

การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์
ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ
The Needs Assessment for Science Teachers Development in Teaching
to Enhance Student's Modelling under The Office of Chaiyaphum
Secondary Educational Service Area

Received : 2021-12-19

Revised : 2022-02-17

Accepted : 2022-04-27

ผู้วิจัย สุริยะ คุณวันดี¹

อุษณี ลลิตพาสาน²

Suriya Khunwandee

suriya.khu@ku.th

Usanee Lalitpasan

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และเปรียบเทียบความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิจำนวน 90 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าจำนวน 10 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจัดลำดับความต้องการจำเป็นด้วยดัชนีความต้องการจำเป็น

ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันของครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และ 2) ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีความต้องการจำเป็นมากกว่าครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และการปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความรู้เดิมของนักเรียนเป็นความจำเป็นที่ต้องการพัฒนามากที่สุด

คำสำคัญ การสร้างแบบจำลอง, การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์, การประเมินความต้องการจำเป็น

Abstract

¹ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ph.D. student in Science Education Program, Faculty of Education, Kasetsart University

² อาจารย์ ดร. สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dr. Program in Research and Evaluation in Education, Faculty of Education, Kasetsart University

The purpose of this research was to investigate the current state, desirable state and compare the need assessment of science teachers at middle school and high school levels under The Office of Chaiphaphum Secondary Educational Service Area — science teachers' pedagogical development to enhance students' modelling. There were 90 sciences teachers for research participants. The research instrument was a rating scale questionnaire of 10 items, and the validity was checked by science education experts. Statistics were mean, standard deviation, and Modified Priority Needs Index; PNI.

The research findings were 1) the current state was at more levels and the desirable state was the most levels under the science teacher's pedagogical development to enhance student's modelling, and 2) the middle school science teachers needed more than the high school science teachers in the pedagogical development to enhance students' modelling. The most need for science teachers' pedagogical development is the actions that favor the expression and discussion of students' previous ideas.

Keywords Modelling, Science Teacher Training, Needs Assessment

บทนำ

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific model) เป็นตัวแทนความเข้าใจมีลักษณะสำคัญคือสามารถนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นเครื่องมือสำหรับคาดคะเนคำตอบของการทดลอง (Schwarz et al., 2009) โดยในระหว่างสร้างแบบจำลองสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะสำคัญของการเปลี่ยนแปลงตัวแทนความคิด (Mental model) ของนักเรียนในขณะที่เรียนวิทยาศาสตร์ (Bamberger & Davis, 2013) และนักเรียนสามารถแสดงตัวแทนความคิดออกมาด้วยการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นตัวแทนความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายสำหรับนักเรียน (Chittleborough & Treagust, 2009) ทั้งนี้ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้การสร้างและใช้แบบจำลองเป็นแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (Science and engineering practice) ตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standard: NGSS) (Next generation science standard [NGSS], 2013) ส่วนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ได้กำหนดให้แบบจำลองและการสร้างแบบจำลองเป็นตัวชี้วัดสำคัญในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เห็นได้จากแบบจำลองถูกนำเสนอในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทุกระดับชั้น แสดงให้เห็นว่าการใช้และสร้างแบบจำลองเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างแบบจำลองจึงเป็นวิธีการที่สำคัญที่ครูใช้ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Justi & Gilbert, 2002)

เมื่อพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิพบว่า มีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2563 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.83 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.27 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ, 2564; สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน และสะท้อนถึงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูที่ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งความสามารถในการสอนของครูมีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เนื่องจากทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน ดังนั้นครูจึงต้องมีการพัฒนาความสามารถในการสอน (Podungge, Rahayu, Setiawan, & Sudiro, 2020) จากการศึกษาของ ลฎาภา ลดาชาติ (2561) พบว่าครูวิทยาศาสตร์มีมุมมองต่อแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด กล่าวคือ ครูวิทยาศาสตร์มักมองแบบจำลองในฐานะเป็นสิ่งที่ช่วยในการบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Krell & Krüger (2017) พบว่าทั้งครูไม่เข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองในฐานะเป็นตัวแทนของบางสิ่งบางอย่าง และไม่เข้าใจว่าการสร้างแบบจำลองเป็นวิธีปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้าง ใช้ ทดสอบ และ ปรับแก้แบบจำลอง แสดงให้เห็นว่าครูยังยึดติดกับการถ่ายทอดความรู้แบบเดิม และมีความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนด้วยแบบจำลองค่อนข้างจำกัด (Justi & Gillbert, 2002) จากเหตุผลดังกล่าวครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง และสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และเพื่อให้ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลองจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องพัฒนานตนเองในด้านการจัดการเรียนรู้ (ไฉไลศรี เพชรใต้ และ พชรวิทย์ จันทรศิริสิริ, 2564) ทั้งนี้การพัฒนาครูให้มีความรู้ในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นยังเป็นเรื่องที่ท้าทายในปัจจุบัน (ลฎาภา ลดาชาติ, 2561)

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์พบว่าเริ่มต้นจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของครูวิทยาศาสตร์ถึงความสามารถในการปฏิบัติงาน และการรับรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ที่จำเป็นรวมถึงความสามารถในการสอน และยังมีการศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาของครูวิทยาศาสตร์เพื่อนำข้อมูลที่ค้นพบมาใช้ออกแบบโปรแกรมและรูปแบบของการพัฒนา (จันทรประภา แก้วสีขาว และกาญจน์ เรืองมนตรี, 2563; พัชรภากร พูลบุญ และ อธิพงษ์ แสงประดิษฐ์, 2564) ซึ่งการประเมินความต้องการจำเป็นเป็นกระบวนการประเมินเพื่อกำหนดความแตกต่างของสภาพที่เกิดขึ้นกับสภาพที่ควรจะเป็น โดยระบุสิ่งที่ต้องการให้เกิดว่ามีลักษณะเช่นใด และประเมินสิ่งที่เกิดขึ้นจริงว่ามีลักษณะเช่นใด จากนั้นจะนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าควรเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง (สุวิมล ว่องวานิช, 2562) ผู้วิจัยในฐานะครูวิทยาศาสตร์จึงมีความสนใจศึกษาสภาพปัจจุบันและความต้องการจำเป็นของครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ สารสนเทศที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะสะท้อนถึงสภาพปัจจุบันของการสอนวิทยาศาสตร์ และความต้องการจำเป็นในการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน และเป็นสารสนเทศแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถของครูในการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบลำดับของความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ พร้อมระบุและจัดลำดับความสำคัญในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ ดังนี้

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำนวน 90 คน จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
ชัยภูมิ จำนวน 32 โรงเรียน จำแนกตามระดับชั้นที่สอนได้แก่ 1) ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
จำนวน 35 คน และ 2) ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 55 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้าง
แบบจำลองของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบ
ตรวจสอบรายการ (Checklist) เพื่อสอบถามข้อมูลเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมการวิจัย และตอนที่ 2 แบบประเมินความ
ต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเป็นแบบ
ประเมินแบบตอบสนองคู่ (Dual response format) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ใช้
สำหรับประเมินสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของครูวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาข้อคำถามขึ้นตามแนวคิด
ของ Justi, Costa & Mozzer (2011) แบ่งออกเป็น 5 ด้านรวมทั้งสิ้นจำนวน 10 ข้อ โดยผ่านการตรวจสอบความ
ตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item
of congruence; IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้าง
แบบจำลองของนักเรียน

ด้าน	จำนวนข้อ	คำถามย่อย
1) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการสร้างแบบจำลอง ของนักเรียน	2	1. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกันในการ สร้างแบบจำลอง 2. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง แบบจำลองให้สมบูรณ์
2) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการ อภิปรายของนักเรียน	2	3. ให้คำสำคัญของตัวแทนความคิดแก่นักเรียน ในการสร้างแบบจำลอง 4. ถามนักเรียนถึงคำสำคัญที่ใช้เป็นตัวแทน ความคิดในการอธิบายแบบจำลองที่สร้างขึ้น
3) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการ อภิปรายความรู้เดิมของนักเรียน	2	5. ถามนักเรียนถึงความคิดเดิมที่ใช้ในการสร้าง แบบจำลอง 6. ให้นักเรียนวิเคราะห์แบบจำลองที่สร้างขึ้น ถึงความสามารถในการอธิบายความคิดเดิม ของตน
4) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการ อภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ ของนักเรียน	2	7. ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตผลการ ทดลองที่เกิดขึ้น 8. ให้นักเรียนอภิปรายถึงข้อสังเกตอื่นๆ จาก การทดลองเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองใหม่
5) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการ อภิปรายแนวคิดกับแบบจำลองที่ยอมรับใน ปัจจุบัน	2	9. ให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายทั้งในกลุ่ม และในชั้นเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น ใหม่

10. ให้นักเรียนอภิปรายความสัมพันธ์ของ
แบบจำลองที่สร้างขึ้นและการสร้างความรู้ใหม่

รวม

10

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านช่องทางออนไลน์ด้วย Google form โดยส่งลิงค์แบบสอบถามไปยังครูวิทยาศาสตร์ทุกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ จำนวน 37 โรงเรียน ผู้วิจัยใช้เวลา 1 เดือนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ซึ่งก่อนตอบแบบสอบถามมีช่องให้อาสาสมัครตอบยืนยันเพื่อแสดงความเข้าใจ และยินยอมให้ข้อมูล ตลอดจนยอมรับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งได้รับการตอบกลับคืนมาจำนวน 90 ฉบับจาก 32 โรงเรียนคิดเป็นร้อยละ 86.49

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยของสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการปฏิบัติตามบทบาทครูด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนตามโดยใช้เกณฑ์คะแนนดังนี้

4.51 - 5.00 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก

2.51 - 3.50 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.50 คะแนน หมายถึง มีการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จากนั้นวิเคราะห์ลำดับความต้องการจำเป็นจากค่าดัชนีความต้องการจำเป็นแบบปรับปรุง (Modified Priority Needs Index ; $PNI_{modified}$) (สุวิมล ว่องวานิช, 2562)

สรุปผลการวิจัย

1. สภาพปัจจุบันและความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ของครูวิทยาศาสตร์ครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ

ตารางที่ 2 สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนของครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ

ด้าน	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	Mean	S.D.	แปลผล	Mean	S.D.	แปลผล
ด้านที่ 1 การปฏิบัติที่เอื้อต่อการสร้างแบบจำลองของนักเรียน						
1. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกันในการสร้างแบบจำลอง	3.70	0.84	มาก	4.47	0.62	มาก
2. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองให้สมบูรณ์	4.00	0.79	มาก	4.57	0.56	มากที่สุด
เฉลี่ย	3.85	0.74	มาก	4.52	0.55	มากที่สุด
ด้านที่ 2 การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายของนักเรียน						
3. ให้คำสำคัญของตัวแทนความคิดแก่นักเรียนในการสร้างแบบจำลอง	3.88	0.75	มาก	4.53	0.56	มากที่สุด

ด้าน	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	Mean	S.D.	แปลผล	Mean	S.D.	แปลผล
4. ถาถามนักเรียนถึงคำสำคัญที่ใช้เป็นตัวแทนความคิดในการอธิบายแบบจำลองที่สร้างขึ้น	3.72	0.86	มาก	4.54	0.62	มากที่สุด
เฉลี่ย	3.80	0.76	มาก	4.54	0.55	มากที่สุด
ด้านที่ 3 การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความรู้เดิมของนักเรียน						
5. ถาถามนักเรียนถึงความคิดเดิมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	3.79	0.81	มาก	4.52	0.58	มากที่สุด
6. ให้นักเรียนวิเคราะห์แบบจำลองที่สร้างขึ้นถึงความสามารถในการอธิบายความคิดเดิมของตน	3.70	0.88	มาก	4.58	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	3.74	0.79	มาก	4.55	0.54	มากที่สุด
ด้านที่ 4 การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียน						
7. ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น	4.11	0.73	มาก	4.61	0.53	มากที่สุด
8. ให้นักเรียนอภิปรายถึงข้อสังเกตอื่นๆ จากการทดลองเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองใหม่	3.84	0.79	มาก	4.57	0.60	มากที่สุด
เฉลี่ย	3.98	0.68	มาก	4.59	0.54	มากที่สุด
ด้านที่ 5 การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายแนวคิดกับแบบจำลองที่ยอมรับในปัจจุบัน						
9. ให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายทั้งในกลุ่มและในชั้นเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่	3.95	0.85	มาก	4.59	0.58	มากที่สุด
10. ให้นักเรียนอภิปรายความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่สร้างขึ้นและการสร้างความรู้ใหม่	3.77	0.97	มาก	4.54	0.56	มากที่สุด
เฉลี่ย	3.86	0.86	มาก	4.57	0.55	มากที่สุด
ภาพรวมเฉลี่ย	3.85	0.84	มาก	4.55	0.58	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าสภาพปัจจุบันของครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.85) ส่วนสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.55) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่าทุกด้านของสภาพปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วนสภาพที่พึงประสงค์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด โดยในด้านที่ 4 การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียน ทั้งสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด แสดงว่า ครูวิทยาศาสตร์เห็นความสำคัญของการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียน จึงสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการใช้คำถาม และกระตุ้นการอภิปรายข้อสังเกตอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี

2. ลำดับของความต้อการจำเป็นในการพัฒนาด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ของครูวิทยาศาสตร์ครูวิทยาศาสตร์ ม. ต้น และ ม. ปลาย

ตารางที่ 3 ดัชนีความต้อการจำเป็นในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ของครูวิทยาศาสตร์ครูวิทยาศาสตร์ ม. ต้น และ ม. ปลาย

ด้าน	ความต้องการจำเป็น							
	ครุวิทยาาสตร์ ม. ต้น			ลำดับ	ครุวิทยาาสตร์ ม.ปลาย			ลำดับ
	I	D	PNI _{modified}		I	D	PNI _{modified}	
1) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการสร้างแบบจำลองของนักเรียน	4.53	3.77	0.20	2	4.51	3.90	0.16	4
2) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายของนักเรียน	4.50	3.76	0.20	2	4.56	3.83	0.19	2
3) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความรู้เดิมของนักเรียน	4.67	3.79	0.23	1	4.47	3.72	0.20	1
4) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียน	4.60	3.96	0.16	3	4.58	3.99	0.15	5
5) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายแนวคิดกับแบบจำลองที่ยอมรับในปัจจุบัน	4.57	3.81	0.20	2	4.56	3.89	0.17	3
เฉลี่ย	4.57	3.82	0.20		4.54	3.87	0.17	

จากตารางที่ 3 พบว่าครุวิทยาาสตร์ ม. ต้น มีลำดับความต้องการจำเป็นสูงสุดคือด้านที่ 3) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความรู้เดิมของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.23$) รองลงมาเท่ากัน 3 ด้านคือ ด้านที่ 1) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.20$) ด้านที่ 2) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.20$) และด้านที่ 5) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายแนวคิดกับแบบจำลองที่ยอมรับในปัจจุบัน ($PNI_{modified} = 0.20$) และลำดับต่ำสุดคือ ด้านที่ 4) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.16$) ส่วนครุวิทยาาสตร์ ม. ปลายมีลำดับความต้องการจำเป็นเรียงจากสูงสุดไปต่ำสุดได้แก่ ด้านที่ 3) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความรู้เดิมของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.20$) ด้านที่ 2) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.19$) ด้านที่ 5) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายแนวคิดกับแบบจำลองที่ยอมรับในปัจจุบัน ($PNI_{modified} = 0.17$) ด้านที่ 1) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.16$) และด้านที่ 4) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียน ($PNI_{modified} = 0.15$) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความต้องการจำเป็นพบว่าครุวิทยาาสตร์ ม. ต้น ($PNI_{modified} = 0.23$) มีลำดับขั้นความต้องการจำเป็นมากกว่าครุวิทยาาสตร์ ม. ปลาย ($PNI_{modified} = 0.17$) แสดงให้เห็นว่าครุวิทยาาสตร์ ม. ต้น มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมากกว่าครุวิทยาาสตร์ ม. ปลาย และความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครุวิทยาาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนลำดับแรกคือ ด้านที่ 3) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความรู้เดิมของนักเรียน ทั้งครุวิทยาาสตร์ ม. ต้น ($PNI_{modified} = 0.23$) และครุวิทยาาสตร์ ม.ปลาย ($PNI_{modified} = 0.20$)

อภิปรายผล

การประเมินความต้องการจำเป็นของครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และจัดลำดับความต้องการจำเป็นของครูเกี่ยวกับการปฏิบัติตามบทบาทครูในการส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

สภาพปัจจุบันของครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.85) ส่วนสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.55) โดยครูวิทยาศาสตร์เห็นความสำคัญของการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียน จึงสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการใช้คำถาม และกระตุ้นการอภิปรายข้อสังเกตอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ด้านที่ 4 การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความเข้าใจในหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักเรียนทั้งสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกกำหนดเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้นจึงพบได้บ่อยในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการเตรียมครูวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้กำหนดให้ครูมีสมรรถนะการสอนด้วยการสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เช่น การใช้คำถาม การทดลอง การสังเกต เป็นต้น (น้ำฝน คูเจริญไพศาล, 2552) โดยคำถามจะถูกใช้ในการทดสอบแบบจำลองผ่านการถามเพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และการอภิปรายถึงข้อสังเกตอื่น ๆ ที่ค้นพบ เพื่อนำข้อค้นพบนั้นมาใช้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อปรับแบบจำลองให้สมบูรณ์ (Schwarz et al., 2009; Justi, Costa & Mozzer, 2011) สอดคล้องกับสุริยะ คุณวันดี และร่มเกล้า อาจเดช (2560) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสร้างแบบจำลองเรื่องภาวะเรือนกระจก โดยระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองด้วยการวาดภาพ ใช้คำถามถามนักเรียนถึงตัวแทนความคิดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และถามนักเรียนถึงหลักฐานเชิงประจักษ์ในการพิจารณาปรับแก้แบบจำลอง ด้วยเหตุนี้การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตผลจากการทดลองจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ลำดับความต้องการจำเป็นในการพัฒนาด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนตามวิธี Modified Priority Needs Index ($PNI_{modified}$) พบว่าครูวิทยาศาสตร์ ม. ต้น มีความต้องการจำเป็นมากกว่าครูวิทยาศาสตร์ ม. ปลาย เป็นไปได้ว่าครูวิทยาศาสตร์ ม. ต้นขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับบัณฑิต ไซมัมขมิณ อรณุช ศรีสะอาด และทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ (2557) ได้ประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์พบว่าครูวิทยาศาสตร์มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่หลากหลาย จึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทนี้คือครูขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สอดคล้องกับลฎาภา ลดาชาติ (2562) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจและการใช้แบบจำลองในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ประจำการพบว่าครูวิทยาศาสตร์ ม. ต้น เข้าใจแบบจำลองในบางมิติเท่านั้น เช่น เข้าใจเพียงลักษณะทางกายภาพของแบบจำลองในฐานะเป็นสื่อการสอน จึงละเลยต่อมุมมองของแบบจำลองในฐานะเป็นเครื่องมือในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และจึงเป็นไปได้ว่าครูวิทยาศาสตร์ ม. ต้น ไม่เข้าใจแบบจำลองจึงละเลยการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (ลฎาภา ลดาชาติและลือชา ลดาชาติ, 2560) จึงไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองในขณะที่เรียนวิทยาศาสตร์

ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนลำดับสูงสุดทั้งครูวิทยาศาสตร์ ม. ต้น และครูวิทยาศาสตร์ ม. ปลาย คือ ด้านที่ 3) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการ

อภิปรายความรู้เดิมของนักเรียนเนื่องจากความรู้เดิมของนักเรียนนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างแบบจำลอง ซึ่งนักเรียนจะระลึกถึงความคิดเดิมที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง และนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่ (Justi, Costa & Mozzer, 2011) เมื่อพิจารณากระบวนการเรียนรู้ (Learning procession) ของการสร้างแบบจำลองในชั้นเรียนในตอนเริ่มแรกครูจะใช้คำถามเพื่อตรวจสอบตัวแทนความคิดและประสบการณ์เดิมของนักเรียน จากนั้นนำเสนอประสบการณ์ใหม่เพื่อให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดและจัดระเบียบโครงสร้างของตัวแทนความคิดเดิมให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ครูนำเสนอ (Clement, 2000) คำถามที่ครูใช้ถามนักเรียนเกี่ยวกับความคิดเดิมจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการสร้างแบบจำลองในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เห็นได้ชัดเจนว่าครูไม่เข้าใจและยังปฏิบัติได้ไม่ดีเท่าที่ควร

การเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์แบบจำลองที่สร้างขึ้นถึงความสามารถในการอธิบายความคิดเดิมของตนเป็นประเด็นที่สำคัญที่ครูต้องการพัฒนา ซึ่งถือเป็นแนวทางที่สำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความคิดเดิมของตน เช่นกระบวนการโต้แย้ง โดยนักเรียนจะพยายามหาเหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุนความคิดของตนในการอธิบายต่อเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่ง Praisri & Faikhamta (2020) พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เน้นกระบวนการโต้แย้ง สามารถพัฒนาตัวแทนความคิดของนักเรียนได้ โดยในกิจกรรมได้เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้หลักฐานและให้เหตุผลประกอบข้อโต้แย้งเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาแบบจำลองทางความคิดของตน จากการผลการวิจัยเป็นไปได้ว่าครูขาดทักษะในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการโต้แย้งของนักเรียนจึงส่งผลให้มีความต้องการจำเป็นมากที่สุดสำหรับการพัฒนาสอดคล้องกับพัชราภร พูลบุญ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ (2564) พบว่านักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ขาดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับการนำเสนอประเด็นและองค์ประกอบของการโต้แย้งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการโต้แย้งแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ หรืออาจเป็นไปได้ว่าครูยังมีมุมมองที่จำกัดเกี่ยวกับแบบจำลอง และการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานดังเช่นผลการวิจัยของลฎาภา ลดาชาติ (2561) พบว่าครุวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นสื่อกลางในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งละเลยต่อธรรมชาติของแบบจำลอง และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาภาพที่พึงประสงค์ของครูด้านการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนทั้ง 5 ด้านแล้ว พบว่าทุกด้านล้วนมีความสำคัญในระดับมากที่สุด เนื่องจากบทบาทของครูในแต่ละด้านช่วยส่งเสริมการสร้างแบบจำลองของนักเรียน การปฏิบัติตามบทบาทครูในแต่ละด้านดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพได้นั้นครูควรมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อครุวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจและสามารถสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างแบบจำลองแล้วจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองในชั้นเรียนและช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลอง ดังนั้นครุวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การประเมินความต้องการจำเป็นครั้งนี้พบว่าครูมีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาลำดับแรกคือด้านที่ 3) การปฏิบัติที่เอื้อต่อการแสดงออกและการอภิปรายความรู้เดิมของนักเรียน ดังนั้นหน่วยพัฒนาครูสามารถนำสารสนเทศนี้ไปใช้ในการออกแบบหลักสูตรหรือกระบวนการพัฒนาครูให้สมรรถนะการสอนที่มีคุณภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) งานวิจัยนี้เป็นการประเมินความต้องการจำเป็นในเชิงสำรวจ ซึ่งสารสนเทศที่ได้จะยังไม่สะท้อนถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ดังนั้นควรมีการศึกษาประเด็นอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ได้สาเหตุของปัญหา โดยอาจวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุเข้ามาใช้ร่วมกับการประเมินความต้องการจำเป็น เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้ตรงกับความต้องการจำเป็นที่แท้จริง

2) การวิจัยในครั้งต่อไปควรศึกษาสภาพปัจจุบันด้านอื่นๆ ของครูร่วมด้วย เช่น ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลอง ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อจะได้ข้อมูลเชิงสาเหตุสำหรับใช้ประกอบในการกำหนดแนวทางการพัฒนาครูต่อไป

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จันทร์ประภา แก้วสีขาว และ กาญจน์ เรืองมนตรี. (2563). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้าง สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 26. *วารสารมหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 7(6), 192-206.
- ไฉไลศรี เพชรใต้ และ พชรวิทย์ จันทร์ศิริสร. (2564). ความต้องการจำเป็นและแนวทางการส่งเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *วารสารชุมชนวิจัย*, 15(4), 222-234.
- นันทิยา ไชยมีชมิม, อรุณ ศรีสะอาด และทัศนศิริพันธ์ สว่างบุญ. (2557). การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 20(1), 118-133.
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล. (2552). มาตรฐานสำหรับการเตรียมครูวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 1(2), 24-30.
- พัชรกร พูลบุญ และ อีรพงษ์ แสงประดิษฐ์. (2564). การพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์. *วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ*, 6(3), 387-403.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณจุ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอม และความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, 1(1), 97-124.
- ลฎาภา ลดาชาติและสือชา ลดาชาติ. (2560). มุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์. *วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 10(3), 149-162.
- ลฎาภา ลดาชาติ. (2561). แบบจำลองกับการศึกษาวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 38 (4), 133-159.
- ลฎาภา ลดาชาติ. (2562). การส่งเสริมความเข้าใจและการใช้แบบจำลองในการสอนวิทยาศาสตร์:กรณีศึกษากับครูวิทยาศาสตร์ประจำการ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(2), 271-284.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). สถิติ O-Net ย้อนหลัง. สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2564 จาก <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3865>.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ. (2564). ผลการสอบ O-Net. สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2564 จาก <https://www.sesao30.go.th/document.php?type=document&action=onet>.
- สุริยะ คุณวันดี และร่มเกล้า อาจเดช. (2560). Modelling-based Teaching: A Strategy to Enhance Students' Understanding of Model in Science. *Proceeding of The National and International Graduate Research Conference 2017*. 1662-1669.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2562). *การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น*. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Bamberger, Y.M., & Davis, E.A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238.
- Chittleborough, G.D., & Treagust, D.F. (2009). Why models are advantageous to learning science. *Educación química*, 20(1), 12-17.
- 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.
- Justi, R., Costa, P. P., & Mozzer, N. B. (2011). Key teacher's roles in supporting the co-construction of students' knowledge in modeling-based teaching contexts. In *ESERA 2011 Conference Proceedings: Nature of science, History, Philosophy, Sociology of Science*. (pp. 57-63).
- Krell, M., & Krüger, D. (2017). University students' meta-modelling knowledge. *Research in Science & Technological Education*, 35(3), 261-273.
- Next generation science standard [NGSS]. (2013). *Read the Standards*. Retrieved Nov 2021 from <https://www.nextgenscience.org/search-standards>.
- Podungge, R., Rahayu, M., Setiawan, M., & Sudiro, A. (2020, June). Teacher Competence and Student Academic Achievement. In *23rd Asian Forum of Business Education (AFBE 2019)* (pp. 69-74). Atlantis Press.
- Praisri, A., & Faikhamta, C. (2020). Enhancing Students' Mental Models of Chemical Equilibrium Through Argumentation within Model-based Learning. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(7), 121-142.
- Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Achér, 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.