

บทความวิจัย (Research Article)

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนา
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

AN ACTION RESEARCH TO EXAMINE THE WAYS OF USING MODEL-BASED
LEARNING TO ENHANCE 11th GRADE STUDENTS' COMPETENCY TO EXPLAIN
PHENOMENA SCIENTIFICALLY ON FOSSIL FUELS AND PRODUCTS

Received: July 5, 2017

Revised: October 19, 2017

Accepted: October 31, 2017

ราตรี ยะคำ^{1*} สกนชัย ชะนูนันท์² และวิภารัตน์ เชื้อขวด ชัยสิทธิ์³
Ratree Yacom^{1*} Skonchai Chanunon² and Wipharat Chuachud Chaiyasith³

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

^{1,2,3}Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Ratreemint.mint@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เน้นส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง การวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Plan 2) Act 3) Observe 4) Reflect เก็บข้อมูลโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา โดยนำผลสะท้อนในแต่ละวงรอบมาทำการวิเคราะห์และปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ จนกระทั่งได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาสมรรถนะของนักเรียนได้ และสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและร้อยละ

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะเพิ่มขึ้นภายหลังทำการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงรอบ ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนาสมรรถนะของนักเรียนนั้น ประกอบด้วย

7 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น การอภิปราย การโต้แย้งร่วมกัน และให้ความช่วยเหลือในรูปแบบต่างๆ แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังจะเห็นได้จากร้อยละคะแนนของสมรรถนะหลังเรียน (66.27%) สูงกว่าก่อนเรียน (16.85%) และการพัฒนาสมรรถนะในวงจรที่ 1 2 และ 3 เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

คำสำคัญ: แบบจำลองเป็นฐาน สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this action research were to examine the ways of using model-based learning (MBL) approach to enhance students' explaining phenomena scientifically competency on fossil fuels and products and to investigate the impact of model-based learning (MBL) approach on students' explaining phenomena scientifically competency. The targeted students were 24 people in 11th grade students from the lower part of northern science school who registered in the second semester of 2016 academic year. In the research process, the cycle of PAOR include 4 steps; 1) plan, 2) act, 3) observe, and 4) reflect. The research data were collected by using the three developed lesson plans, the reflection journals in teaching, the activity work sheets and the developed explaining phenomena scientifically competency test. The data were analyzed by using content analysis technique, which this data of each cycle was modified by adding and improvement even to obtain the perfect steps for enhancing this competency. Furthermore, the other is some basic statistics such as mean, and percentage were also used.

The results show that; there were noticeable development for students' explaining phenomena scientifically competency after the developed learning activities using model-based learning (MBL) for the three-cycle process were completed. All the learning activities were developed using the seven steps of model-based learning approach. In each steps was suggested that the teacher should emphasize on the importance of questions to stimulate students to share ideas, to get them into discussion and argumentation, and to support them in various ways during the activities. All steps of the process can improve students' competency to explain phenomena scientifically. As a result, the students' competency post-test average score (66.27%) was higher than that of the pre-test one (16.85%) and the students' competency have been progressed at high level after the three round PAOR cycle respectively.

Keywords: Model-based Learning, Explaining Phenomena Scientifically Competency

บทนำ

ปัจจุบันระบบความรู้เทคโนโลยีใหม่ เศรษฐกิจสังคมของโลกได้เปลี่ยนแปลงไป การศึกษาไทยจึงจำเป็นต้องเน้นการประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน พบว่าครูไทยใช้วิธีการสอนรูปแบบการป้อนหรือบรรยาย ซึ่งนักเรียนไม่ได้รับการพัฒนาสมองโดยการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ (Office of the Education Council, 2014, p. 67) ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ของนักเรียนไทยในปี ค.ศ. 2006 และ 2015 พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD มากกว่าหนึ่งระดับ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017, p. 4) โดยได้คะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 ปีเท่ากับ 421 คะแนน และเมื่อพิจารณาผลคะแนนแต่ละสมรรถนะในปี 2006 และ 2009 พบว่าสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนลดต่ำลง (Programme for International Student Assessment (PISA) Thailand, 2010, p. 70) นอกจากนี้ล่าสุดปี 2015 ผลคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไทยได้เพียง 419 คะแนน (OECD, 2016) ซึ่งต่ำกว่าคะแนนของ OECD (493 คะแนน) เป็นอย่างมาก นั้นสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่งด้วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมที่เน้นให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ใช้ความรู้เชิงเนื้อหาในชีวิตประจำวัน

สังคมไทยในปัจจุบันประสบพบเจอกับสิ่งที่คนส่วนใหญ่ไม่คิดไตร่ตรองด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ชาวที่กินกลูต้าแล้วทำให้ผิวขาวกระจ่างใส คนส่วนใหญ่หลงเชื่อตัวแทนจำหน่ายที่ใช้กลวิธีต่างๆ ที่โน้มน้าวให้ผู้บริโภคหลงเชื่อ โดยการทำการทดสอบกลูต้าด้วยเบตาดีนในน้ำ ซึ่งเกิดการเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลกลายเป็นสีขาวใส นั้นหมายความว่าหากกินกลูต้าเข้าไปแล้วจะทำให้ผิวขาวกระจ่างใสได้จริง ซึ่งแท้จริงแล้วเมื่อคิดวิเคราะห์ด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้สามารถอธิบายได้ด้วยเนื้อหาเคมีเรื่อง ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) โดยสามารถอธิบายได้ว่า กลูต้าที่กำลังถูกทดสอบนั้นเกิดการแลกเปลี่ยนประจุไอออน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าไม่เป็นความจริงที่จะกินกลูต้าแล้วผิวขาวกระจ่างใส สถานการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคุณคณที่จะอยู่ในสังคมปัจจุบันได้นั้นจะต้องเป็นผู้ที่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการคิด วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อลงข้อสรุปและนำเสนอผลออกมาโดยการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ไม่อาจมองเห็นและสัมผัสได้ เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วความสามารถเหล่านี้มีความสอดคล้องกับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้แสดงออกถึงพฤติกรรม 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) ดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2) ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบการอธิบายและการแสดงข้อมูล 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล 4) เสนอการอธิบายด้วยสมมติฐาน 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (OECD, 2013, p. 15)

จากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการรวมถึงวิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคในเขตภาคเหนือตอนล่าง พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้เน้นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสืบค้นข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ตรงตามเป้าหมายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคที่เน้นให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้เนื้อหา

วิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมในการพัฒนาประเทศชาติในอนาคตให้สามารถแข่งขันได้ในระดับประชาคมโลกได้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากผลประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนดังกล่าวลดลงจากร้อยละ 69.60 ในปี 2012 เป็นร้อยละ 60.00 ปี 2015 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2013) สอดคล้องกับผลคะแนนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบ วัดสมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนยังทำคะแนนไม่ตีพอในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้น นักเรียนควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น โดยครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้เชิงเนื้อหาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จากการศึกษาเนื้อหาที่นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันพบว่า เนื้อหาเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิงและพลาสติก ที่พบเจอในชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งทั้งเชื้อเพลิงและพลาสติกล้วนแฝงด้วยสิ่งที่เป็นนามธรรมที่ไม่สามารถจับต้องได้ แต่สามารถอธิบายด้วยปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งบุคคลที่จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นออกมาได้นั้นจะต้องเป็นบุคคลที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวโดยใช้เนื้อหาเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวของนักเรียนได้นั้น พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) ซึ่งเน้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพของความรู้ที่เป็นนามธรรมออกมาอยู่ในรูปธรรมที่สามารถจับต้องเพื่อเป็นสื่อกลางในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นผ่านแบบจำลองรูปภาพ 2 มิติ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้สร้างและพัฒนาแบบจำลองด้วยตนเองซึ่งเป็นการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Faikhamta & Suphatachaiwong, 2014, pp. 86-99) ผ่านการศึกษาลงมือปฏิบัติจริง เช่น ศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ ทำการทดลอง และศึกษาผ่านงานวิจัย ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตัวอย่างเช่น Lee and Kim (2014, pp. 1075-1099) ได้ทำการศึกษาญาณวิทยาหรือกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องระบบหมุนเวียนของเลือด โดยทำการวัดจากระดับการวิเคราะห์และประเมินค่าจากแบบจำลอง โดยนักเรียนจะได้สร้างแบบจำลองด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและสามารถสร้างแบบจำลองที่ซับซ้อนได้ นอกจากนั้นแล้ว Schwarz, et al. (2009, pp. 632-654) ได้ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองที่ทำให้นักเรียนเข้าถึงธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีด้วยกันทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเข้าถึงปรากฏการณ์ 2) ขั้นสร้างแบบจำลอง 3) ขั้นสำรวจและตรวจสอบเชิงประจักษ์ 4) ขั้นประเมินแบบจำลอง 5) ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยแนวคิดอื่นๆ 6) ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง 7) ขั้นใช้แบบจำลองทำนายและอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาเพิ่มสูงขึ้นโดยสามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ซับซ้อนจากแบบจำลองได้ สามารถปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองโดยใช้เหตุผลที่หลากหลายได้ และสามารถสร้างข้อโต้แย้งผ่านการประยุกต์ใช้แบบจำลองได้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนดังกล่าวมีความชัดเจนซึ่งสามารถนำไปพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบ PISA 2015 ได้ครบทุกตัวบ่งชี้

จากสภาพการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้สามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เชิงเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เน้นส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคในภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ภาคเรียน จำนวน 24 คน ประกอบด้วย นักเรียนชาย จำนวน 8 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 16 คน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยเน้นการศึกษาเชิงลึกด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งมีขั้นตอนการวิจัย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน ของ Kemmis (as cited in Kijkuakul, S. (2014, pp. 149-151) ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

3. สิ่งที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัย 4 แบบ ได้แก่

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 แผน แต่ละแผนจะใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามวงจรละ 1 แผน ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

วงจร	แผนการจัดการเรียนรู้	บริบทเข้าสู่กิจกรรม	บริบทประยุกต์	เวลา (ชม)
1	กระบวนการกลั่นและการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันปิโตรเลียม	แท่นขุดเจาะน้ำมันระเบิดที่อ่าวเม็กซิโก	แท่นขุดเจาะน้ำมันระเบิด	4
2	กระบวนการกลั่นและการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมัน	สนุกกับการกลั่น	คุณภาพจากปิโตรเลียม	4
3	ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์	ฝือกพอลิเมอร์	ภาชนะพลาสติก	4
รวม				12

4.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำหรับสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขณะที่ยุติการดำเนินการทำกิจกรรม โดยผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต โดยจะบันทึกข้อมูลในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมไปถึงแนวทางการแก้ไขเพื่อนำไปวางแผนในการจัดการเรียนรู้ถัดไป

4.3 ใบกิจกรรม เป็นใบกิจกรรมที่นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้

4.4 แบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ลักษณะของข้อสอบมีความสอดคล้องกับข้อสอบ PISA โดยมีรูปแบบการตอบคำถามทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) เลือกตอบ 4 ตัวเลือก 2) เลือกตอบเชิงซ้อน 3) เขียนตอบอิสระ โดยครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ชากติกคำบรรพท์และผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีทั้งหมด 6 สถานการณ์ จำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 27 คะแนน โดยข้อสอบผ่านการตรวจสอบเครื่องมือมาแล้วโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน และค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) เฉลี่ยเท่ากับ 1.00

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยเริ่มจากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาและสาเหตุเพื่อนำมาวางแผนการเรียนรู้ หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ หลังจากนั้นจึงดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรมและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และสุดท้ายผู้วิจัยนำข้อมูลที่สังเกตมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อหาแนวทางปรับปรุงและแก้ไขในการวางแผนการเรียนรู้ถัดไป และภายหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรแล้วนักเรียนจะถูกประเมินโดยแบบทดสอบสมรรถนะอีกครั้งซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

6.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบจุดประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 เริ่มจากนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาจัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นจะต้องแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน จากนั้นทำการวิเคราะห์และสรุปผล โดยจะรายงานผลในลักษณะเขียนบรรยายผลการดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า แบบ Resource Triangulation โดยการนำข้อมูลการสะท้อน

ผลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้สังเกตมาวิเคราะห์และพิจารณาร่วมกันเพื่อแสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล

6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบจุดประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เริ่มต้นโดยนำไปกิจกรรมและแบบทดสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มาตรวจคำตอบตามเกณฑ์การประเมิน โดยใช้เกณฑ์การประเมินตามกรอบการประเมิน PISA 2015 ร่วมกับแนวทางการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) หลังจากนั้นรวมคะแนนจากใบกิจกรรมเพื่อดูระดับและการพัฒนาสมรรถนะซึ่งมีทั้งหมด 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง จากนั้นดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้าแบบ method triangulation เพื่อดูความสอดคล้องของผลคะแนนจากใบกิจกรรมซึ่งจะแสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล ส่วนคะแนนจากแบบทดสอบของนักเรียนนั้นจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยและร้อยละเพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนาสมรรถนะของนักเรียน

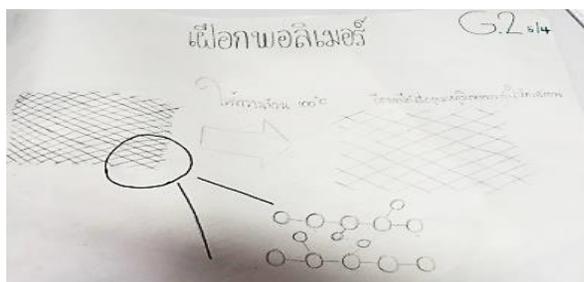
ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เน้นส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยผ่านการดำเนินการวิจัยตามรูปแบบวิจัยปฏิบัติการ PAOR ทั้งหมด 3 วงจร ซึ่งมีการนำผลสะท้อนในแต่ละวงจรมาวิเคราะห์และปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสภาพของนักเรียนและเป้าหมายของการเรียนรู้ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าถึงปรากฏการณ์ ขั้นตอนนี้ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจสิ่งที่จะเรียนรู้โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนสัมผัสโดยตรง เช่น ขวดน้ำพลาสติก น้ำมัน หมวกกันน็อก เป็นต้น รวมถึงกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจความรู้พื้นฐานของนักเรียน หลังจากนั้นครูนำเข้าสู่ปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน หลังจากนั้นจะต้องสร้างความรู้พื้นฐานให้แก่นักเรียนโดยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่าน VDO ที่มีรูปแบบการบรรยายด้านภาษาสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อสร้างขอบเขตการศึกษาที่จะเรียนรู้ต่อไป หลังจากนั้นครูจะต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกันเพื่อฝึกการตั้งความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผล เช่น นักเรียนคิดว่าสาเหตุหลักของแท่นขุดเจาะน้ำมันระเบิดคืออะไร ทำไมขวดพลาสติกเมื่อโดนความร้อนแล้วจึงยืดหยุ่นได้

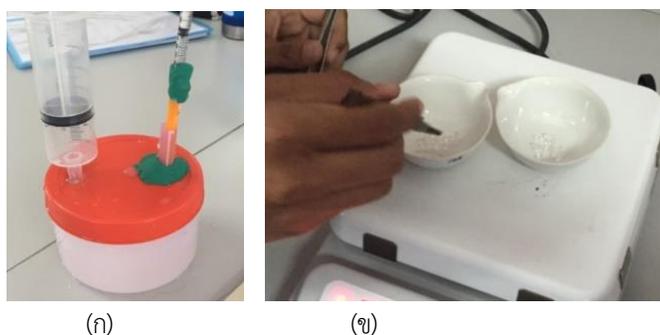
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนนี้ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองและตัวอย่างแบบจำลองก่อน หลังจากนั้นนักเรียนจะได้สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์จากสถานการณ์ที่เผชิญ ซึ่งครูจะต้องเข้าไปมีส่วนร่วมร่วมกับนักเรียนโดยกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการใช้คำถาม เช่น นักเรียนคิดว่าความดันทำให้แท่นระเบิดได้อย่างไร อธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนกล่าวถึงโครงสร้างพอลิเมอร์ซึ่งแบบจำลองแรกที่นักเรียนสร้างแสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 แบบจำลองแรกที่นักเรียนสร้างในสถานการณ์ “เปลือกพอลิเมอร์”

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและตรวจสอบเชิงประจักษ์ ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองผ่านแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือประกอบการเรียน ซึ่งครูควรส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาข้อมูลจากหลากหลายแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อนำข้อมูลนั้นมาอภิปรายและโต้แย้งร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุป นอกจากนี้แล้วควรเข้าไปมีส่วนร่วมกับนักเรียนขณะที่ศึกษาค้นคว้าโดยการตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและคิดต่อยอด ซึ่งหากนักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎีวิทยาศาสตร์ได้จะต้องกลับไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม

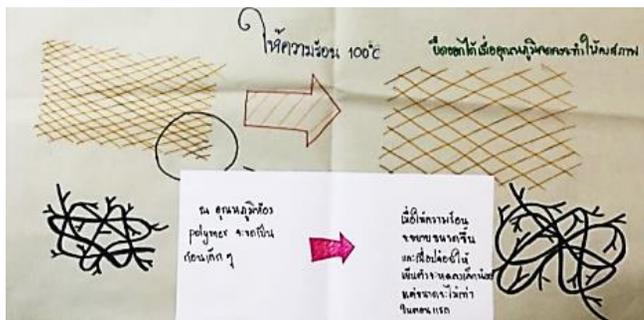
ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง ขั้นตอนนี้ครูให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐาน หลังจากนั้นลงมือทดลองตามแผนที่วางไว้ โดยครูควรกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงสมมติฐานระหว่างการดำเนินกิจกรรมเพื่อไม่ให้นักเรียนหลุดประเด็นที่ต้องการศึกษาโดยการย้ำในช่วงที่นักเรียนวางแผนรวมถึงช่วงที่ทำการทดลอง นอกจากนี้ควรตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ของผลการทดลองแต่ละกลุ่มซึ่งนักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปเป็นข้อสนับสนุนและพัฒนาแบบจำลองให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังภาพ 3



ภาพ 3 (ก) แบบจำลองของนักเรียนที่สร้างเพื่อทดสอบแทนชุดเจาะน้ำมันระเบิด
(ข) แบบจำลองของนักเรียนที่สร้างเพื่อทดสอบโครงสร้างพอลิเมอร์

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยแนวคิดอื่นๆ ขั้นตอนนี้ครูควรหางานวิจัยที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนเผชิญให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสร้างคำอธิบายและพัฒนาแบบจำลองให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยครูตั้งคำถามเชื่อมโยงระหว่างงานวิจัยและสถานการณ์ที่เผชิญเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย และได้แย้งร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปเชิงเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยนี้สามารถนำข้อมูลส่วนไหนไปสนับสนุนคำอธิบายของสถานการณ์ได้ เพราะเหตุใด ความเค้นและความเครียดมีผลต่อโครงสร้างพอลิเมอร์อย่างไร

ขั้นที่ 6 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง ขั้นตอนนี้ครูให้นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองให้มีความชัดเจนมากที่สุดและพร้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวันต่อไปได้ดังภาพ 4 ซึ่งครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อมูลต่างๆ จากขั้นตอนที่ 1-5 มาคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้ได้แบบจำลองมติกุ่มโดยใช้คำถามเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองเดิมและองค์ความรู้ของนักเรียน เช่น หากเพิ่มอัตราการไหลของน้ำโคลนนักเรียนคิดว่าจุดนี้ (ในแบบจำลองเดิม) เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เพราะเหตุใด ทำไมจึงไม่ใช่พลาสติกชนิดอื่นที่มีราคาถูกกว่าทำเพื่อพอลิเมอร์ เมื่อนักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองเสร็จแล้วครูนำเสนอสถานการณ์สมมติที่น่าสนใจและตื่นเต้น เช่น การแข่งขัน 2 บริษัทที่จะต้องนำเสนอเพื่อพอลิเมอร์ให้แก่โรงพยาบาลผู้รับซื้อ ซึ่งจะทำสัญญาซื้อขายเพียง 1 บริษัทเท่านั้น

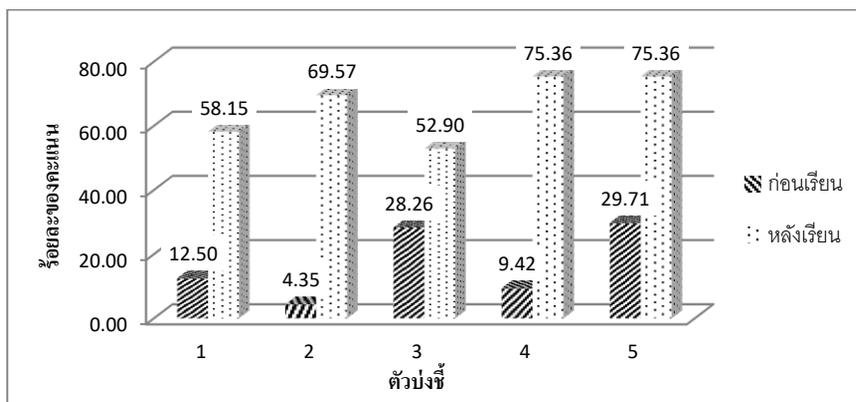


ภาพ 4 แบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเพื่ออธิบายโครงสร้างพอลิเมอร์

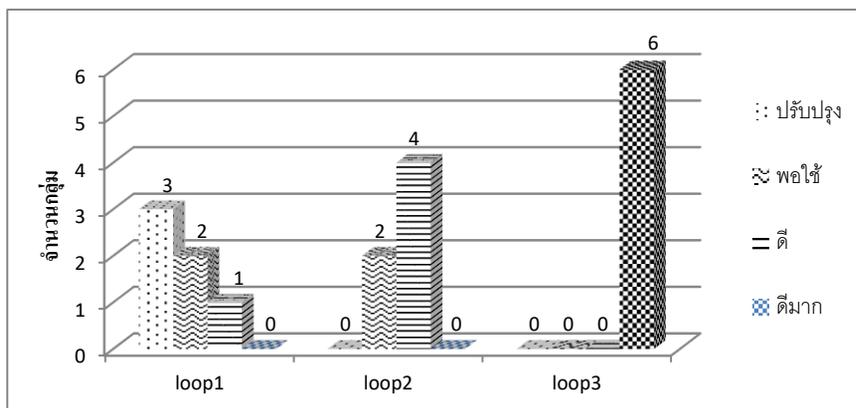
ขั้นตอนที่ 7 ขั้นใช้แบบจำลองทำนายและอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อคาดเดาและสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ใหม่เพื่อแสดงศักยภาพวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูควรกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้วเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้คำถามเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองและสถานการณ์ใหม่ที่ได้รับ เช่น จุดไหนในแบบจำลองสามารถอธิบายได้ว่าต้องใช้พอลิเมอร์โครงสร้างแบบกึ่งเท่านั้น

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงรอบแล้วจะเห็นการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยจะพบว่านักเรียนมีสมรรถนะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนมีสมรรถนะเพิ่มสูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพ 5 และ 6



ภาพ 5 ร้อยละของคะแนนสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



ภาพ 6 สมรรถนะของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ

จากภาพข้างต้น พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 16.85 ในขณะที่คะแนนร้อยละเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นเป็น 66.27 ซึ่งจะได้ชัดเจนว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผู้วิจัยปรับปรุงและพัฒนาขึ้น โดยจะเห็นได้ชัดเจนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดสมรรถนะของนักเรียน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง เมื่อพิจารณาถึงคำอธิบายของนักเรียนแล้วพบว่า นักเรียนทำการคัดลอกข้อความจากอินเทอร์เน็ตที่ไม่ใช่ข้อมูลวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น หยุดทำการขุดเจาะประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจ ใช้อุปกรณ์ในการสร้างแทนขุดเจาะให้มีประสิทธิภาพและรอบคอบ คำอธิบายดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่นำความรู้วิทยาศาสตร์มาทำการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นแล้วนั้น พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายในเชิงเหตุและผลวิทยาศาสตร์ได้ ยกตัวอย่างเช่น นักเรียน

อธิบายว่า ควรใช้กล่องพลาสติกที่มีโครงสร้างเป็นเทอร์โมเซตต์มากกว่าใช้พลาสติกที่มีโครงสร้างเป็นเทอร์โมพลาสติก เนื่องจากเมื่อพลาสติกได้รับความร้อนที่สูงมากๆ จะส่งผลให้โครงสร้างของพอลิเมอร์เกิดการขยายตัว ช่องว่างระหว่างพอลิเมอร์ห่างกันมากขึ้น ซึ่งมีโอกาสที่พลาสติกเกิดการหลอมละลายและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

การอภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้สร้างและพัฒนาแบบจำลองจนกระทั่งแบบจำลองนั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของสถานการณ์ที่เผชิญได้ และสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองในการอธิบายและพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อหาข้อสรุปที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นได้ เช่น ศึกษาหาความรู้ผ่านอินเทอร์เน็ต วางแผนและทำการทดลอง และศึกษาความรู้จากงานวิจัย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srichiangha (2014, p. 130) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นนั้นควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jitaree, et al. (2017, pp. 202-213) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วยขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งตลอดการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ในเชิงเหตุและผล โดยการนำข้อมูลจากการศึกษามาแลกเปลี่ยนความรู้และอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับ Klinkla, et al. (2016, p. 216) กล่าวว่า นักเรียนจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลตนเองที่มีอยู่มาแลกเปลี่ยนความรู้อภิปรายร่วมกับเพื่อนก่อนที่จะลงข้อสรุปเป็นของกลุ่ม นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นครูควรให้ความสำคัญกับการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย และได้แย้งร่วมกันเพื่อสุดท้ายนักเรียนจะได้แบบจำลองที่มีความซับซ้อนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมากที่สุด สอดคล้องกับ Faikhamta and Suphatachaiwong (2014, pp. 86-99) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนควรเข้าไปมีส่วนร่วมกับนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมาเต็มที่ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับ Lee and Kim (2014, pp. 1075-1099) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ แล้ว นักเรียนจะมีความรู้เพิ่มสูงขึ้นและจะสามารถนำความรู้ที่นำไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ ให้เหตุผล ประเมินค่า และแสดงความคิดเห็น ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นและนักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้กับแบบจำลองได้

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบการอธิบายและการแสดงข้อมูล พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง

วิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล เสนอการอธิบายด้วยสมมติฐาน และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ วิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม เช่น ในการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สร้างและพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โครงสร้างพอลิเมอร์ที่ทำให้มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ที่อุณหภูมิ 100 °C โดยในการเรียนรู้ นักเรียนจะผ่านการศึกษาค้นคว้าความรู้โครงสร้างพอลิเมอร์จากอินเทอร์เน็ต ทำการทดสอบพลาสติกชนิดต่างกัน และศึกษางานวิจัยเรื่องพลาสติกยืดหยุ่น ซึ่งตลอดการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้นำความรู้พลาสติกมาแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน จนกระทั่งได้ข้อสรุปเป็นมติของกลุ่ม เพื่อนำไปสนับสนุนคำอธิบายและพัฒนาแบบจำลองซึ่งส่งผลให้นักเรียนทุกกลุ่ม มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทุกตัวบ่งชี้และมีสมรรถนะในระดับดีมาก ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับคะแนนจากแบบประเมินสมรรถนะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwarz, et al. (2009, pp. 632-654) ที่พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาเพิ่มสูงขึ้น โดยสามารถสร้างคำอธิบายจากแบบจำลองได้อย่างครอบคลุม สามารถปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองโดยใช้เหตุผลที่หลากหลาย และสามารถสร้างข้อโต้แย้งผ่านการประยุกต์ใช้แบบจำลองได้ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับ Khongton (2014) พบว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานควรส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายและแสดงความคิดเห็นออกมา ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ซึ่งสามารถพัฒนาแนวคิดนักเรียนร้อยละ 45.8 ให้มีแนวคิดที่ถูกต้อง และมีเพียงร้อยละ 8.9 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้เน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ที่มีต่อสมรรถนะการประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ร่วมด้วย
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานควรเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ยกตัวอย่างเช่น ค้นหาข้อมูล วางแผนการทดลอง ค้นหางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย และได้แย้งร่วมกัน
3. ผู้วิจัยควรสร้างสถานการณ์ที่มีความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเนื้อหาที่สอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้สูงสุด
4. เนื่องจากการวิจัยนี้กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค จึงมีความพร้อมทางด้าน อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดังนั้นหากนำแนวทางการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้กับนักเรียนที่มีบริบทแตกต่างกันออกไป ควรจะ ปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทนั้นๆ ด้วย

References

- Faikhamta, C., & Suphatachaiwong, P. (2014). Model-based learning. *Kasetsart Educational Review*, 29(3), 86-99. [in Thai]
- Jitaree, R., Uaiy, V., & Keawurai, W. (2017). The development of instruction model based on constructivist learning theory and stem education approach to enhance analysis thinking and scientific literacy for Mathayomsuksa 1 students. *Journal of Education Naresuan University*, 19(2), 202-213. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Assessment of science*. Bangkok: Se-Education. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). *Programme for International Student Assessment (PISA 2012)*. Retrieved from <http://www.ipst.ac.th> [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). *Programme for International Student Assessment (PISA 2012)*. Retrieved from <http://www.ipst.ac.th> [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *PISA 2015 results*. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTk/view> [in Thai]
- Khongton, T. (2014). *Enhancing achievement of learning in organic chemistry topic of Mathayomsuksa 5 students by model-based learning* (Master thesis). Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. [in Thai]
- Kijkuakul, S. (2014). *Science learning for 21st century teacher*. Phetchabun: Juldis Printing. [in Thai]
- Klinkla, R., Phibanchon, S., & Srisnyong, S. (2016). The effect of inquiry learning and open approach on stoichiometry chemistry to develop ability in analytical thinking for 11th grade students. *Journal of Education Naresuan University*, 18(1), 211-217. [in Thai]
- Lee, S., & Kim, H. B. (2014). Exploring secondary students' epistemological features depending on the evaluation levels of the group model on blood circulation. *Sci & Educ*, 23, 1075-1099.
- Office of the Education Council. (2014). *Education issue of Thailand in the world*. Bangkok: Prikwarn Graphic. [in Thai]
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2015 draft science framework*. N.P.: n.p.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. Paris: OECD Publishing.

- Programme for International Student Assessment (PISA) Thailand. (2010). *The results of data analysis: Programme for PISA 2009*. Bangkok: Aroon Printing. [in Thai]
- 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 science teaching*, 46(6), 632-654.
- Srichiangha, C. (2014). *Developing grade-11 students' conceptions about chemical equilibrium and attitudes towards chemistry through model-based learning activities* (Master thesis). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]