



# ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

## ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ราตรี ยะคำ<sup>1\*</sup>, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์<sup>1</sup> และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์<sup>2</sup>

### THE EFFECTS OF MODEL-BASED LEARNING APPROACH IN LEARNING THE TOPIC OF FOSSIL FUELS AND PRODUCTS ON GRADE 11 STUDENTS' COMPETENCY TO EXPLAIN PHENOMENA SCIENTIFICALLY

Ratree Yacom<sup>1\*</sup>, Skonchai Chanunun<sup>1</sup> and Wipharat Chuachud Chaiyasith<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000

<sup>2</sup>ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000

<sup>1</sup>Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok, Postal Code 65000

<sup>2</sup> Department of Chemistry, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, Postal Code 65000

\*Corresponding author. E-mail : Ratreemint.mint@gmail.com

#### บทคัดย่อ

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญมากในการดำรงชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21 ที่จะต้องประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น จากผลการประเมินพบว่านักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยในระดับต่ำต้งนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งพัฒนาด้วยการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเน้นการสร้างและพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้สามารถพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวได้ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง การวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR ซึ่งเป็นการปฏิบัติซ้ำ 3 วงรอบ ดำเนินการวิจัยโดยจัดการเรียนรู้ 3 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมและนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและสถิติพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวได้ โดยนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ได้คะแนนสมรรถนะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีการพัฒนาสมรรถนะเพิ่มสูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ

คำสำคัญ: แบบจำลองเป็นฐาน สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

#### Abstract

A competency to explain phenomena scientifically is very important in 21st century skills that applied knowledge of science for explaining phenomena. According to the assessment results, Thai students' the competency was low. As thus, this problem is needed to be solved. Model-based learning, MBL, emphasis on developing models into explaining phenomena scientifically. Therefore, model-based learning can develop students' explaining phenomena scientifically competency. The purpose of this research was to investigate students' competency to explain phenomena scientifically using model-based learning (MBL) approach in learning the topic of fossil fuels



and products. The targeted students for the study were grade 11 students registered in 2nd semester of 2016 academic year. In the study, classroom action research was employed as a research framework. In the research process, the cycle of PAOR was run in three rounds. The research was conducted by using the three developed lesson plans of 12 hours in total using model-based learning approach and the data was collected by using the developed explaining phenomena scientifically competency test and activity work sheets. The data was analyzed by content analysis and basic statistics. The result showed that the model-based learning approach can develop students' explaining phenomena scientifically competency. The students' competency post-test score is higher than that of the pre-test one and students have developed increasingly in term of explaining phenomena scientifically competency.

**Keywords:** MODEL-BASED LEARNING, EXPLAIN PHENOMENA SCIENTIFICALLY

### บทนำ

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเข้าสู่โลกยุคใหม่แห่งศตวรรษที่ 21 ที่มีเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตมนุษย์เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการการศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาตามไปด้วยเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือกับสถานการณ์อันพลิกผันที่เข้ามา ดังจะเห็นได้จากการศึกษาประเทศไทยเน้นพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และคิดแก้ไขปัญหาเป็น และได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ทั้งนี้เพื่อประเมินว่านักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งประเมินด้วยกันทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (OECD, 2013, p. 5) โดยผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของนักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 436, 429, 421, 425, 444 และ 421 คะแนน ในปี ค.ศ. 2000, 2003, 2006, 2012 และ 2015 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปี ค.ศ. 2006 และ 2015 ซึ่งเน้นประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยได้เพียง 421 คะแนนทั้ง 2 ปี ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (493 คะแนน) มากกว่าหนึ่งระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 4) เมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ พบว่า การจัดการเรียนการสอนมีลักษณะเป็นรูปแบบบรรยายและท่องจำเพื่อนำความรู้ไปสอบเท่านั้น นักเรียนไม่ได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเลย นั้นแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยควรได้รับการยกระดับคุณภาพการศึกษาของนักเรียนอย่างเร่งด่วนเพื่อให้ก้าวทันนานาชาติ (สำนักงานเลขาธิการกระทรวงศึกษาธิการ, 2557, หน้า 57)

ประชาชนในสังคมไทยปัจจุบันโดนหลอกให้หลงเชื่อข่าวสารที่มองผิวเผินไม่สามารถอธิบายด้วยวิทยาศาสตร์แต่แท้ที่จริงแล้วทุกสิ่งสามารถอธิบายด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ประชาชนทั่วไปหลงเชื่อกลยุทธ์ทางการตลาด โดยเฉพาะกินกลูต้าแล้วจะทำให้ผิวขาว กระจ่างใส ซึ่งสามารถนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์เข้ามาอธิบายได้โดยใช้ความรู้เรื่องปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) (เกษภา, 2559, ออนไลน์) จึงชี้ให้เห็นว่า ประชาชนไทยไม่สามารถนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้น นักเรียนควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเร่งด่วนเพื่อที่จะไม่ตกเป็นเหยื่อในสังคมชีวิตจริง ซึ่งสมรรถนะดังกล่าวประกอบด้วยตัวบ่งชี้ย่อย 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) ดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2) ระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการแสดงข้อมูล 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล 4) เสนอการอธิบายด้วยสมมติฐาน 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (OECD, 2013, p. 15) และข้อมูลข้างต้นสอดคล้องกับผลการประเมินสมรรถนะข้างต้นในปี ค.ศ. 2000 และ 2009 พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยครั้งที่ ผิดกับได้คะแนนเฉลี่ยในสมรรถนะเพียง 419 คะแนนในปี ค.ศ. 2015 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (493) มาก (OECD, 2016, p. 94)



จากการศึกษาบริบทของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค พบว่า เป้าหมายของโรงเรียน คือ มุ่งเน้นผลิตนักเรียนให้เป็นเยาวชนที่มีคุณภาพทัดเทียมกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ ให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมพร้อมในการพัฒนาประเทศชาติในอนาคตที่สามารถแข่งขันได้ในระดับประชาคมโลก (กลุ่มโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย, 2555, หน้า 1) แต่จากการรายงานผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนดังกล่าว พบว่า ผลคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากร้อยละ 69.60 ในปี ค.ศ. 2012 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2556, หน้า 226) เป็นร้อยละ 60 ในปี ค.ศ. 2015 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2559, หน้า 249) และสอดคล้องกับผลการทดสอบเบื้องต้นของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบมาจาก PISA Thailand ผลปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงออกถึงสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเนื้อหาที่ช่วยให้ให้นักเรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เล็งถึงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กับเชื้อเพลิง เนื่องจากเป็นพลังงานที่ต้องการใช้มากในชีวิตประจำวัน เช่น การขนส่ง การสื่อสาร ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มาจากเชื้อเพลิง เป็นต้น และมีแนวโน้มของความต้องการใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นทุกวัน ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับเชื้อเพลิงได้จัดอยู่ในชื่อเรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, หน้า 93) แต่จากเหตุการณ์แท่นขุดเจาะน้ำมันระเบิดที่เม็กซิโกเมื่อปีพุทธศักราช 2553 ได้สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างมหาศาล (ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, 2556) สาเหตุที่ทำให้แท่นขุดเจาะน้ำมันระเบิดสามารถอธิบายได้ด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องมีความสามารถสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เนื้อหาดังกล่าวสอดคล้องกับบริบทของกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ปี 2015 คือ บริบทระดับท้องถิ่น/ประเทศ และระดับโลก

จากการสำรวจรูปแบบจัดการเรียนรู้ในปีการศึกษาที่ผ่านมา ในบทเรียน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้สัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนในรายวิชาเคมี พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งทำรายงานการสืบค้นข้อมูลและนำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษา ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสืบค้นข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แต่ทักษะที่เกิดขึ้นนี้อาจยังไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตรงตามเป้าหมายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคที่เน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมพัฒนาประเทศชาติในอนาคต ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตจริง และสามารถประยุกต์ใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาสู่การสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่กำลังเผชิญ จากการศึกษาค้นคว้ากิจกรรมการเรียนรู้ที่จะพัฒนาสมรรถนะข้างต้น พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อนำมาสู่การสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าเน้นการสร้างองค์ความรู้เชิงเนื้อหา (Krajcik and Merritt 2012; Lehrer and Schauble 2012; Lee and Kim 2013, p. 1076) โดยในการจัดการเรียนรู้นักเรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตจริงและสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการนำเสนอสิ่งที่เป้าหมายด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์และช่วยพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไปได้ (Schwarz et al., 2009, p. 632) ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเข้าถึงปรากฏการณ์ 2) ขั้นสร้างแบบจำลอง 3) ขั้นสำรวจและตรวจสอบเชิงประจักษ์ 4) ขั้นประเมินแบบจำลอง 5) ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยแนวคิดอื่น ๆ 6) ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง 7) ขั้นใช้แบบจำลองทำนายและอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ

จากสภาพการณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสมรรถนะหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ต่อไป



### จุดประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

### วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 24 คน

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งผู้วิจัยเป็นฐานะครูผู้สอนและผู้ดำเนินงานวิจัย โดยการวิจัยจะเน้นการศึกษาเชิงลึกด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เป็นวงจรต่อเนื่องกันของ Kemmis (1998 อ้างอิงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 149-151) ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

สิ่งที่ศึกษา คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

#### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้ศึกษาค้นคว้าพัฒนาขึ้นโดยกำหนดเนื้อหาจากสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 โดยใช้แนวคิดการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 3 แผน แต่ละแผนจะใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการวงจรละ 1 แผน รวม 3 วงจรซึ่งใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้	บริบทเข้าสู่กิจกรรม	บริบทประยุกต์ใช้แบบจำลอง	เวลา (ชม)
1	กระบวนการกลั่นและการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันปิโตรเลียม	แท่นขุดเจาะน้ำมันระเบิดที่อ่าวเม็กซิโก	แท่นขุดเจาะน้ำมันระเบิด	4
2	กระบวนการกลั่นและการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันปิโตรเลียม	สนุกกับการกลั่น	คุณภาพจากปิโตรเลียม	4
3	ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์จากปิโตรเลียม	เปลือกพอลิเมอร์	ภาชนะพลาสติก	4
รวม				12

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการเข้าถึงปรากฏการณ์ 2) ขั้นสร้างแบบจำลอง 3) ขั้นสำรวจและตรวจสอบเชิงประจักษ์ 4) ขั้นประเมินแบบจำลอง 5) ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยแนวคิดอื่น ๆ 6) ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง และ 7) ขั้นใช้แบบจำลองทำนายและอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

2.1 แบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยลักษณะโจทย์เป็นสถานการณ์ที่ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ รวมทั้งหมด 6 สถานการณ์ จำนวนข้อสอบ 15 ข้อ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 27 คะแนน รูปแบบของข้อสอบเป็นข้อสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ข้อ เลือกตอบเชิงซ้อน



จำนวน 2 ข้อ และ เขียนตอบอิสระ จำนวน 12 ข้อ ซึ่งมีการตรวจให้คะแนนตามแนวทางการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 (OECD, 2013) ร่วมกับแนวทางการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) โดยข้อสอบได้ผ่านการตรวจสอบเครื่องมือมาแล้วโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และอาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence; IOC) เฉลี่ยเท่ากับ 1.00

2.2 ใบกิจกรรม เป็นใบกิจกรรมที่ให้นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะได้เขียนบันทึกความรู้วิทยาศาสตร์และอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของสถานการณ์ที่เผชิญ โดยใบกิจกรรมจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรูปแบบวิจัยปฏิบัติการ ตามวงจร PAOR คือ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาและสาเหตุเพื่อนำมาวางแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบสมรรถนะก่อนเรียนก่อนดำเนินการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรม และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลในขั้นสังเกตมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อหาแนวทางปรับปรุงและแก้ไขในการวางแผนการเรียนรู้ถัดไป จากนั้นทำการทดสอบสมรรถนะหลังเรียนหลังจากดำเนินการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมที่นักเรียนได้บันทึกระหว่างการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ด้ความ สรุปล และรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เพื่อจัดระดับของสมรรถนะของนักเรียน 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง
2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าร้อยละ (%)
3. ทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (triangulation) แบบ method triangulation ซึ่งเป็นการตรวจสอบข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่า 1 ชนิด ในการเก็บข้อมูลชนิดเดียวกันเพื่อดูความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ซึ่งเป็นการยืนยันการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

#### ผลการวิจัย

##### 1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ ดังรายละเอียดจากตารางที่ 2

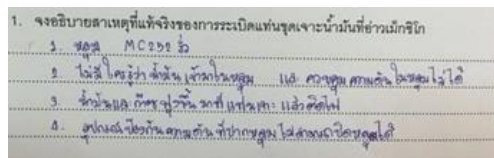


ตารางที่ 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะของนักเรียน

ตัวบ่งชี้ที่	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยของใบกิจกรรมวงจรที่		
		1	2	3
1. ดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	3.00	1.67	2.33	2.83
2. ระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการแสดงข้อมูล	3.00	1.83	2.50	2.83
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล	3.00	1.17	2.67	2.67
4. เสนอการอธิบายด้วยสมมติฐาน	3.00	2.00	2.50	3.00
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	3.00	1.33	1.00	2.33
<b>รวม</b>	<b>15.00</b>	<b>8.00</b>	<b>11.00</b>	<b>13.66</b>
<b>ระดับสมรรถนะ</b>		<b>พอใช้</b>	<b>ดี</b>	<b>ดีมาก</b>

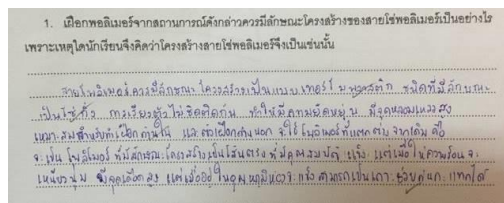
จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) แต่ละใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนบันทึกระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

**ตัวบ่งชี้ที่ 1** นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถการดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล โดยในการดำเนินการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนส่วนใหญ่นำข้อความที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์จากอินเทอร์เน็ตมาเขียนอธิบายทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนไม่ร่วมกันคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ในเชิงวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม ดังตัวอย่างรูปภาพต่อไปนี้



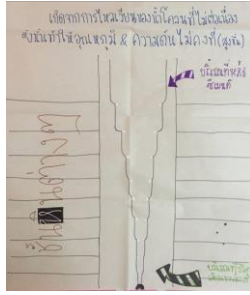
รูปที่ 1: คำอธิบายของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 1

แต่หลังจากภายหลังดำเนินการเรียนรู้เสร็จในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แล้วพบว่าความสามารถดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นเนื่องมาจากผู้วิจัยเปิดโอกาสและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์โดยการแสดงความคิดเห็น อภิปราย และได้แย้งร่วมกันมากยิ่งขึ้น ดังรูปภาพและคำอธิบายของนักเรียนต่อไปนี้



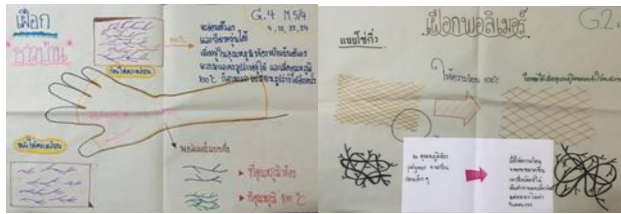
รูปที่ 2: คำอธิบายของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 1

**ตัวบ่งชี้ที่ 2** นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบในการอธิบายเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ โดยในการดำเนินการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นนักเรียนคัดลอกมาจากอินเทอร์เน็ตซึ่งไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นได้เนื่องมาจากนักเรียนสับสนการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนแสดงดังรูปภาพต่อไปนี้



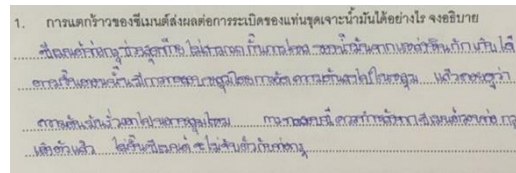
รูปที่ 3: แบบจำลองของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 2

แต่ภายหลังจากจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น โดยแบบจำลองสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากผู้วิจัยให้ความรู้และตัวอย่างแบบจำลองแก่นักเรียนศึกษาก่อนที่จะสร้างแบบจำลอง ดังรูปภาพต่อไปนี้



รูปที่ 4: แบบจำลองของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 2

ตัวบ่งชี้ที่ 3 นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุและผลที่สมเหตุสมผลเพิ่มสูงขึ้น โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่สามารถดึงเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงได้ โดยนักเรียนดึงคำอธิบายจากอินเทอร์เน็ตซึ่งบางคำอธิบายไม่ใช่วิทยาศาสตร์เนื่องจาก นักเรียนไม่ความเข้าใจแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อคาดเดาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ดังรูปภาพต่อไปนี้

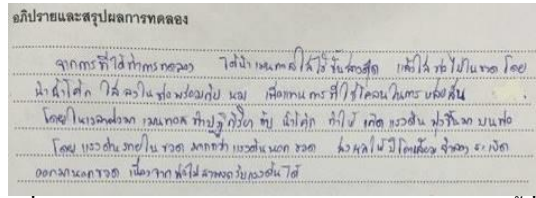


รูปที่ 5: คำอธิบายของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 3

แต่ภายหลังจากการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และแบบจำลองเพื่อคาดเดาปรากฏการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไปได้เนื่องจากผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองโดยการศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาสนับสนุนและพัฒนาแบบจำลองให้มีความชัดเจนมากที่สุดและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น อภิปราย และได้แย้ง ดังคำอธิบายของนักเรียนต่อไปนี้

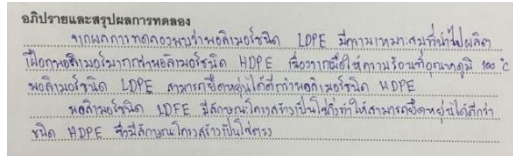
นักเรียนกลุ่ม 1: เนื่องจากพลาสติกถูกใช้งานในอุณหภูมิที่สูง ซึ่งพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกเมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงสายโซ่พอลิเมอร์เกิดการเคลื่อนที่ห่างจากกันทำให้เกิดช่องว่างเพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้อาจเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีที่อันตรายในอาหารได้ ดังนั้นควรใช้พลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติงเพื่อลดการเคลื่อนที่ของสายโซ่พอลิเมอร์แต่พอลิเมอร์ชนิดนี้อาจแตกหักได้ง่าย ผู้ใช้ควรระมัดระวังจุดนี้ (นักเรียนกลุ่ม 1, 15 กุมภาพันธ์ 2560)

ตัวบ่งชี้ที่ 4 นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถการเสนอการอธิบายด้วยสมมติฐานเพิ่มสูงขึ้น โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถอธิบายให้สอดคล้องกับตัวแปรทุกตัวแปรที่นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากนักเรียนไม่ตระหนักถึงสมมติฐานในแบบจำลองของนักเรียนรวมถึงนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับกิจกรรมการเรียนรู้ ดังรูปภาพต่อไปนี้



รูปที่ 6: คำอธิบายของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 4

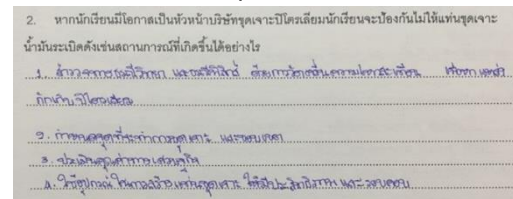
แต่ภายหลังการเรียนรู้จรรยาบรรณปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสามารถดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นโดยนักเรียนอธิบายสอดคล้องกับตัวแปรทุกตัวตามสมมติฐานเนื่องมาจากผู้วิจัยได้กระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจและตระหนักถึงสมมติฐานในแบบจำลองของนักเรียนขณะที่นักเรียนร่วมกันวางแผนและทำการทดลอง ดังรูปภาพและคำอธิบายเพิ่มเติมต่อไปนี้



รูปที่ 7: คำอธิบายของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 4

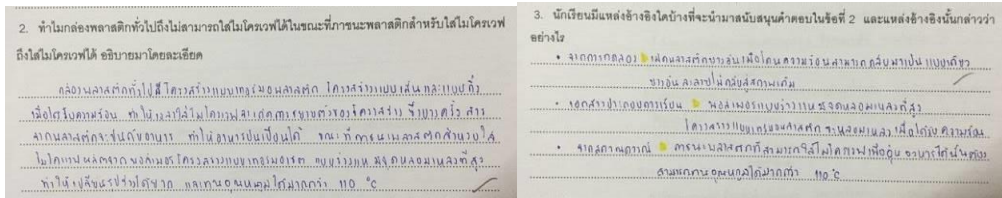
นักเรียน: เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนกับพอลิเมอร์สายโซ่ของพอลิเมอร์จะเกิดการเคลื่อนที่ห่างออกจากกันทำให้เกิดช่องว่างระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ที่สายโซ่พอลิเมอร์ LDPE เคลื่อนที่และมีช่องว่างระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์มากกว่าพอลิเมอร์ HDPE ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (นักเรียนกลุ่ม 2, 15 กุมภาพันธ์ 2560)

ตัวบ่งชี้ที่ 5 นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถการถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่อธิบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เลย นักเรียนบางกลุ่มนำข้อความที่มาจากอินเทอร์เน็ตมาเขียนตอบทั้งนี้เนื่องมาจากในกิจกรรมนักเรียนไม่ฝึกการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปจึงทำให้นักเรียนมีข้อมูลวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอต่อการประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ดังรูปภาพต่อไปนี้



รูปที่ 8: คำอธิบายของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 5

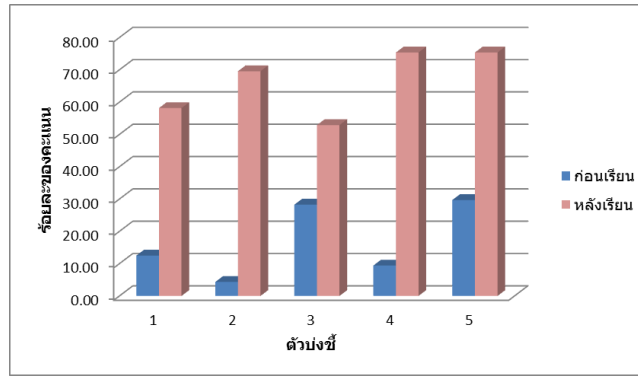
แต่ภายหลังการเรียนรู้จรรยาบรรณปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสามารถดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น โดยนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ที่ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นได้ นักเรียนบางกลุ่มได้อ้างอิงหลักฐานจากการทำกิจกรรมเช่น งานวิจัย การทดลอง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์มากขึ้นโดยเข้าไปมีส่วนร่วมกับนักเรียนขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 9: คำอธิบายของนักเรียนแสดงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่ 5

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบสมรรถนะสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนทั้ง 5 ตัวบ่งชี้สำหรับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น แสดงดังรูปที่ 10





รูปที่ 10 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละตัวบ่งชี้ก่อนและหลังเรียน

จากตารางที่ 2 และรูปที่ 10 และจากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากใบกิจกรรม พบว่า คะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น นั้นแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ โดยคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะพบว่าคะแนนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 8.00 11.00 และ 13.66 คะแนนตามลำดับ โดยวงจรที่ 1 นักเรียนได้คะแนนต่ำที่สุดซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบนี้จึงทำให้เกิดปัญหามากมายระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม เมื่อมีการนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาวางแผนเพื่อดำเนินการเรียนรู้ในวงปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมากตามลำดับ นอกจากนี้ผลการประเมินจากแบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผู้วิจัยปรับปรุงและพัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวของนักเรียนได้ ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Schwarz (2009) ที่ได้กล่าวว่าแบบจำลองสามารถช่วยส่งเสริมการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในเชิงวิทยาศาสตร์และการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงโดยใช้เหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ได้และยังสอดคล้องกับ Buty และ Mortimer (2008) อ้างอิงใน Lee et al. (2013) ที่กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาการอธิบายและการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก ดังนั้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสมรรถนะดังกล่าวนักเรียนจะต้องแสดงออกถึงตัวบ่งชี้ 5 ตัวบ่งชี้ (OECD, 2013) โดยสามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

ตัวบ่งชี้ที่ 1 ดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล นักเรียนเกิดความสามารถในด้านนี้ในขั้นตอนที่ 6 โดยนักเรียนจะได้ฝึกความสามารถดังกล่าวขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์โดยการแสดงความคิดเห็น อภิปราย และโต้แย้งร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ในสถานการณ์ที่นักเรียนเผชิญ ดังการเรียนรู้ในครั้งนี้ที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนโดยการอภิปรายและโต้แย้งเพื่อให้เฟือกพอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ ซึ่งผลปรากฏว่านักเรียนสามารถดึงความรู้เรื่องคุณสมบัติของพอลิเมอร์แต่ละชนิดมาสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ของสายโซ่พอลิเมอร์ อนุกรมที่แตกต่างกันได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ Buckley et al. (2004) ที่กล่าวว่า ความเข้าใจทฤษฎีวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น

กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์



จากการสร้างแบบจำลองจากปรากฏการณ์ที่ศึกษาหลังจากได้แก้ไขปัญหา การลงข้อสรุป และการให้เหตุผล ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธณัฐฐา คงทน (2557) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแนวคิดเรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการทดลองพบว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานควรส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายและแสดงความคิดเห็นออกมา ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนร้อยละ 45.8 สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่อง เคมีอินทรีย์ ให้มีความถูกต้อง และร้อยละ 8.9 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

**ตัวบ่งชี้ที่ 2 ระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการแสดงข้อมูล** นักเรียนเกิดสมรรถนะในด้านนี้ในชั้นตอนที่ 6 โดยในกิจกรรมนักเรียนจะมีโอกาสพัฒนาแบบจำลองจากสถานการณ์ที่เผชิญโดยนางองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลวิทยาศาสตร์จากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต การทดลอง งานวิจัย เป็นต้น มาอภิปรายและโต้แย้งเพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำมาสนับสนุนคำอธิบายและพัฒนาแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนมากที่สุด ดังในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ที่นักเรียนได้พัฒนาแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ของสถานการณ์เฟอิกพอลิเมอร์ได้ โดยนักเรียนนำความรู้ที่ผ่านการศึกษามาจากการทำการทดลองคุณสมบัติพลาสติกและงานวิจัยพอลิเมอร์ยืดหยุ่นมาแสดงความคิดเห็น อภิปราย และโต้แย้งร่วมกัน ซึ่งผลปรากฏว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์พฤติกรรมของสายโซ่พอลิเมอร์ของเฟอิกพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Schwarz (2009) ที่กล่าวว่า แบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแล้วจะมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากนักเรียนผ่านการสะท้อนผลกลับจากครูและเพื่อนในระหว่างการอภิปราย ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่ผิดพลาดและล้มเหลวจึงส่งผลให้นักเรียนเกิดแนวคิดใหม่ๆ ที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา ควัฒน์กุล (2015) ที่กล่าวว่านักเรียนจะปรึกษาเกี่ยวกับรูปแบบแบบจำลอง เกิดการโต้แย้งเพื่อลงมติสร้างแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์ที่สุด สามารถอธิบายด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ได้ในระหว่างทำกิจกรรมและยังพบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตัวบ่งชี้ที่ 3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล** นักเรียนเกิดความสามารถในด้านนี้ในชั้นตอนที่ 7 โดยในกิจกรรมนักเรียนจะได้มีโอกาสประยุกต์ใช้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์และแบบจำลองของนักเรียนเพื่อคาดเดาปรากฏการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ที่อาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวันดังการวิจัยครั้งนี้ที่นักเรียนได้ประยุกต์แบบจำลองพอลิเมอร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในสถานการณ์ใหม่คือ “ภาชนะพลาสติก” โดยนักเรียนได้คาดเดาว่าควรจะใช้พลาสติกที่มีลักษณะสายโซ่พอลิเมอร์เป็นโซ่ตรงในการอุ่นอาหารเพื่อป้องกันสารเคมีที่เป็นอันตรายปะปนมากับอาหารดังงานวิจัยของ Schwarz (2009) ที่กล่าวว่า นักเรียนสามารถนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแล้วมาพยากรณ์หรือคาดเดาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่มีความคล้ายคลึงกันและสามารถคาดเดารูปแบบแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นได้

**ตัวบ่งชี้ที่ 4 เสนอการอธิบายด้วยสมมติฐาน** นักเรียนเกิดความสามารถในด้านนี้ในชั้นตอนที่ 4 ซึ่งนักเรียนได้ทำการวางแผนตามสมมติฐานของนักเรียนและดำเนินการทดสอบสมมติฐานซึ่งในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองนักเรียนจะได้คิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์โดยการอภิปรายถึงปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ที่สังเกตเห็นได้จากการทดลอง ดังนั้นคำอธิบายของนักเรียนจะต้องมีความสอดคล้องกับสมมติฐาน ดังในการวิจัยนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การสำรวจและการขูดเจาะน้ำมัน ที่นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนและทำการทดลองสาเหตุของแท่นขูดเจาะน้ำมันระเบิด ซึ่งระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองนักเรียนบางกลุ่มอภิปรายและโต้แย้งร่วมกันถึงปรากฏการณ์ที่นักเรียนสังเกตเห็นจากการทดลองและคำอธิบายปรากฏการณ์ของนักเรียนสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบพอลิเมอร์จากปิโตรเลียม ที่นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนและทำการทดสอบสมมติฐานพฤติกรรมของสายโซ่พอลิเมอร์ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ของสายโซ่พอลิเมอร์ที่สังเกตเห็นได้จากการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานของนักเรียน

**ตัวบ่งชี้ที่ 5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม** นักเรียนเกิดความสามารถในด้านนี้ในชั้นตอนที่ 7 นักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุง



และแก้ไขแล้วในสถานการณ์ใหม่ที่จะเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนตั้งในการเรียนรู้ครั้งนี้ที่นักเรียนได้แสดงออกถึงองค์ความรู้เรื่องพอลิเมอร์และประยุกต์ใช้แบบจำลองเฟือกพอลิเมอร์ในการอธิบายว่าทำไมกล่องพลาสติก 2 ชนิดถึงมีข้อจำกัดในการใช้งาน โดยนักเรียนได้อธิบายถึงพอลิเมอร์แต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิในการยืดหยุ่นและหลอมละลายแตกต่างกัน มีแหล่งอ้างอิงคือการทดลองและงานวิจัยซึ่งจะทำให้คำอธิบายของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwarz (2009) ที่ได้ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้อยู่โดยใช้แบบจำลองที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผลการทำวิจัยพบว่าเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองแล้วนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอื่น ๆ ได้ด้วยเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์

#### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สามารถสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ

#### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการที่ปรึกษาตลอดจนผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิเป็นอย่างสูงในความกรุณาให้คำปรึกษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยจนทำให้การวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณาจารย์และผู้เข้าร่วมวิจัยที่อนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างราบรื่น และขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) เป็นอย่างสูง

#### เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย. (2555). *หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554 (ปรับปรุง 11-13 มิถุนายน 2555)*. สืบค้นจาก [http://www.pccpl.ac.th/pccpl2012/images/imagefile56/curi\\_sec.pdf](http://www.pccpl.ac.th/pccpl2012/images/imagefile56/curi_sec.pdf)
- เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. (2559). *เจาะใจ*. สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=hINNDAXcVo>.
- ประชาชาติธุรกิจออนไลน์. (2556). *ถอดบทเรียนสิ่งแวดล้อม จากมหัศจรรย์น้ำมันรั่วสู่ท้องทะเล*. สืบค้นจาก [http://www.prachachat.net/news\\_detail.php?newsid=1375683582](http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1375683582)
- ธัญญา คงทน. (2557). *การพัฒนาแนวคิดเรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาวิชาเคมีศึกษา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5*. กรุงเทพฯ: สกสค..
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *รายงานผลการทดสอบเบื้องต้นด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA 2015). โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ 2012, 226*. สืบค้นจาก <http://www.ipst.ac.th>



- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). รายงานผลการทดสอบเบื้องต้น ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA 2015). โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ 2015, 249. สืบค้นจาก <http://www.ipst.ac.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. สืบค้นจาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTik/view>
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลติการพิมพ์. สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *สภาวการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก ปี 2557*. (1). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- อารยา ควัฒน์กุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 26(2), 42-55.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindifield, A. C. H., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., . . . Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with biologicals: what do they learn? How do we know?. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.
- Krajcik, J., Merritt, J. (2012). Engaging students in scientific practices: what does constructing and revising models look like in the science classroom?. *Science scope*, 35(7), 6-8.
- Lee, S., Kim, H. (2013). Exploring secondary student' epistemological features depending on the evaluation levels of the group model on blood circulation. *Sci & Educ*, 23, 1075-1099. DOI no.: 10.1007/s11191-013-9639-9
- Maia, P.F., Justi, R. (2009). Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-based Teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630.
- OECD. (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. N.P.: n.p.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD publishing.
- Schwarz, C.V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, Barbara., & 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. DIO no.: 10.1002/tea.20311