ในศตวรรษที่ 19 ที่งานวิจัยเอ่ยมากลับอยู่นอกพาดานความรับรู้ของสยาม

ข. สถานะภูมิปัญญาของมิชชันนารี

มิชชันนารีมีภารกิจพื้นฐานในการเผยแผ่ศาสนาคริสต์และมีโอกาสถ่ายทอดความรู้สมัยใหม่หลาย เรื่องให้กับชาวสยามด้วย รูปลักษณ์ของพวกเขาแตกต่างจากชาวสยามอย่างสิ้นเชิง ส่วนความรู้สมัยใหม่ วัตถุ ทางเทคโนโลยี และศาสนา ที่พวกเขานำมาล้วนแต่เป็นผลผลิตที่มีได้มีอยู่แต่เดิมในสังคมไทย องค์ประกอบ ทั้งหมดที่ร่ายรอบคนกลุ่มนี้ล้วนแสดงถึงความเป็นอื่น ในประวัติศาสตร์ไทยกระแสหลักจึงคุ้นเคยที่จะยึดถือ มิชชันนารีว่าเป็นตัวแทนของวัฒนธรรมตะวันตก¹² แต่เมื่อนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์เพิ่มเติมจะสะท้อนให้เห็น ว่า กรอบคิดเรื่องมิชชันนารีเป็นตัวแทนของความเป็นตะวันตกนั้นมีปัญหาเนื่องจากขาดความเข้าใจที่รอบด้าน และก่อให้เกิดช่องว่างทางภูมิปัญญาเมื่อสังคมไทยเปรียบเทียบกับตนเองกับตะวันตก

ทวิศักดิ์ (2561) เคยเสนอประเด็นเรื่องสยามในอดีตใช้กลวิธีแบ่งความรู้ทางโลกย์กับทางธรรม เพื่อ เรียนรู้ความรู้ตะวันตกอย่างสะดวกใจโดยไม่รู้สีกว่าตนด้อยกว่า เพราะความรู้ทางโลกย์นั้นเรียนเพื่อให้เกิดการใช้การได้ เท่าทันกัน แต่ในทางธรรมสยามมีพุทธศาสนาซึ่งจริงแท้และเหนือกว่าแล้ว ต้นตอการแบ่งแยกดังกล่าวมาจาก

¹² ในที่นี้หมายถึง กลุ่มงานเขียนประวัติศาสตร์ไทยกระแสหลักและส่วนที่เป็นความทรงจำสาธารณะในสังคม มิได้หมายรวมถึง นักวิชาการกับงานวิชาการที่เขียนถึงประวัติศาสตร์ไทยในเชิงวิพากษ์

ปฏิสัมพันธ์กับมิชชันนารีโดยย้อนไปที่การโต้ตอบผ่านหนังสือจดหมายเหตุฯ The Bangkok Recorder บัดเลย์เคยใช้ยุทธศาสตร์ซึ่งผูกคริสต์ศาสนาเข้ากับความจริงญต่างๆ เพื่อเป็นเหตุสนับสนุนให้สยามเข้ารับและบ้านเมืองจะเจริญรุดหน้าดังเช่นตะวันตก แต่ก็มีกรเขียนแย้งจากฝ่ายสยามที่ใช้กลวิธีแยกความรู้ทางโลกย์กับทางธรรมออกจากกัน พร้อมทั้งแย้งว่าคัมภีร์ศาสนาเองไม่ได้บรรจุความรู้เหล่านั้นไว้¹³

นอกจากนี้ ปัญญาชนสยามคนสำคัญ คือ เจ้าพระยาทิพากรวงศ์ ยังเขียน *หนังสือแสดงกิจจานุกิตย* ภายใต้กลวิธีการแบ่งแยกแบบเดียวกัน และได้แย้งเรื่องความเหนือกว่าของพุทธศาสนา (ธงชัย, 2562, น. 32) ในหนังสือนี้วิพากษ์เรื่องที่มีชนนารีผู้กคริสตศาสนาเข้ากับความรู้สมัยใหม่เช่นกัน โดยรวมแล้วการโต้แย้งในช่วงศตวรรษที่ 19 ฝ่ายสยามประเมินชัยชนะจากการยืนยันได้ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ในรูปของวิทยาการความรู้ใหม่ๆ) ไม่จำเป็นต้องนับถือคริสต์ และตีความไปถึงว่าไม่จำเป็นที่สยามต้องผันตัวกลายเป็นตะวันตกผ่านการเข้ารับิตตามมิชชันนารี

ประเด็นหลักที่ได้จากกรอบไตรภาคีคือ การผูกให้คริสต์ศาสนาเป็นสาเหตุ (cause) ของวิทยาศาสตร์ และวิทยาการสมัยใหม่เป็นวาทกรรมของมิชชันนารีเพราะต้องการให้ตอบรับทั้งศาสนาและวิทยาการไปด้วยกัน แต่ข้ออ้างนี้ไม่สามารถใช้กับสังคมตะวันตกในศตวรรษที่ 19 ซึ่งการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์รวมถึงตัวอย่าง ผลงานดาราศาสตร์ที่เอามาในบทความไม่ได้ตั้งต้นด้วยการอ้างอิงความถูกต้องจากศาสนา แต่มีแนวโน้มเป็น ฆราวาสนิยมมากขึ้น เหลือเพียงมิชชันนารี (ทั้งคาทอลิกและโปรเตสแตนต์) เท่านั้นที่พยายามเหนี่ยวรั้งความ เปลี่ยนแปลงผ่านวิธีให้เหตุผลดังเช่นที่บริดจ์แสดงออก

ดังนั้น ยุทธวิธีที่ปัญญาชนสยามแยกวิทยาการความรู้ออกจากคริสต์ศาสนาจึงบังเอิญไปสอดคล้องกับกระแสความเป็นไปในยุโรป ซึ่งแทบไม่ได้เถียงกันอีกแล้วว่าศาสนาเป็นบ่อเกิดของความรู้ในกลุ่มที่มีชนนารีนำมาเผยแพร่หรือไม่ โดยเฉพาะศาสตร์ของผู้ใช้งาน (และความรู้อื่นๆ ที่สมัยนั้นถือเป็นภาวีสัย) ความระแวงเรื่องการผูกคริสต์ศาสนาเข้ากับวิทยาศาสตร์เป็นบริบทของสังคมไทยเองอันเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ซึ่งมีมิชชันนารีเป็นตัวกลาง ไม่ใช่ปมปัญหาของโลกตะวันตกในศตวรรษที่ 19 การแยกความรู้ทางโลกยกกับทางธรรมจะไม่เป็นประเด็นต้องถกเถียงกับกรอบมโนปัญญตะวันตกที่ต้นทาง

กระแสการทบทวนและตรวจสอบคริสต์ศาสนาดำเนินมาตลอดตั้งแต่เข้าสู่สมัยใหม่ พระคัมภีร์ถูกอ่านใหม่ด้วยกรอบการวิเคราะห์ที่ต่างไป แม้แต่การศึกษาของศาสนจักรยังต้องเปิดสอนวิทยาการสมัยใหม่แม้จะยังเรียนเทววิทยาไปด้วย สยามในขณะนั้นไม่ได้ทราบภูมิหลังเหล่านี้มากนัก นอกจากนี้ การแบ่งแยกความรู้สมัยใหม่ออกจากคริสต์ศาสนาเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับสังคมอื่นเช่นกัน มีการสำรวจพบว่าญี่ปุ่น จีน ฮ่องกง เปิดรับและใช้งานความรู้ตะวันตกโดยคงฐานความเชื่อแบบของตนไว้และไม่ได้หันไปนับถือคริสต์ (Storey, 1996, p. xx-xxi) แม้แต่แถบเบงกอลก็เรียนรู้ทางด้านวัตถุจากตะวันตก แต่อ่อนรักรัษฎาปัญญทางจิตวิญญาณของตนไว้ในแง่แก่นแท้ของชาติ (ธงชัย, 2562, น. 33-36) ทั้งหมดนี้บ่งชี้ว่า จุดยืนของมิชชันนารีไม่เพียงพอจะตัวแทนของความเป็นไปในโลกตะวันตก และยุทธวิธีที่ปฏิเสธคริสต์ศาสนาแต่รับเลือกรับเรื่องที่ตนใช้ประโยชน์

¹³ งานของทวิศักดิ์ (2561) ศึกษาปฏิกิริยาที่ชนชั้นนำสยามมีต่อมิชชันนารี การถือเอามิชชันนารีเป็นตัวแทนภูมิปัญญาตะวันตกเป็นข้อวิเคราะหตามการแสดงออกของชนชั้นนำสยามในเวลานั้น แต่ไม่ใช่จุดยืนของทวิศักดิ์

อย่างไรก็ตาม ในงานชิ้นดังกล่าวมีบทที่ชื่อ ‘การทำให้ตะวันตกเป็น “ตะวันออก” ของสยาม: การ “จัดการ” กับความรู้สมัยใหม่ของตะวันตก’ แม้จะใช้คำที่กว้าง (ตะวันตก กับ ตะวันออก) แต่เนื้อหาในบทกล่าวถึงข้อถกเถียงระหว่างปัญญาชนสยามกับมิชชันนารีเท่านั้น มิได้เอ่ยถึงชาวตะวันตกกลุ่มอื่น สะท้อนถึงข้อจำกัดในการเลือกตัวแสดงฝ่ายตะวันตก เพราะหากต้องการเปรียบเทียบกับตะวันตกในภาพรวม (ให้สอดคล้องกับข้อบพ) ก็น่าที่จะนำตัวแสดงอื่นซึ่งมีบทบาทเชิงภูมิปัญญามาวิเคราะห์ได้ด้วย กรอบไตรภาคีตามที่เสนอไว้ในวิธีวิจัยของบทความนี้จึงช่วยให้เห็นข้อจำกัดของประสบการณ์ซึ่งเกิดกับสยามได้ชัดเจนขึ้น

ได้เป็นเงื่อนไขที่เกิดกับสังคมอื่นๆ ด้วย ซึ่งไม่จำเป็นที่จะต้องอาศัยการแบ่งแยกความรู้ทางธรรมเนียมแบบพุทธศาสนาเท่านั้น

ค. ความรู้ที่ไม่ได้รู้

คำเล่าขานว่าดาราศาสตร์เป็นชัยชนะทางวิทยาศาสตร์สาขาแรกที่ยามมีเหนือชาวตะวันตก ชวนให้คล้อยตามไปว่าสยามต้องเรียนรู้ศาสตร์แขนงนี้ได้แจ่มแจ้งแล้ว แต่เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัย นักคณิตศาสตร์และผลงานค้นคว้าของพวกเขาเป็นตัวแทนของดาราศาสตร์ในฝั่งทฤษฎี เป็นความรู้ในกลุ่มซอฟต์แวร์ซึ่งอยู่ในมือของผู้พัฒนาองค์ความรู้และมีนัยของการค้นพบ (discovery) ทั้งงานของ ลาปลาซ เลอซีองดอร์ และเกาส์ แสดงการค้นพบวิธีการ (method) จัดการข้อมูลและข้อสมมติ (assumption) เกี่ยวกับการกระจายข้อมูลภายใต้ทฤษฎีความน่าจะเป็น นำไปสู่ Central limit theorem กับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กรอบการทำงานเหล่านี้สะท้อนความรู้แบบโลกวิสัย มีเบื้องหลังทางทฤษฎีมากำกับ และจะต้องมองเห็นความเกี่ยวพันเชิงนามธรรมระหว่างดาราศาสตร์กับความรู้ด้านคณิตศาสตร์และสถิติ

พ้นไปจากนักคณิตศาสตร์ กลุ่มนักดาราศาสตร์ที่ศึกษาปรากฏการณ์สุริยุปราคาที่มีนัยการทำงานเน้นที่การค้นพบเช่นกัน เห็นได้จากการเปิดเผยองค์ประกอบทางเคมีบนพื้นผิวดวงอาทิตย์ แต่ชุดเหตุผลและแนวทางการทำงานตามที่กล่าวมาไม่ปรากฏกับกลุ่มมิชชันนารี สิ่งซึ่งมิชชันนารีถ่ายทอดอยู่ในกลุ่มฮาร์ดแวร์เพื่อใช้งานเชิงปฏิบัติ ข้อมูลดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพวกเขาเป็นส่วนประกอบในเทคนิคการเดินเรือ เน้นสถิติใช้งานเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในตัวพวกเขา หากพิจารณาอย่างถี่ถ้วนตามบริบท เหตุที่สยามอยู่ในภาวะหมกมุ่นเรื่องความแม่นยำก็พอเข้าใจได้ว่าเป็นผลพวงจากแนวทางสถิติใช้งานที่รับจากมิชชันนารีนั่นเอง

นอกจากนี้ เมื่อตรวจสอบหลักฐานเกี่ยวกับคณะสำรวจฝรั่งเศสนำโดยสเตอเฟอที่ขออนุญาตเข้ามาสังเกตสุริยุปราคา คณะดังกล่าวนำอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการสังเกตโคโรนาบนพื้นผิวดวงอาทิตย์มาด้วย แล้วแบ่งให้นักดาราศาสตร์ทำหน้าที่ประจำอุปกรณ์แต่ละชิ้น (Orchiston & Orchiston, 2017, pp. 306-309) ยืนยันถึงจุดสนใจที่เลยไปว่าการคำนวณเวลาเกิดสุริยุปราคา การทำงานของคณะเกิดขึ้นในเวลาและสถานที่เดียวกันกับฝ่ายสยาม แต่ผลการศึกษายอยู่นอกความรับรู้ของฝ่ายสยามอย่างสิ้นเชิง ปฏิเสธไม่ได้ว่าฮาร์ดแวร์ที่รับมาจากมิชชันนารีไม่ได้เปิดทางให้มุมมองเหล่านี้อยู่ในความรับรู้ของสยามมาก่อน

อีกหนึ่งประเด็นที่เข้าข่ายความรู้ที่ไม่ได้รู้คือ almanac โดยพื้นฐาน almanac เป็นเครื่องมือ (tool) ประกอบการคำนวณเพราะให้ข้อมูลตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ในวันต่างๆ เหตุที่มีการแปลคำนี้ว่า ปุณ หรือ ปฏิทิน ก็เนื่องจากข้อมูลจะนำเสนอเป็นลำดับไล่เป็นวันๆ เช่น หากมองเห็นเทหวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ในคืนหนึ่ง ถัดไปอีก 1 คืนจะเห็นได้ในตำแหน่งใด แล้วแสดงผลคำนวณไปอย่างต่อเนื่อง ใช้วันเป็นตัวอ้างอิงว่าตำแหน่งการเคลื่อนที่จะขยับย้ายไปเรื่อยๆ อย่างไร การวัดแดดวัดดาวส่วนหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลจากพื้นที่จริงมาเทียบเคียงกับ almanac เมื่อถึงศตวรรษที่ 19 ความรู้และทฤษฎีในโลกตะวันตกมีมากพอให้คำนวณวิถีโคจรได้ล่วงหน้า almanac จึงจัดทำขึ้นล่วงหน้าเสมอ

ภูธร (2545, น. 24) อธิบายว่า almanac เริ่มเผยแพร่ในสยามโดยมิชชันนารีชาวอเมริกันจัดทำ The Almanac and Astronomy เมื่อ พ.ศ. 2386 แล้วบริดเลย์แปลเป็นภาษาไทย ซึ่งพระภิกษุเจ้าฟ้ามงกุฏขณะนั้นโปรดมากและขอรับหนังสือไปด้วย หลังจากนั้น มิชชันนารีเคยพิมพ์ปฏิทินประจำปีเผยแพร่พร้อมใบปลิวพระคัมภีร์ มีผู้หามาครอบครองและตื่นตาตื่นใจที่ปฏิทินพยากรณ์สุริยุปราคา ค.ศ. 1847 (พ.ศ. 2390) ไว้ถูกต้องกว่าโหราพื้นเมือง จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่าชาวตะวันตกเผยแพร่ข้อมูลสุริยุปราคาล่วงหน้าให้ชาวสยามทราบตั้งแต่รัชกาลที่ 3 และมิชชันนารีใช้ almanac เป็นส่วนหนึ่งเพื่อแสดงความเหนือกว่าทางวิทยาการ

ผลผลิตนี้ดึงดูดความสนใจฝ่ายสยามให้อยากเทียบเคียง โดยรัชกาลที่ 4 ทรงประดิษฐ์กระดานปักขคมนาซึ่งใช้คำนวณปฏิทินเทียบจันทรคติกับสุริยคติ (ลอย, 2562, น. 196-198) และด้วยรูปแบบ almanac ที่พยากรณ์เหตุการณ์ทางดาราศาสตร์ล่วงหน้าดังที่กล่าวมานั้น เมื่อเทียบกับที่รัชกาลที่ 4 ทรงออกประกาศมหาสงกรานต์ในช่วงรัชสมัยกับระบุงถึงคราสที่จะเกิดในปีนั้นๆ ไว้ในประกาศด้วย ก็นับว่าคล้ายคลึงกับรูปแบบของ almanac เป็นอันมาก งานของวรพล (2562) บ่งชี้ว่า ชนชั้นนำสยามในสมัยรัชกาลที่ 5 ใช้งาน almanac กันทั่วไปในการคำนวณดาราศาสตร์

แม้ almanac จะเป็นผลผลิตหนึ่งที่ฝ่ายสยามเคยไล่ตามมิชชันนารีด้วย แต่เมื่อย้อนดูในสังคมตะวันตก (โดยนำข้อมูลมาจากกรณีของอังกฤษ) พบว่า almanac นั้นผลิตขึ้นโดยผู้คนหลากหลายในสังคมตะวันตกซึ่งรับข้อมูลแล้วไปคำนวณต่อ เป็นการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนนัก อาศัยเลขคณิตพื้นฐาน แต่เป็นงานที่กินเวลาเพราะตัวเลขปัจจัยที่ใช้คำนวณมีจำนวนมาก ผู้ผลิตต้องวางระบบกระจายงานและระบบตรวจสอบ เมื่อรวบรวมกลับมาก็ตีพิมพ์เป็นเล่มเพื่อจำหน่าย (Croarken, 2009) สำหรับนักเดินเรือและผู้ใช้งานจะไม่ทราบกระบวนการเบื้องหลังที่กล่าวมา แต่สะท้อนว่าผลผลิตนี้มีบทบาทของสามัญชนมาเกี่ยวข้อง พวกเขาใช้ทักษะการคำนวณที่มีได้ลุ่มลึกในเชิงทฤษฎีแต่ต้องจัดการกับข้อมูลตัวเลขจำนวนมากและเป็นแหล่งรายได้หนึ่งบทบาทนี้ต่างไปจากนักทฤษฎีดาราศาสตร์แต่ก็เป็นบทบาทที่ขาดเสียไม่ได้ นโยบายใช้ almanac ในเชิงแข่งขันทางความรู้อาจเป็นปัญหาวิภาคระหว่างมิชชันนารีกับชนชั้นนำสยาม แต่บนภาคพื้นทวีปยุโรป ขั้นตอนการทำงานเพื่อผลิต almanac ดังที่กล่าวมาไม่แสดงถึงนัยด้านการแข่งขัน

ง. ว่าด้วยความมีเหตุผล

ข้ออภิปรายสุดท้ายเกี่ยวข้องกับการวิพากษ์จุดยืนทางภูมิปัญญา ภายใต้คำถามว่า เมื่อเปิดรับความรู้แบบวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้คนหรือสังคมหนึ่งๆ สมควรต้องแสดงออกต่อเรื่องต่างๆ ด้วยความมีเหตุผลเสมอไปหรือไม่ โดยเฉพาะเมื่อเข้าใจเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก็จะละทิ้งความหลงผิดเดิมๆ เช่น เข้าใจว่าคราสเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่อธิบายได้ก็ละเลิกความเชื่อเรื่องราหู เข้าใจที่มาของโรคและวิธีป้องกันก็ละเลิกความเชื่อเรื่องการป่วยเพราะผีสาง

พิพัฒน์ (2560, น. 320-321) ต้องการอธิบายว่า รัชกาลที่ 4 ซึ่งดูจะทรงเป็นตัวอย่างสำคัญในการรับวิทยาศาสตร์สมัยใหม่อย่างชัดเจนที่สุดในประวัติศาสตร์ช่วงศตวรรษที่ 19 เหตุใดจึงยังมีบันทึกหลักฐานกิจกรรมของพระองค์ที่เกี่ยวกับไสยศาสตร์ โหราศาสตร์ ความเชื่อเรื่องผี ไปจนถึงทรงปฏิเสธการรักษาพยาบาลด้วยยาฝรั่ง (ควินิน) ซึ่งพิพัฒน์อภิปรายไว้ว่า การรับวิทยาการตะวันตกและใช้สิ่งเหล่านั้นเป็นเครื่องมือเพื่อบรรลุเป้าหมายในเชิงปฏิบัติ ไม่ได้หมายความว่าต้องละทิ้งความรู้เดิมในฝั่งความเชื่อไปเสียทั้งหมดหรือจะต้องเกิดการแตกหักเด็ดขาดไปเสียหมด การกระทำที่ประมวลจากพระราชนิยมต่างๆ จึงตั้งอยู่บนเหตุผลทางความเชื่อที่ต่างไปจากเหตุผลแบบวิทยาศาสตร์ หรือก็คือ ความเป็นเหตุผลเชิงคุณค่า (Value rationality) ยังคงมีบทบาทต่อการแสดงออกหากผู้กระทำยังเชื่อและยึดถือตามคุณค่านั้น ถึงแม้ความเป็นเหตุผลเชิงเครื่องมือ (Instrumental rationality) จะเข้ามามีบทบาททางความคิดในบางเรื่องราวแล้วก็ตาม

นอกจากบทวิเคราะห์ข้างต้น ผลการวิจัยน่าจะเพิ่มมุมมองที่ช่วยให้เข้าใจสถานการณ์ดังกล่าวได้ดีขึ้น หากใช้กรอบการมองแบบไตรภาคีกลับไปพิจารณาความเคลื่อนไหวในประวัติศาสตร์ตะวันตกด้วย กล่าวคือการเรียนรู้จากมิชชันนารีเน้นส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์แต่ไม่ช่วยให้เข้าใจการเติบโตของวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง วิทยาศาสตร์ในความหมายกว้างนั้นครอบคลุมความรู้ลึกยออีกหลายแขนงซึ่งได้คำตอบเรื่องต่างๆ ไม่พร้อมกัน เช่น จักรวาลวิทยาแบบนิวตันเป็นผลงานเด่นในช่วงศตวรรษที่ 17 และเผยแพร่ไปก่อน แต่เรื่องสำคัญๆ อย่างทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าหรือทฤษฎีวิวัฒนาการมาเผยตัวเด่นชัดในศตวรรษที่ 19 แสดงถึงการทิ้งช่วงห่าง

จึงเป็นปกติที่ผู้คนจำนวนหนึ่งในศตวรรษที่ 17-18 อาจเชื่อมั่นข้อเท็จจริงใหม่เกี่ยวกับระบบสุริยะแล้ว แต่พวกเขาไม่เข้าใจเรื่องไฟฟ้า พวกเขายังเชื่อสนิทใจว่าพระเจ้าสร้างโลกและสร้างมนุษย์เพราะการศึกษารัศมีวิทยา และการสืบค้นเรื่องบรรพชีวิตร้ากว่านิวตันเป็นศตวรรษ แปลว่าการขยายตัวขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรพิจารณาแยกเป็นเรื่องๆ มากกว่าจะผูกมัดทั้งหมดเข้ากับคำว่าวิทยาศาสตร์ในความหมายกว้างเพียงคำเดียว แม้วิทยาศาสตร์ก้าวขึ้นมามีบทบาททางความคิดในช่วงสมัยใหม่แต่ก็ไม่ใช่ว่าการแทนที่โดยหักล้างระบบคิดทั้งหมดทุกเรื่องในคราวเดียว

มิชชันนารีนับเป็นภาพแทนความเคลื่อนไหวในทิศทางดังกล่าว เพราะสิ่งที่พวกเขานำติดตัวไปนั้น เกิดจากการเลือกสรร บางเรื่องพวกเขาเลือกเรียนรู้เพราะนำไปใช้งานได้จริง ขณะเดียวกันก็รักษาความเชื่อทางศาสนาของตนอย่างเหนียวแน่น และไม่มีทางที่มิชชันนารีจะเป็นตัวแทนของวิทยาศาสตร์ได้เลยเมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริงว่า องค์ความรู้หลายแขนงมีจังหวะการเปิดตัวและขยายตัวสู่ภายนอกไม่พร้อมกัน อีกทั้งบางเรื่องขัดแย้งกับชุดเหตุผลทางเทววิทยาและมีความรู้พอกพูนขึ้นระหว่างศตวรรษเกินกว่าจะดูดซับไว้ได้ทั้งหมด การอนุมานว่ามิชชันนารีเป็นตัวแทนที่จะให้ภาพวิทยาศาสตร์ในความหมายกว้างจึงเป็นเรื่องที่เกินจริง และด้วยข้อเท็จจริงเดียวกันนี้ก็ไม่ควรอนุมานใช้คำว่าวิทยาศาสตร์ในความหมายกว้างกับสถานการณ์ของปัญญาชนสยามในศตวรรษที่ 19 เช่นเดียวกัน เพราะส่วนที่สยามซึมซับรับรู้มาก็ไม่เพียงพอจะให้เข้าใจเส้นทางเติบโตของวิทยาศาสตร์ในสังคมตะวันตกตามที่กล่าวมา ความลักลั่นจึงเกิดกับคู่กรณีทั้งสองฝ่ายโดยต่างแสดงออกด้วยการไม่ละทิ้งความเชื่อเดิมที่ขัดแย้งกับวิทยาศาสตร์

บทสรุป

กรณีสุริยุปราคา หัววกอ มีเอกสารหลักฐานทางประวัติศาสตร์ตามจารีตของฝ่ายไทย หลักฐานในกลุ่มนี้ไม่เพียงใช้บอกเล่าเหตุการณ์สุริยุปราคาเท่านั้น แต่ขอบเขตความรู้ที่ปรากฏในหลักฐานซึ่งมีผู้ศึกษาอ้างอิงต่อๆ กันมากลายเป็นเพดานความรู้ด้านดาราศาสตร์ในศตวรรษที่ 19 ตามกรอบการศึกษาประวัติศาสตร์ไทยกระแสหลัก มุมมองซึ่งฝังตัวในหลักฐานกลุ่มดังกล่าวส่งอิทธิพลต่อแนวโน้มประวัติศาสตร์นิพนธ์ไทยเป็นอย่างมาก ที่สำคัญ การนิยามความเป็นตะวันตกหรือนิยามขอบเขตทางภูมิปัญญาในบางประเด็นของตะวันตกถูกส่งต่อจากหลักฐานเหล่านี้ด้วย

อย่างไรก็ตาม กรอบการวิเคราะห์แบบไตรภาคีซึ่งนำความเคลื่อนไหวบนภาคพื้นทวีปยุโรปมาร่วมพิจารณาได้ชี้ให้เห็นว่า ดาราศาสตร์ในโลกตะวันตกมีมิติที่เกี่ยวพันกับการค้นพบทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก และเมื่อคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ปัญหาจากดาราศาสตร์สร้างความท้าทายถึงระดับทฤษฎีและนำไปสู่นวัตกรรมสำคัญทางสถิติคือวิธีกำลังสองน้อยที่สุด แต่ในกรอบทวิภาคีอันมีนักเดินเรือและมิชชันนารีเป็นคู่เทียบ การคำนวณตำแหน่งเดินเรือ เทียบเวลาและพิภคภูมิศาสตร์ให้แม่นยำ โดยอาศัยข้อมูลทางดาราศาสตร์ นับเป็นความสำเร็จในฝั่งศาสตร์ของผู้ใช้งานเท่านั้น ไม่ใช่การค้นพบ การคำนวณการเกิดสุริยุปราคาไม่ขึ้นกับข้อค้นพบว่ามีฮีเลียมบนดวงอาทิตย์หรือไม่ หรือการค้นพบดาวเคราะห์น้อยก็ไม่กระทบต่อการเดินเรือเท่ากับที่ท้าทายความถูกต้องของทฤษฎีแรงดึงดูด หากไม่พิจารณาแบบไตรภาคีย่อมไม่อาจรับรู้ถึงความเคลื่อนไหวในฝั่งทฤษฎีตามที่ปรากฏในบทความ

กรอบไตรภาคียังช่วยให้เห็นอีกว่า จุดยืนของมิชชันนารีมิได้สะท้อนความเป็นไปทั้งหมดของโลกตะวันตก ชาวสยามบางกลุ่มมีประสบการณ์และภาพจำว่ามิชชันนารีคือตัวแทนความก้าวหน้าและความเป็นตะวันตกซึ่งเป็นภาพที่ปรากฏบนฉากรับ แต่ปัญหาหลักคือมิชชันนารีมีข้อคำนึงต่อศรัทธาทางศาสนาเป็นอันมาก สำหรับยุโรป ความเชื่อทางศาสนาถูกขีดวงจำกัดในระบบภูมิปัญญาขณะนั้น การอ้างให้คริสต์ศาสนาเป็น

สาเหตุและที่มาของความรู้สมัยใหม่ทั้งมวลจึงไม่ใช่ตัวแทนวิธีคิดแบบตะวันตก ข้อนี้สะท้อนไปถึงยุทธศาสตร์โต้แย้งทางภูมิปัญญาของสยามที่ดูเหมือนวางไว้อย่างแหลมคม โดยเปิดรับด้านที่ก้าวหน้า ปฏิเสธคริสต์ศาสนา แต่กระแสนิยมในสังคมยุโรปก็คงเรียกร้องให้มีชนนาริลดการกล่าวอ้างที่เกินจริงเช่นเดียวกัน เพราะวิธีการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ ลดทอนการพึ่งพิงคริสต์ศาสนาลงเรื่อยๆ และยังเป็นเช่นนั้นจนศตวรรษที่ 19

ข้อสรุปตายตัวที่ให้เหตุการณ์หัวกอกเป็นชัยชนะเหนือชาติตะวันตกจนเป็นหลักหมุดของสยาม แล้วหมายรวมทั้งดาราศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ความมีเหตุผล ให้อยู่ในกรอบเดียวกัน นับเป็นเรื่องเล่าตามแบบฉบับของรัฐ ครอบงำด้วยเป้าหมายเชิงการเมือง สอดผสานกับกรอบคิดราชาชาตินิยม แล้วยังนำผลสำเร็จของเหตุการณ์กว่าร้อยปีมาใช้ซ้ำโดยไม่สะกิดถามถึงความเคลื่อนไหวในยุโรปศตวรรษที่ 19 การมองเหตุการณ์ครั้งนั้นด้วยสายตาแบบเดียวกับที่สยามเผชิญเมื่อศตวรรษที่ 19 โดยคำนึงแต่จะต้องปรากฏชัยชนะบางอย่างเพื่อให้เกิดการยอมรับและลดการคุกคามจากลัทธิจักรวรรดินิยม ส่งผลให้มีการเลือกหยิบยกความสำเร็จของสยามมาเป็นตัวตั้งมากกว่าจะตรวจสอบขอบเขตความรู้ในเวทีโลก การผลิตซ้ำเรื่องเล่าและข้อสรุปตามวังวนเช่นนี้รั้งแต่นำประวัติศาสตร์มารับใช้เป้าหมายของรัฐไทย การค้นคว้าทางวิชาการเพื่อเข้าใจประวัติศาสตร์ภูมิปัญญาในศตวรรษที่ 19 ไม่ควรเริ่มด้วยความหวาดระแวงว่าข้อค้นพบใดๆ จะทำให้สยามดูด้อยลงหรือไม่ การอ้างความสำเร็จระดับโลกไม่ฟังอ้างเอาแต่ว่าฝ่ายเรารู้อะไร แต่ย่อมต้องพิจารณาด้วยว่าโลกนั้นรู้อะไร

เอกสารอ้างอิง

- Adams, W. J. (2009). *The Life and Times of the Central Limit Theorem* (2nd ed.). Providence, R.I.: American Mathematical Society.
- Adas, M. (1989). *Machines as the Measure of Men: Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance*. Ithaca: Cornell University Press.
- Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (1989). *A History of Mathematics* (2nd ed.). New York: Wiley.
- Bradley, W. L. (1981). *Siam Then: The Foreign Colony in Bangkok before and after Anna* (1st ed.). Pasadena CA: William Carey Library.
- Bryant, W. W. (2014). *A History of Astronomy*. New York: Routledge.
- Burton, D. M. (2007). *The History of Mathematics: An Introduction* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Croarken, M. (2009). Human computers in the eighteenth- and nineteenth-century Britain. In E. Robson & J. A. Stedall (Eds.), *The Oxford Handbook of the History of Mathematics* (pp. 375-403). Oxford: Oxford University Press.
- Desrosières, A. (1998). *The Politics of Large Numbers: A History of Statistical Reasoning*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Grabner, J. V. (1977). Mathematics in America: The First Hundred Years. In J. D. Tarwater (Ed.), *The Bicentennial Tribute to American Mathematics, 1776-1976* (pp. 9-24). Washington, D.C.: Mathematical Association of America.
- Huff, T. E. (2011). *Intellectual Curiosity and the Scientific Revolution: A Global Perspective*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Olson, R. G. (2006). *Science and Religion, 1450-1900: From Copernicus to Darwin*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Orchiston, W., & Orchiston, D. (2017). King Rama IV and French Observations of the 18 August 1868 Total Solar Eclipse from Wah-koa, Siam. In T. O. Nakamura, Wayne (Ed.), *The Emergence of Astrophysics in Asia: Opening a New Window on the Universe* (pp. 291-317): Springer International Publishing.
- Osterlind, S. J. (2019). *The Error of Truth: How History and Mathematics Came Together to Form Our Character and Shape Our Worldview* (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.

- Parshall, K. H., & Rowe, D. E. (1989). American Mathematics Comes of Age: 1875 - 1900. In P. Duren (Ed.), *A Century of Mathematics in America: Part 3* (Vol. 3, pp. 3-28): American Mathematical Society.
- Stigler, S. M. (1986). *The History of Statistics: The Measurement of Uncertainty before 1900*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press.
- Storey, W. K. (Ed.). (1996). *Scientific Aspects of European expansion*. Aldershot, Great Britain: Variorum.
- Tarnas, R. (1996). *The Passion of the Western Mind: Understanding the Ideas That Have Shaped Our World View*. London: Pimlico.
- ขาว เหมือนวงศ์. (2562). การพิสูจน์การทรงคํานวณการเกิดสุริยุปราคาของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว. ใน สึกขา สองคําชุม (บรรณาธิการ), *พระจอมเกล้าฯ พยากรณ์: ความย้อนแย้งของ "ดาราศาสตร์" กับ "โหราศาสตร์" ในสังคมไทยสมัยใหม่* (น. 52-75). กรุงเทพฯ: Illuminations Editions.
- เดอ วีเซ, เลองกต์ ฌ็อง ดอนโน. (2560). *จดหมายเหตุโกศบาปไปฝรั่งเศส* (ฟ. ฮีแลร์, ผู้แปล). นนทบุรี: ศรีปัญญา.
- ทวีศักดิ์ เพื่อกสม. (2561). *หยดเลือด จารึก และแท่นพิมพ์: ว่าด้วยความรู้/ความจริงของชนชั้นนำสยาม พ.ศ. 2325-2411*. กรุงเทพฯ: Illuminations Editions.
- ธงชัย วินิจจะกุล. (2562). *เมื่อสยามพลิกผัน: ว่าด้วยกรอบมโนทัศน์พื้นฐานของสยามยุคใหม่*. นนทบุรี: ฟาเดียวกัน.
- ธวัชชัย ตั้งศิริวานิช. (2548). นิทรรศการเอกสารพระเจ้ากรุงสยามและเซอร์จอห์น เบาว์ริง. ใน ชาญวิทย์ เกษตรศิริ และกัญฐิกา ศรีอุดม (บรรณาธิการ), *พระเจ้ากรุงสยาม กับ เซอร์จอห์น เบาว์ริง* (น. 2-43). กรุงเทพฯ: มูลนิธิโครงการตำราสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.
- ประชุมพงศาวดารภาค 19 (พิมพ์ครั้งที่ 2). (2463). [ม.ป.ท.]: โรงพิมพ์บำรุงนุกุลกิจ.
- พิพัฒน์ พสุธารชาติ. (2560). *คราสและควินิน: รื้อสร้าง 'ปากไก่และใบเรือ' ของ นิธิ เอียวศรีวงศ์*. กรุงเทพฯ: Illuminations Editions.
- ภูธร ภูมะธน. (2545). *พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว: จากความสนพระทัยในวิทยาศาสตร์สู่ความเป็นพระมหากษัตริย์นักดาราศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 1). เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- แมคเนล, เจ. อาร์. (2552). *ประวัติศาสตร์มนุษยฉบับย่อ* (คุณากร วาณิชวิรุฬห์, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: มติชน.
- ลอย ชุนพงษ์ทอง. (2562). ความลับของสุริยุปราคาที่หว่ากอ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411. ใน สึกขา สองคําชุม (บรรณาธิการ), *พระจอมเกล้าฯ พยากรณ์: ความย้อนแย้งของ "ดาราศาสตร์" กับ "โหราศาสตร์" ในสังคมไทยสมัยใหม่* (น. 194 - 216). กรุงเทพฯ: Illuminations Editions.

- วรพล ไม้สน. (2562). วิเคราะห์การคำนวณสุริยุปราคาเต็มดวง ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 4 จากเอกสารร่วมสมัย. ใน สึกขา สองคำชุม (บรรณาธิการ), *พระจอมเกล้าฯ พยากรณ์: ความย้อนแย้งของ "ดาราศาสตร์" กับ "โหราศาสตร์" ในสังคมไทยสมัยใหม่* (น. 218 - 310). กรุงเทพฯ: Illuminations Editions.
- สาลิน วิบุตร์. (2541). ดาราศาสตร์ในพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว. ใน กุลทรัพย์ เกษแม่นกิจ (บรรณาธิการ), *เฉลิมพระเกียรติ พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว* (น. 139 - 158). กรุงเทพฯ: มูลนิธิวิทยาศาสตร์ ดร.ปรีชา-ประไพ อมาตยกุล.
- เสรี พงศ์พันธุ์ภาณี. (2562). บทวิวหนังสือ พระจอมเกล้าฯ พยากรณ์: ความย้อนแย้งของ "ดาราศาสตร์" กับ "โหราศาสตร์" ในสังคมไทยสมัยใหม่. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2563, จาก <https://www.illuminationseditions.com/article/24/บทวิวหนังสือ-พระจอมเกล้าฯพยากรณ์-ความย้อนแย้งของ-ดาราศาสตร์-กับ-โหราศาสตร์-ในสังคมไทยสมัยใหม่>