



มุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์

ลฎาภา ลดาชาติ^a และลือชา ลดาชาติ^{b*}

Science Teachers' Perspectives on and Understandings about Scientific Models

Ladapa Ladachart^a and Luecha Ladachart^{b*}

^aคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^bวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

^aFaculty of Education, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50200

^bSchool of Education, University of Phayao, Muang District, Phayao 56000

*Corresponding author. Email address: ladachart@gmail.com

Received: 10 October 2016; Accepted: 1 December 2016

บทคัดย่อ

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและใช้แบบจำลอง เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในทำนองนี้ ครูต้องมีทั้งความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมีมุมมองที่เหมาะสมต่อการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 41 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ทั้งแบบมาตราส่วนประเมินค่า (ข้อมูลเชิงปริมาณ) และแบบปลายเปิด (ข้อมูลเชิงคุณภาพ) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าความถี่และร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีเนื้อหาและการตีความ การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองประเภทเปิดเผยว่า ครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนของเป้าหมายบางอย่าง ทั้งนี้ เพื่อบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เป้าหมายเดียวกัน สามารถมีแบบจำลองได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความคิดและวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีหลักฐานหรือกรอบแนวคิดทางทฤษฎีใหม่ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยเปิดเผยว่า ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า แบบจำลองควรเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการคิดถึงแบบจำลองทางกายภาพเป็นหลัก นอกจากนี้ ครูส่วนใหญ่มี “มุมมองด้านการสอน” ต่อแบบจำลอง ครูจึงเน้นการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บทความวิจัยนี้เสนอแนะแนวทางการพัฒนาความเข้าใจของครู ทั้งนี้ เพื่อให้ครูมี “มุมมองด้านการวิจัย” ต่อแบบจำลอง และสามารถจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและใช้แบบจำลองในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: มุมมองและความเข้าใจ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์

Abstract

Models are important to scientific inquiry. Teachers should provide students with opportunities to construct and use models to develop scientific knowledge. To do so, teachers must understand scientific models and how to use them in teaching. This research investigated the perspectives on and understanding of scientific models of 41 in-service teachers. The researchers collected data using a questionnaire that contained both Likert scale (quantitative data) and open-ended (qualitative data) formats. The researchers analyzed the quantitative data by frequency and percentage, and analyzed the qualitative data by content analysis and interpretation. Based on the data, most of the teachers understood that models are constructed to represent targets to describe and explain natural phenomena; that one target can have multiple models, depending on ideas or purpose; and that models are subject to change when scientists have new evidence or theoretical frameworks. However, the research results revealed that most of the teachers misconceived that models should be the same as their target in all aspects, which might result from thinking of physical models. Moreover, most of them tended to have a “pedagogical perspective” on models. They emphasized the use of models to present scientific knowledge. This research suggests ways to develop teachers’ understanding of models, so that they can have a “research perspective” that helps them teach students to construct and use models in scientific inquiry.

Keywords: Understandings and Perspective, Scientific Models, Science Teachers

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick et al., 2004; National Research Council, 1996) ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนานตนเองหลายด้านไปพร้อมกัน ทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010) นอกจากนี้ การทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานให้นักเรียนได้เข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น ก้าวหน้า และเป็นที่ยอมรับในสังคมได้อย่างไร (Schwartz et al., 2004) ผลการเรียนรู้เหล่านี้จะเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2013) ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยการสืบเสาะจึงกลายเป็นภาพแห่งความสำเร็จของการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Anderson, 2002)

การสร้างแบบจำลอง เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสืบเสาะ เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นที่ Schwarz and White (2005) ได้ให้นิยามไว้ว่า “การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการเปรียบเทียบและทดสอบแบบจำลองที่เป็นคู่แข่งกัน” ประวัติศาสตร์ในอดีต (Ladachart & Nashon, 2010) แสดงให้เห็นว่า นักวิทยาศาสตร์มักสร้างแบบจำลองหลายแบบเกี่ยวกับปรากฏการณ์เดียวกัน และนำแบบจำลองเหล่านั้นมาเป็นกรอบแนวคิด เพื่อออกแบบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เพื่อประเมินและตัดสินว่า หลักฐานจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนแบบจำลองแต่ละแบบหรือไม่ และอย่างไร อันจะนำไปสู่การละทิ้งบางแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลองที่มีศักยภาพให้สามารถอธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์นั้นอย่างแม่นยำมากขึ้น แบบจำลองจึงไม่เพียงแต่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์อธิบายและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ (van Driel & Verloop, 1999) หากแต่ยังช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างสมมติฐานใหม่ ๆ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (van Driel & Verloop, 2002) นอกจากนี้ แบบจำลองยังช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สื่อสารความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นามธรรม (เช่น แรงโมเลกุล และดีเอ็นเอ) ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นอีกด้วย

(Oh & Oh, 2011) ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงควรมีความสามารถในการสร้าง ทดสอบ และประเมินแบบจำลองเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010; NGSS Lead States, 2013)

ครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Justi & Gilbert, 2002) อย่างไรก็ตาม ครูหลายคนกลับไม่ได้ให้โอกาสนักเรียนได้สร้างแบบจำลองมากนัก ครูส่วนใหญ่มักใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (van Driel & Verloop, 1999; Treagust et al., 2002) ราวกับว่า แบบจำลองนั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้องสมบูรณ์และจะไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไป (Grosslight et al., 1991) นักเรียนจึงมีบทบาทเพียงแค่ทำความเข้าใจแบบจำลองที่ครูนำเสนอทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงแล้ว แบบจำลองเป็นเพียงสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ร่วมกับข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ (Harrison & Treagust, 2000) แบบจำลองจึงนำเสนอเพียงลักษณะบางอย่างตามวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ (van Driel & Verloop, 2002) และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Treagust et al., 2002)

ในประเทศไทย ปัจจัยหลายอย่างอาจทำให้ครูวิทยาศาสตร์หลายคนไม่เข้าใจธรรมชาติของแบบจำลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา เนื่องจากในอดีตที่ผ่านมา กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มักถูกนำเสนอในรูปแบบของ “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” (The Scientific Method) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่แน่นอนตายตัว ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล (Buaraphan, 2009) การนำเสนอเช่นนี้ อาจทำให้ครูวิทยาศาสตร์ไม่เห็นบทบาทที่สำคัญของแบบจำลอง ในขณะเดียวกัน แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวัฏจักร 5Es ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (การสร้าง ความสนใจ การสำรวจตรวจสอบ การสร้างคำอธิบาย การขยายต่อยอดความรู้ และการประเมินผล) ก็ไม่ได้มีการระบุถึงบทบาทของแบบจำลองอย่างชัดเจน ดังนั้น มันจึงมีความเป็นไปได้ว่า ครูวิทยาศาสตร์หลายคนอาจไม่เข้าใจหรือละเลยบทบาทที่สำคัญของแบบจำลองในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์



ด้วยความสำคัญของการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองในการพัฒนาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนจึงควรมีความเข้าใจที่ ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Faikhamta & Supatchaiyawong, 2014) อย่างไรก็ตาม การวิจัยที่มุ่ง ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของ ครูวิทยาศาสตร์ไทยยังคงมีอยู่อย่างจำกัด การวิจัยนี้จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า ครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ ของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีมุมมองต่อ การใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ อย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ และนำความเข้าใจเหล่านั้นไปจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้าง และใช้ แบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

ถึงแม้ว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีนิยามที่ แน่นนอนตายตัว (van Driel & Verloop, 1999) แต่โดย ทั่วไปแล้ว แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่นัก วิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อเป็น “ตัวแทน” (Representation) ของลักษณะบางอย่างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Windschitl & Thompson, 2006) นักวิทยาศาสตร์อาจ สร้างแบบจำลองด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น เพื่อ “สื่อสาร” (Communicate) ความคิดของตนเองเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อ “บรรยาย” (Describe) ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเป็นอย่างไร เพื่อ “อธิบาย” (Explain) ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และ/หรือเพื่อ “พยากรณ์” (Predict) สิ่งที่จะเกิดขึ้นใน ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Schwarz et al., 2009) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จึงทำหน้าที่ เสมือนเป็น “สะพาน” (Bridge) ที่เชื่อมโยงความคิดของนักวิทยาศาสตร์ กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Oh and Oh, 2011) ด้วย วัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองที่แตกต่างกัน แบบ จำลองจึงมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพวาด กราฟ สมการ แผนผัง โครงสร้างทางกายภาพ และโปรแกรม คอมพิวเตอร์ (Treagust et al., 2002)

ในการนี้ der Valk et al. (2007) ได้สรุปลักษณะ สำคัญของแบบจำลองไว้ ดังนี้

□ แบบจำลองต้องเชื่อมโยงกับเป้าหมาย (Target) โดยเป้าหมายในที่นี้ หมายถึง ลักษณะบางประการของ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่แบบจำลองเป็นตัวแทน เป้าหมาย อาจหมายถึง วัตถุ (เช่น เซลล์ อะตอม และ ร่างกายมนุษย์) ระบบ (เช่น วงจรไฟฟ้า ระบบหมุนเวียน เลือด และระบบสุริยะ) กระบวนการ (เช่น ปฏิิกิริยาเคมี การคัดเลือกโดยธรรมชาติ และการถ่ายโอนพลังงานใน ระบบนิเวศ) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ความสัมพันธ์ ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊ส และ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเหยื่อและผู้ล่าในระบบนิเวศ) และปรากฏการณ์ต่าง ๆ (เช่น การเกิดภาพจากกระจกเงา โค้ง การเกิดแผ่นดินไหว และการเกิดสุริยุปราคา)

□ แบบจำลองมักเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง เช่น อะตอม ไดโนเสาร์ หลุมดำ แบบจำลองมักช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐาน ใหม่ ๆ เกี่ยวกับเป้าหมายที่มันเป็นตัวแทน เช่น โครงสร้าง ภายในอะตอมเป็นอย่างไร ไดโนเสาร์กินอะไรเป็นอาหาร และหลุมดำมีสมบัติหรือพฤติกรรมอย่างไร

□ แบบจำลองไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติที่มันเป็นตัวแทน เช่น ภาพถ่ายก้อนเมฆจากมุม สูง สเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน และภาพของเซลล์ ต้นหอมจากกล้องจุลทรรศน์ แต่ผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติอาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลอง เช่น ภาพถ่าย ก้อนเมฆอาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของ มวลอากาศ สเปกตรัมของอะตอมอาจนำไปสู่การสร้าง แบบจำลองโครงสร้างอะตอม และภาพจากกล้องจุลทรรศน์ อาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลองโครงสร้างภายในเซลล์

□ แบบจำลองมีลักษณะที่คล้ายกับเป้าหมายเพียงบาง ประการ (ไม่ใช่ทุกประการ) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ของการสร้างแบบจำลอง เช่น แบบจำลองระบบสุริยะมี ส่วนคล้ายกับระบบสุริยะจริงเพียงแค่จำนวนและลักษณะ การโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ เท่านั้น แผนภาพสายใย อาหารในระบบนิเวศก็มีลักษณะที่คล้ายกับระบบนิเวศจริง เพียงแค่รูปแบบการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตไปยังผู้ล่า ลำดับต่าง ๆ เท่านั้น

□ ในการสร้างแบบจำลอง นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้อง พิจารณาว่า แบบจำลองจะมีลักษณะอะไรบ้างที่จำเป็น ต้องคล้ายกับเป้าหมาย และลักษณะอะไรบ้างที่ไม่จำเป็น

ต้องคล้ายกับเป้าหมาย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง ดังนั้น เป้าหมายเดียวกันอาจมีแบบจำลองได้หลายแบบ เช่น นักเคมีอาจจำลองโมเลกุลของน้ำด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น H_2O , $H-O-H$, $H:O:H$, หรือแม้กระทั่งรูปภาพ ในขณะที่นักฟิสิกส์อาจจำลองแสงด้วยแบบจำลองต่างๆ เช่น คลื่น อนุภาค และรังสี ทั้งนี้ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสงที่แตกต่างกัน เช่น การแทรกสอดของแสง ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก และการเกิดภาพจากกระจก ตามลำดับ

□ กระบวนการพัฒนาแบบจำลองจะเกิดขึ้นในลักษณะซ้ำๆ โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องทดสอบแบบจำลองกับหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งมาจากการศึกษาสิ่งที่เป็นเป้าหมายของแบบจำลอง จนกระทั่งพวกเขาเห็นว่า แบบจำลองนั้นสามารถเป็นตัวแทนของเป้าหมายได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตนเองต้องการ ดังเช่นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ในแต่ละยุคสมัยสร้างและพัฒนาแบบจำลองอะตอม ด้วยกระบวนการนี้ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้

งานวิจัยในต่างประเทศเปิดเผยว่า ทั้งนักเรียนและครูมีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีแนวโน้มที่จะเข้าใจว่า แบบจำลองควรมีลักษณะที่เหมือนของจริงทุกประการ (Grosslight et al., 1991) ซึ่งเป็นมุมมองที่ Lee et al. (2015) เรียกว่า “มุมมองด้านการเรียน” (Learning Perspective) นักเรียนมองแบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในแบบจำลอง ด้วยมุมมองเช่นนี้ นักเรียนจึงคิดว่า ยิ่งแบบจำลองเหมือนของจริงเท่าไร ตนเองก็จะยิ่งเข้าใจของจริงได้ง่ายและครบถ้วนเท่านั้น ในขณะเดียวกัน ครูก็มีแนวโน้มที่จะมี “มุมมองด้านการสอน” (Pedagogical Perspective) (Crawford & Cullin, 2004) ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือถ่ายทอดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น มุมมองทั้งสองแบบเป็นผลมาจากการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก แต่ในอีกมุมมองหนึ่ง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (NGSS Lead States, 2013) ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือในการกำหนดคำถาม การตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองด้วย “มุมมองด้านการวิจัย” (Research Perspective) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการ

ศึกษาว่า ครูวิทยาศาสตร์มีมุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

วิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า “ครูวิทยาศาสตร์มีมุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร” โดยรายละเอียดของวิธีการวิจัยมีดังต่อไปนี้

ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 41 คน (ชาย 13 คน และหญิง 28 คน) ครูเหล่านี้เป็นผู้เข้าร่วมโครงการ “คู่มือครู” (Bureau of Teacher Education and Personnel Development, 2016) ซึ่งเป็นความร่วมมือกันระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและมหาวิทยาลัยต่างๆ ครูเหล่านี้แสดงความสนใจหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการลงมือปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่จัดทำขึ้น โดยกิจกรรมหนึ่งในหลักสูตรนี้ คือ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง (Model-Based Instruction) ครูเหล่านี้ประกอบด้วยครูประถมศึกษา 25 คน และครูมัธยมศึกษา 14 คน ในขณะที่ครูอีก 2 คนสอนทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา กลุ่มครูเหล่านี้มีอายุที่หลากหลาย โดยครู 20 คน มีอายุในช่วง 30-40 ปี ครู 10 คน มีอายุน้อยกว่า 30 ปี ส่วนครูอีก 9 คน มีอายุในช่วง 40-50 ปี ในขณะที่ครูอีก 2 คนไม่เปิดเผยอายุ ในแง่ของภูมิหลังทางการศึกษา ครูส่วนใหญ่ (25 คน) จบการศึกษาสูงสุดในระดับปริญญาตรีด้านวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ครูอีก 5 คน จบการศึกษาสูงสุดระดับปริญญาโทด้านวิทยาศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ศึกษา ในขณะที่ครูอีก 10 คน จบการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี หรือจบการศึกษาในระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่าในสาขาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ครูเหล่านี้ส่วนใหญ่ (20 คน) มีประสบการณ์สอนในช่วง 1-5 ปี ในขณะที่ครู 14 คน มีประสบการณ์สอนในช่วง 5-10 ปี ส่วนครูอีก 7 คน มีประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น ครูเหล่านี้ยังไม่เคยผ่านการพัฒนาวิชาชีพครูที่เน้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ซึ่งมีทั้งส่วนของข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย



คำถามปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ 1. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คืออะไร (โปรดยกตัวอย่าง) 2. แบบจำลองมีบทบาทในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร และ 3. ในอดีตที่ผ่านมา ท่านใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่ และอย่างไร ข้อคำถามเหล่านี้เปิดโอกาสให้ครูได้แสดงมุมมองที่ตนเองมีต่อแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างอิสระ ในขณะที่ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยข้อคำถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Likert Scale) 3 ระดับ (เห็นด้วย, ไม่แน่ใจ, และไม่เห็นด้วย)

จำนวน 23 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากข้อคำถามในแบบสอบถาม “Students’ Understanding of Models in Science” (SUMS) ของ Treagust et al. (2002) ข้อคำถามทั้งหมดมุ่งวัดความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ 1. แบบจำลองมีได้หลากหลายรูปแบบ 2. แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ 3. แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการและ 4. แบบจำลองเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ โครงสร้างของแบบสอบถามส่วนที่ 2 ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างของแบบสอบถามส่วนที่ 2

ข้อคำถาม	ธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านที่			
	1	2	3	4
3. นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนสามารถใช้แบบจำลอง เพื่อแสดงปรากฏการณ์เดียวกัน ด้วยมุมมองที่แตกต่างกัน	✓			
4. แบบจำลองเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น เพื่อใช้แทนปรากฏการณ์ในรูปแบบต่างๆ	✓			
6. นักวิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูลชุดเดียวกันต้องสร้างแบบจำลองที่มีลักษณะเหมือนกัน	✓			
9. ลักษณะของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์นำข้อมูลต่างๆ มาใช้สร้างแบบจำลอง	✓			
17. แบบจำลองต้องอยู่ในรูปแบบของแผนผัง รูปภาพ กราฟ หรือรูปปั้น	✓			
1. แบบจำลองเป็นการจำลองที่เหมือนของจริงทุกประการ		✓		
2. แบบจำลองต้องใกล้เคียงของจริงให้มากที่สุด ยกเว้นเพียงแค่ขนาดที่อาจจะเล็กหรือใหญ่กว่าของจริงก็ได้		✓		
7. แบบจำลองแสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบย่อยทุกส่วนของวัตถุหรือปรากฏการณ์ใด ๆ		✓		
8. นักวิทยาศาสตร์ต้องสามารถบอกได้ว่า ทุกสิ่งที่เป็นองค์ประกอบของแบบจำลองใช้แทนสิ่งใด		✓		
10. แบบจำลองต้องใกล้เคียงของจริงให้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ใครมาพิสูจน์หักล้างมันได้		✓		
12. นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลอง เพื่อแทนสิ่งที่สามารถจับต้องหรือมองเห็นได้เท่านั้น		✓		
19. แบบจำลองต้องใกล้เคียงของจริงให้มากที่สุด โดยการให้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นว่าของจริงนั้นเป็นอย่างไร		✓		
5. แบบจำลองช่วยให้ นักวิทยาศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของแนวคิดต่างๆ ได้ชัดเจนมากขึ้น			✓	
11. นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองเป็นส่วนหนึ่งในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์			✓	
13. แบบจำลองช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ในการสร้างภาพในใจเกี่ยวกับสิ่งหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น			✓	
14. นักวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบนพื้นฐานของแบบจำลอง			✓	
15. นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองแสดงความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ			✓	
16. แบบจำลองมีหน้าที่แสดงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแล้วเท่านั้น			✓	
18. แบบจำลองช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างความคิดและสมมติฐานใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ			✓	
20. แบบจำลองช่วยให้นักวิทยาศาสตร์พยากรณ์และทดสอบผลการพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ			✓	
21. แบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากทฤษฎีหรือหลักฐานใหม่พิสูจน์ว่าไม่ถูกต้อง				✓
22. แบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ซึ่งไม่สอดคล้องกับแบบจำลองนั้น				✓
23. แบบจำลองใด ๆ ที่ได้รับการยอมรับจากชุมชนของนักวิทยาศาสตร์แล้ว จะไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไป				✓
รวม (ข้อ)	5	7	8	3

* คือ ข้อความที่เป็นลบ (Negative Statement)

ในการนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามทั้ง 2 ส่วนให้ผู้เชี่ยวชาญที่จบปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างและการใช้ภาษา จากนั้น ผู้วิจัยจึงขอให้สถิติวิชาเอกวิทยาศาสตร์ในสังกัดคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 3 คน ทดลองทำแบบสอบถามโดยนิติตทั้ง 3 คน ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ในการตอบคำถามทั้งสองส่วนโดยไม่มีข้อสงสัย จากนั้น ผู้วิจัยจึงให้ครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ทำแบบสอบถามในระหว่างการอบรมเชิงปฏิบัติการในโครงการครูบ่มครู “ก่อน” ที่ครูเหล่านั้นจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง ซึ่งครูทั้งหมดใช้เวลาในการทำแบบสอบถามประมาณ 30 นาทีเช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนตามประเภทของข้อมูล ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยแบ่งคำตอบของครูในแต่ละข้อออกเป็น 3 กลุ่ม (คำตอบถูกต้อง คำตอบที่ไม่แน่ใจ และคำตอบที่ไม่ถูกต้อง) สำหรับข้อคำถามเชิงบวก (Positive Statement) คำตอบที่ “เห็นด้วย” จะถูกให้รหัสว่า เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนคำตอบที่ “ไม่เห็นด้วย” จะถูกให้รหัสว่า เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ในทางกลับกัน สำหรับข้อคำถามเชิงลบ (Negative Statement) คำตอบที่ “เห็นด้วย” จะถูกให้รหัสว่า เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ส่วนคำตอบที่ “ไม่เห็นด้วย” จะถูกให้รหัสว่า เป็นคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้น ผู้วิจัยจึงคำนวณหาค่าความถี่และร้อยละของคำตอบแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ในการนี้ ผู้วิจัยอ่านคำตอบของครูทีละคน ทั้งความหมายของแบบจำลองตัวอย่างของแบบจำลอง และลักษณะของแบบจำลอง “ที่ดี” ทั้งนี้ เพื่อตีความว่า ครูแต่ละคนมีมุมมองต่อแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีแนวโน้มที่จะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนอย่างไร ในการนี้ ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์มุมมองต่อแบบจำลอง 3 แบบด้วยกัน ได้แก่ 1. “มุมมองด้านการเรียน” (Lee et al., 2015) ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือที่ช่วยให้ตนเองเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ง่ายหรือเป็นรูปธรรมมากขึ้น 2. “มุมมองด้านการสอน” (Crawford & Cullin, 2004) ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือที่ตนเองจะใช้เพื่ออธิบายให้ผู้อื่น (นักเรียน)

เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ง่ายหรือเป็นรูปธรรมมากขึ้น และ 3. “มุมมองด้านการวิจัย” ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือวิจัยเพื่อสร้างความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 41 คน โดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ในการนี้ ผู้วิจัยจึงแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอนตามประเภทของข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณปรากฏดังตารางที่ 2 ซึ่งแสดงภาพรวมเกี่ยวกับความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ โดยครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเข้าใจถูกต้องในด้านที่ 1 ว่า แบบจำลองไม่ใช่ของจริง แต่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ในรูปแบบต่างๆ (ข้อที่ 4) ดังนั้น ปรากฏการณ์เดียวกันสามารถมีแบบจำลองได้หลากหลายรูปแบบ (ข้อที่ 3) ซึ่งไม่จำเป็นต้องอยู่ในรูปแบบของแผนผัง รูปภาพ กราฟ หรือรูปปั้นก็ได้ (ข้อที่ 17) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า นักวิทยาศาสตร์มีความคิด วิธีการ และวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองอย่างไรและเพื่ออะไร (ข้อที่ 9) อย่างไรก็ตาม ครูส่วนใหญ่กลับเข้าใจว่า ในกรณีที่นักวิทยาศาสตร์มีข้อมูลชุดเดียวกัน นักวิทยาศาสตร์จะสร้างแบบจำลองออกมาเหมือนกัน (ข้อที่ 6) ผลการวิจัยในส่วนนี้แสดงให้เห็นว่า ครูส่วนใหญ่ยังขาดความชัดเจนเกี่ยวกับอัตวิสัย (Subjectivity) ในกระบวนการสร้างแบบจำลอง ถึงแม้ว่าครูเหล่านั้นมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับรูปแบบที่หลากหลายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก็ตาม

ในขณะเดียวกัน ครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเข้าใจถูกต้องในด้านที่ 3 ด้วยว่า แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการตามวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างและแสดงความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (ข้อที่ 5, 13, และ 15) การทำนายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (ข้อที่ 18 และ 20) การอธิบายและการสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (ข้อที่ 14) และการเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 11) อย่างไรก็ดี ครูจำนวน



ไม่น้อย (15 คน) ยังคงคิดว่า แบบจำลองมีไว้เพื่อนำเสนอความรู้ที่ถูกต้องเท่านั้น (ข้อที่ 16) ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเข้าใจในด้านที่ 4 ที่ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ (ข้อที่ 21, 22, และ 23)

เมื่อเทียบกับความเข้าใจในด้านที่ 1, 3, และ 4 ครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเข้าใจคลาดเคลื่อนมากขึ้นในด้านที่ 2 ถึงแม้ว่าในมุมหนึ่ง ครูส่วนใหญ่เห็นว่า แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนของจริงให้มากที่สุด (ข้อที่ 1 และ

10) และไม่จำเป็นต้องเป็นตัวแทนของสิ่งที่จับต้อง หรือมองเห็นได้เท่านั้น (ข้อที่ 12) แต่ในอีกมุมหนึ่ง ครูส่วนใหญ่ก็เข้าใจว่า แบบจำลองควรมีลักษณะใกล้เคียงของจริงให้ได้มากที่สุด ยกเว้นแค่ขนาดที่อาจแตกต่างจากของจริงได้ (ข้อที่ 2) แบบจำลองควรแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบย่อยทั้งหมดของของจริง (ข้อที่ 7, 8, และ 19) ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ครูหลายคนอาจมีความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่ไม่สอดคล้องกันในตัวเอง

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของครูที่ตอบคำถามแต่ละข้อ

ธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	คำถามข้อที่	จำนวนและร้อยละของคำตอบ		
		ถูกต้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง
ด้านที่ 1: แบบจำลองมีได้หลากหลายรูปแบบ	3	36 (87.80)	3 (7.32)	2 (4.88)
	4	39 (95.12)	2 (4.88)	0 (0.00)
	6	30 (73.17)	5 (12.20)	6 (14.63)
	9	41 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	17	30 (73.17)	5 (12.20)	6 (14.63)
ด้านที่ 2: แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ	1	20 (48.78)	5 (12.20)	16 (39.02)
	2	4 (12.90)	1 (2.44)	36 (87.80)
	7	9 (21.95)	9 (21.95)	23 (56.10)
	8	4 (12.90)	2 (4.88)	35 (85.37)
	10	28 (68.29)	4 (9.76)	9 (21.95)
	12	31 (75.61)	3 (42.86)	7 (17.07)
	19	8 (19.51)	2 (4.88)	31 (75.61)
ด้านที่ 3: แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการ	5	40 (97.56)	0 (0.00)	1 (2.44)
	11	39 (95.12)	2 (4.88)	0 (0.00)
	13	41 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	14	30 (73.17)	6 (14.63)	5 (12.20)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	คำถามข้อที่	จำนวนและร้อยละของคำตอบ		
		ถูกต้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง
	15	32 (78.05)	5 (12.20)	4 (9.76)
	16	20 (48.78)	6 (14.63)	15 (36.59)
	18	35 (85.37)	3 (7.32)	3 (7.32)
	20	33 (80.49)	4 (9.76)	4 (9.76)
ด้านที่ 4: แบบจำลองเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	21	36 (87.80)	1 (2.44)	3 (7.32)
	22	40 (97.56)	0 (0.00)	1 (2.44)
	23	35 (85.37)	2 (4.88)	4 (9.76)

ตอนที่ 2: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเปิดเผยว่า ครูทุกคนเข้าใจความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับเป้าหมายเป็นอย่างดี โดยในคำนิยามของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ครู 29 คน ระบุคำสำคัญต่างๆ ที่แสดงว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อตัวแทนของเป้าหมาย อาทิคำว่า “สร้าง” “ประดิษฐ์” หรือ “ผลิต” “แทน” หรือ “แสดง” ในขณะที่ครู 9 คน แม้ไม่ได้ระบุคำเหล่านี้โดยตรง แต่ก็มีการระบุว่ แบบจำลอง คือ “สื่อ” สำหรับการจัดการเรียนการสอน ซึ่งคำว่า “สื่อ” บอกความหมายเป็นนัยว่า แบบจำลองไม่ใช่ของจริง ส่วนครูอีก 2 คน นิยามแบบจำลองว่า เป็นสัญลักษณ์ที่ถูกใช้แทนสิ่งต่างๆ ในทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

T2: (แบบจำลอง คือ) ตัวแทนที่ใช้ในการอธิบายเนื้อหาให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น เป็นการถอดองค์ความรู้ออกมาในรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น

T31: (แบบจำลอง คือ) สิ่งต่างๆ ที่สร้างขึ้นมาให้เหมือนกับของจริงที่นำมาเสนอทฤษฎีหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นรูปแบบที่จะนำมาอธิบายและประกอบการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้ผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ ได้ โดยมีตัวอย่างประกอบที่ชัดเจน

T39: (แบบจำลอง คือ) สื่อประกอบการเรียนการสอนที่เสมือนของจริง

ในการนี้ ครูทุกคนได้ยกตัวอย่างแบบจำลองต่างๆ เพื่อประกอบคำนิยามของตนเอง โดยตัวอย่างแบบจำลอง

ส่วนใหญ่เป็นแบบจำลองทางกายภาพ 3 มิติที่แทนวัตถุต่างๆ (เช่น แบบจำลองโลก หุ่นจำลองร่างกาย แบบจำลองฟัน แบบจำลองดีเอ็นเอ และแบบจำลองระบบสุริยะ) ในขณะที่บางตัวอย่างเป็นแบบจำลอง 2 มิติที่อยู่ในรูปแบบแผนภาพ (เช่น แบบแผนภาพวงจรชีวิตพืช แผนภาพวงจรไฟฟ้า แผนภาพรังสีของแสง แผนที่ดาว และแผนภาพห่วงโซ่อาหาร) ส่วนแบบจำลองรูปแบบอื่นๆ (เช่น สัญลักษณ์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์) ถูกอ้างถึงเพียงเล็กน้อย โดยครูบางคน ทั้งนี้ ไม่มีครูคนใดอ้างถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสมการ ผลการวิจัยส่วนนี้จึงยืนยันว่า ครูส่วนใหญ่เข้าใจว่า แบบจำลองสามารถมีรูปแบบที่หลากหลาย แต่กระนั้นก็ตาม ครูหลายคนยังคงคิดถึงแบบจำลองทางกายภาพเป็นหลัก และมีแนวโน้มที่จะละเลยแบบจำลองบางรูปแบบ โดยเฉพาะแบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์

การคิดถึงแบบจำลองทางกายภาพเป็นหลักอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ครูหลายคนมองว่า แบบจำลองจำเป็นต้องมีลักษณะเหมือนกับเป้าหมายที่เป็นของจริงทุกประการ ดังที่ปรากฏในผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณก่อนหน้านี้ ครูหลายคนระบุอย่างชัดเจนในคำนิยามว่า แบบจำลองต้องมีลักษณะเหมือนกับของจริง

T3: (แบบจำลอง คือ) สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อนำมาอธิบายเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ที่มีความเหมือนจริงให้มากที่สุด เพื่อจะได้ถูกต้องแม่นยำ



T11: (แบบจำลองเป็น) การสร้างรูปร่างหรือสมมติปรากฏการณ์เหมือนของจริง เพื่อแทนสิ่งที่สามารถจับต้องหรือแทนสิ่งที่มองเห็นได้

T19: (แบบจำลอง คือ) สิ่งที่ทำลงขึ้นเพื่อใช้จำลองสถานการณ์ รูปร่าง เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจน โดยแบบจำลองนั้นต้องมีลักษณะใกล้เคียงกับความเป็นจริง หรือทำให้เกิดสถานการณ์เช่นเดียวหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ด้วยเหตุนี้ ครูส่วนใหญ่จึงมองว่า แบบจำลองมีหน้าที่หลักเพื่อการนำเสนอหรือสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเพียง 2 คนเท่านั้นที่มองว่า “แบบจำลองช่วยให้นักวิทยาศาสตร์พยากรณ์และทดสอบผล (การ) พยากรณ์โดยใช้วิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์” (T20) และแบบจำลองถูกใช้เพื่อ “ทดสอบทฤษฎี” (T30) ผลการวิจัยส่วนนี้แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่ระบุว่า ครูส่วนใหญ่เข้าใจหน้าที่ที่หลากหลายของแบบจำลอง โดยเฉพาะการเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างนี้บอกเป็นนัยว่า ครูส่วนใหญ่อาจให้ความสำคัญต่อแบบจำลองในฐานะ “เครื่องมือ” หรือ “สื่อ” ในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการเป็น “กรอบแนวคิดทางทฤษฎี” ที่ชี้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

หน้าที่ของแบบจำลองในการเป็น “เครื่องมือ” หรือ “สื่อ” ในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับการยืนยันในคำตอบของครูส่วนใหญ่ต่อข้อคำถามเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยครูส่วนใหญ่ (35 คน) เน้นการใช้แบบจำลอง เพื่อประกอบการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะครูเหล่านี้เห็นว่า แบบจำลองมีส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย และเป็นรูปธรรม ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

T14: (แบบจำลอง) มีความสำคัญ เนื่องจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องอธิบายให้เห็นภาพที่ชัดเจน ต้องเข้าใจอย่างแท้จริง หากมีแบบจำลอง จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากขึ้น และทราบถึงความสัมพันธ์และปรากฏการณ์ต่าง ๆ

T17: (แบบจำลอง) มีความจำเป็น เพราะทำให้เห็นภาพที่ชัดเจน ประกอบการอธิบาย

T24: (แบบจำลองมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน) เนื่องจากวิทยาศาสตร์บางเรื่องเป็นนามธรรม

ไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดออกมาได้ชัดเจน แต่หากมีแบบจำลอง อาจทำให้มองเห็นได้ชัดเจน และเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ส่วนครูอีก 6 คน แม้มีการระบุถึงการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลอง แต่การสร้างแบบจำลองจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อครูได้นำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ครูเหล่านี้มองว่า การให้นักเรียนสร้างแบบจำลองสามารถช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือเป็นการพัฒนาทักษะบางประการ (โดยไม่มีการเจาะจงว่าทักษะนั้นคืออะไร) ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

T2: แบบจำลองมีความสำคัญมาก หากนักเรียนได้ลงมือทำเอง เพราะเป็นการถอดองค์ความรู้จากนักเรียนออกมาเป็นแบบจำลอง ซึ่งจะทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

T35: (แบบจำลอง) มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถจับต้องและเรียนรู้ เห็นภาพจากโมเดล ทำให้เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้มากขึ้นจากการเรียนรู้ในตำรา

T41: (แบบจำลอง) มีความสำคัญมาก เพราะช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้จากแบบจำลองของจริง

ด้วยความตระหนักถึงบทบาทที่สำคัญของแบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่ (33 คน) จึงเคยนำแบบจำลองไปใช้ในชั้นเรียน ถึงแม้ว่าครูเหล่านี้ไม่ได้ขยายความการใช้แบบจำลองในชั้นเรียนของตนเองมากนัก แต่โดยรวมแล้ว พวกเขาใช้แบบจำลองเพื่อเป็นสื่อประกอบการสร้างความสนใจ นำเสนอ สานิตอธิบาย อภิปราย และสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

T2: ส่วนใหญ่เป็นแผนภาพหรือไดอะแกรม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องร่างกาย ระบบนิเวศ การเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมไปถึงเรื่องของแสงและการเคลื่อนที่ เพื่ออธิบายให้นักเรียนเข้าใจในองค์ความรู้มากขึ้น

T32: (นำแบบจำลอง) มาประยุกต์ใช้ในบทเรียนดาราศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพการโคจรของระบบดาวเคราะห์ได้อย่างชัดเจน พร้อมอธิบายเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งเนื้อหาบทอื่นด้วย และนำมาใช้กระตุ้นผู้เรียน เพื่อเพิ่มความสนใจของผู้เรียนให้มากขึ้น

ในขณะที่ครู 11 คน เปิดเผยว่า ตนเองอาจนำแบบจำลองมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การให้นักเรียนสังเกตแบบจำลอง การให้นักเรียนทำ

การทดลองจากแบบจำลอง และการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากแบบจำลองนั้น ทั้งนี้ครูบางคนมีการใช้แบบจำลองมากกว่า 1 รูปแบบ

บทสรุปและการอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษามุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 41 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ (แบบมาตราส่วนประเมินค่า) และส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (แบบปลายเปิด) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าความถี่และร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและการตีความ ผลการวิจัยเปิดเผยว่า ครูส่วนใหญ่เข้าใจถูกต้องว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมา เพื่อเป็นตัวแทนของเป้าหมายบางอย่าง แบบจำลองจึงมีได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิด วิธีการ และวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบจำลอง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยก่อนหน้านี้ (Supatchaiyawong, Faikhamta, & Suwanruji, 2014; Grosslight et al., 1991; Treagust et al., 2002) ที่ระบุตรงกันว่า ผู้เรียนในระดับการศึกษาที่สูงกว่าระดับประถมศึกษาจะมีแนวโน้มที่จะแยกแยะความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับเป้าหมายได้

นอกจากนี้ ครูส่วนใหญ่ยังเข้าใจถูกต้องด้วยว่า แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการ ทั้งการสร้างและนำเสนอความคิด การอธิบาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ นอกจากนี้ ครูส่วนใหญ่ยังเข้าใจถูกต้องด้วยว่าแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยเฉพาะเมื่อนักวิทยาศาสตร์มีหลักฐานหรือแนวคิดทางทฤษฎีใหม่ ความเข้าใจที่ถูกต้องเหล่านี้ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการประสบการณ์ในอดีต ทั้งในฐานะผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับแบบจำลองหลากหลายรูปแบบและหน้าที่ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยในส่วนของคุณภาพเชิงคุณภาพเปิดเผยว่า ครูเหล่านี้มักคิดถึงแบบจำลองทางกายภาพเป็นส่วนใหญ่ (Lin, 2013) ซึ่งมีหน้าที่หลัก คือ การนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (van Driel & Verloop, 1999) ครูเหล่านี้มักจะเลยแบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ และมองข้ามหน้าที่ของแบบจำลองในการเป็นกรอบแนวคิดที่ชี้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ถึงแม้ว่าครูส่วนใหญ่เข้าใจความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับเป้าหมาย แต่ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองประเภทยืนยันว่า ครูเหล่านี้มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า แบบจำลองควรเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ หรืออย่างน้อยควรเหมือนกับเป้าหมายให้ได้มากที่สุด ความเข้าใจนี้ขัดแย้งกับความเข้าใจที่ว่า เป้าหมายเดียวกันสามารถมีแบบจำลองได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้เพราะว่า หากแบบจำลองต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการแล้ว ไม่ว่าแบบจำลองจะอยู่ในรูปแบบใดก็ตาม แบบจำลองทุกรูปแบบที่มีเป้าหมายเดียวกันก็ต้องเหมือนกันในท้ายที่สุด หากเป็นเช่นนั้นแล้ว การสร้างแบบจำลองก็จะมีประโยชน์อะไร เนื่องจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้มักปรากฏในกลุ่มผู้เรียนในระดับประถมศึกษา (Grosslight et al., 1991) และกลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา (Treagust et al., 2002) ผลการวิจัยนี้จึงเพิ่มเติมว่า แม้แต่ครูก็สามารถมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้เช่นเดียวกัน ด้วยความเข้าใจเช่นนี้ปรากฏทั้งในครูและผู้เรียนหลายระดับ ความเข้าใจนี้จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายต่อการเปลี่ยนแปลง

สิ่งที่โดดเด่นในผลการวิจัยครั้งนี้ คือว่า แม้ครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองหลายด้าน แต่ท่ามกลางความเข้าใจที่ถูกต้องเหล่านี้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางอย่างปรากฏปนอยู่ ดังตัวอย่างที่มีการกล่าวถึงไปก่อนหน้านี้ แม้ครูส่วนใหญ่เข้าใจถูกต้องว่าแบบจำลองมีได้หลากหลายรูปแบบ แต่ครูเหล่านี้ก็ยังเชื่อดด้วยว่า แบบจำลองควรมีลักษณะที่เหมือนเป้าหมายทุกประการ ทั้งๆ ที่ในบางครั้งแล้ว นักวิทยาศาสตร์เองก็สร้างแบบจำลองของสิ่งที่พวกเขายังไม่เข้าใจอย่างละเอียดทั้งหมด มันจึงเป็นไปได้เลยที่ นักวิทยาศาสตร์จะสร้างแบบจำลองได้เหมือนกับของจริงทุกประการ ในการนี้ Treagust et al. (2002) อธิบายไว้ว่า ครูอาจสับสนระหว่าง “แบบจำลองที่เหมือนกับของจริง” กับ “แบบจำลองที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน” ดังนั้น ครูควรได้รับการขยายความว่า แบบจำลองที่ “ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน” ไม่จำเป็นต้อง “เหมือนกับของจริง” อาทิแบบจำลองอะตอมของโบร์ ถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของแถบสเปกตรัม แต่นั่นไม่ได้หมายความว่า แบบจำลองอะตอมของโบร์จะเหมือนกับอะตอมจริง ๆ

ในแง่ของมุมมองต่อการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าครูทุกคนเห็นคุณค่าของแบบจำลองในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ



นักเรียน แต่ในความเข้าใจของครูเหล่านี้ การใช้แบบจำลองยังคงจำกัดอยู่ที่การนำแบบจำลองมาเป็นเครื่องมือหรือสื่อเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงสนับสนุนผลการวิจัยของ van Driel and Verloop (1999) ที่เปิดเผยว่า ครูมักเข้าใจว่า แบบจำลองมีหน้าที่หลัก คือ การบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองด้วย “มุมมองด้านการสอน” (Crawford & Cullin, 2004) โดยครูมักละเลยการมองแบบจำลองด้วย “มุมมองด้านการวิจัย” ว่า แบบจำลองมีบทบาทในการพยากรณ์และตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ความเข้าใจที่จำกัดนี้อาจทำให้ครูหลายคนใช้แบบจำลอง เพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก และละเลยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์และสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (van Driel & Verloop, 2002) ครูส่วนใหญ่ในการวิจัยครั้งนี้ก็มีแนวโน้มที่จะเป็นเช่นเดียวกัน

ปัจจัยบางอย่างสามารถส่งผลต่อมุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของครูกลุ่มนี้ จากการศึกษาความเชื่อ ความรู้ และการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ 9 คน (ครูฟิสิกส์ 3 คน ครูเคมี 3 คน และครูชีววิทยา 3 คน) Henze et al. (2007) พบว่า ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญที่จะกำหนดว่า ครูจะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยครูที่มีความเชื่อในการถ่ายทอดความรู้ (Knowledge Transmission) มักใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ครูที่มีความเชื่อในการสร้างความรู้ (Knowledge Construction) มักเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง และทดสอบแบบจำลอง เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ผลการวิจัยนี้อาจบอกเป็นนัยว่า ครูส่วนใหญ่ในการวิจัยนี้อาจมีความเชื่อในการถ่ายทอดความรู้มากกว่าการสร้างความรู้ นอกจากนี้ การนำเสนอแบบจำลองในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ก็อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อมุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครูกลุ่มนี้ด้วยเช่นกัน (Harrison, 2001)

การนำไปใช้

จากผลการวิจัยที่ระบุว่า ครูส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมีมุมมองต่อการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งยังคงไม่สอดคล้องกับแนวทางที่หลักสูตรแกนกลางการ

ศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ได้กำหนดไว้ให้นักเรียนได้ “สร้างแบบจำลอง” เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า ครูเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และการส่งเสริมให้นำความเข้าใจนั้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น ในบริบทของโครงการคู่มือครู ซึ่งผู้วิจัยมีเวลาจำกัดในการพบปะกับครูกลุ่มนี้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องสร้างความเข้าใจร่วมกับครูกลุ่มนี้ว่า แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ โดยครูอาจจำเป็นต้องเห็นตัวอย่างว่าแบบจำลองที่มีเป้าหมายเดียวกันสามารถได้หลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างที่ชัดเจน ได้แก่ แบบจำลองเรื่องแสง ซึ่งมีทั้งรูปแบบของคลื่น อนุภาค และรังสี

เมื่อครูเห็นความหลากหลายของแบบจำลองที่มีเป้าหมายเดียวกันแล้ว ผู้วิจัยอาจเปิดโอกาสให้ครูได้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับหน้าที่ของแบบจำลองแต่ละรูปแบบ ทั้งนี้ เพื่อให้ครูเข้าใจว่า แม้แบบจำลองเหล่านั้นมีเป้าหมายเดียวกัน แต่ด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันแบบจำลองแต่ละรูปแบบจึงมีหน้าที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น แบบจำลองแสงเป็นคลื่นอาจเหมาะกับการศึกษาปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง ในขณะที่แบบจำลองแสงเป็นอนุภาคอาจเหมาะกับการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ส่วนแบบจำลองแสงเป็นรังสี อาจเหมาะกับการศึกษาการเกิดภาพจากกระจกและเลนส์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยอาจอภิปรายกับครูเพิ่มเติมว่า นักวิทยาศาสตร์เองบางครั้งก็ไม่ได้เข้าใจสิ่งที่ตนเองศึกษาครอบคลุมทุกมิติ (ดังเช่นในกรณีของหลุมดำ) ดังนั้น มันจึงเป็นไปได้เลยที่นักวิทยาศาสตร์จะสร้างแบบจำลองให้เหมือนกับสิ่งนั้นได้ทุกประการ

หัวใจสำคัญของการอภิปรายเช่นนี้ ก็คือ การทำให้ลักษณะสำคัญของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจน โดยการวิจัยนี้ได้เน้นย้ำลักษณะสำคัญบางประการของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ (1) แบบจำลองมีได้หลากหลายรูปแบบ (2) แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ (3) แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการ และ (4) แบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากงานวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Ladachart, Suttakun, & Faikhamta, 2013) ได้ให้แนวทางว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเกิดขึ้นเองจากการให้ผู้เรียนทำหรือปฏิบัติตาม

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หากแต่ผู้สอนต้องรู้จักหยิบยกตัวอย่างการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องต่าง ๆ มาอภิปรายกับผู้เรียน ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการนี้ ผู้วิจัยเห็นด้วยกับ Schwarz and White (2005) ว่า การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก็ควรเป็นไปในทำนองเช่นเดียวกันนี้

เนื่องจากสิ่งที่ครูส่วนใหญ่ในการวิจัยนี้มักละเลย ก็คือ “มุมมองด้านการวิจัย” ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือในการทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ครูอาจยังไม่ได้ตระหนักว่า แบบจำลองมีบทบาทในการเป็นกรอบแนวคิดที่ชี้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการกำหนดคำถาม การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการศึกษา การตีความหลักฐาน และการให้เหตุผล ครูเหล่านี้จึงอาจยังไม่เห็นความสำคัญของการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบ และพัฒนาแบบจำลอง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองที่นอกเหนือจากการบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ผู้วิจัยอาจนำเสนอตัวอย่าง อาทิ การศึกษาโครงสร้างอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ซึ่งเกิดขึ้นจากการมีแบบจำลองอะตอมของทอมสันเป็นกรอบแนวคิด อันนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการทดสอบโดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของทองคำ จากนั้น ทิศทางการกระเจิงของอนุภาคแอลฟาถูกนำมาตีความบนพื้นฐานของแบบจำลองของทอมสันอีกครั้ง ซึ่งนำไปสู่การให้เหตุผลหักล้างว่า ประจุบวกและประจุลบไม่ได้กระจายไปทั่วทั้งอะตอม ด้วยตัวอย่างเช่นนี้ ผู้วิจัยหวังว่า ครูจะเข้าใจบทบาทของแบบจำลองที่มีต่อกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

เมื่อครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แล้ว ครูควรมีโอกาสได้ฝึกออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบ และพัฒนาแบบจำลอง ดังเช่นที่ Oh and Oh (2011, p. 1121) เสนอแนะไว้ว่า “การใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ควรไปให้ไกลกว่าวิธีการแบบเดิม ๆ ซึ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้ด้านเนื้อหาในแบบจำลองที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์” แต่เนื่องจากแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่คุ้นเคย ก็คือ “วัฏจักรการสืบเสาะแบบ 5Es” (Bybee et al., 2006) ซึ่งไม่มีการกล่าวถึงบทบาทของแบบจำลองอย่างชัดเจน ครูจึงอาจจะเลยการให้นักเรียน

ได้สร้าง ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแบบจำลอง (van Driel & Verloop, 2002) ดังนั้น การนำเสนอแนวทางและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง (Faikhamta & Supatchaiyawong, 2014; Schwarz & White, 2005; Rea-Ramirez et al., 2008; Schwarz et al., 2009) จึงเป็นเรื่องจำเป็น

References

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, P., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ...Tuan, H. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research Says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Buaraphan, K. (2009). Thai In-service Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32(2), 188-217.
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2010). *Indicators and Core Learning Content in Science According to the Basic Education Core Curriculum B. E. 2551*. Bangkok: Press of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Bureau of Teacher Education and Personnel Development. (2016). *Coupons for Teacher Development Project*. Retrieved from <http://teachercoupon.net/>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origin, Effectiveness, and Applications*. Retrieved from http://www.bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf



- Crawford, B. A., & Cullin, M. J. (2004). Supporting Prospective Teachers' Conceptions of Modelling in Science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1379-1401.
- der Valk, T. V., van Driel, J. H., & de Vos, W. (2007). Common Characteristics of Models in Present-day Scientific Practice. *Research in Science Education*, 37(4), 469-488.
- Faikhamta, C., & Supatchaiyawong, P. (2014). Model-Based Learning. *Kasetsart Educational Review*, 29(3), 86-99.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding Models and Their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Harrison, A. G. (2001). How Do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students? *Research in Science Education*, 31(3), 401-435.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A Typology of School Science Models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2007). Science Teachers' Knowledge about Teaching Models and Modelling in the Context of a New Syllabus on Public Understanding of Science. *Research in Science Education*, 37(2), 99-122.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, Teachers' Views on the Nature of Modelling, and Implications for the Education of Modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Ladachart, L., & Nashon, S. (2010). Alternative Frameworks in Conceptions of Sound: A Historical Evolution. *International Journal of Education*, 33(2), 3-24.
- Ladachart, L., Suttakun, L., & Faikhamta, C. (2013). A Critical Difference Between the Promotion of "Nature of Science" Instruction Outside and Inside Thailand. *Kasetsart Journal (Social Sciences)*, 34(2), 269-282.
- Lee, S. W., Chang, H., & Wu, H. (2015). Students' Views of Scientific Models and Modeling: Do Representational Characteristics of Models and Students' Educational Levels Matter? *Research in Science Education*, 47(2), 305-328. doi: 10.1007/s11165-015-9502-x.
- Lin, J. (2013). Elementary School Teachers' Knowledge of Model Functions and Modeling Processes: A Comparison of Science and Non-Science Majors. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(5), 1197-1220.
- National Research Council. (1996). *The National Science Education Standards*. Washington DC.: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington DC.: National Academy of Sciences.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An Overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2013). *PISA 2015: Draft Science Framework*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>



- Rea-Ramirez, M. A., Clement, J., & Nunez-Oviedo, M. C. (2008). An Instructional Model Derived from Model Construction and Criticism Theory. In J. J. Clement & M. A. Rea-Ramirez (Eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science* (pp. 23-43). Netherlands: Springer.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Supatchaiyawong, P., Faikhamta, C., & Suwanruji, P. (2014). Understandings of the Nature of Scientific Model of Students' Grade 10. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 25(1), 37-50.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.
- van Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced Teachers' Knowledge of Teaching and Learning of Models and Modelling in Science Education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272.
- Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understandings of Model-Based Inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-835.