

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้
แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสสาร ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Developing Scientific Explanations and Science Learning
Achievement by Using Model-Based Instruction in the Topic of
Materials and Matter of Prathom Suksa 4

Received : 2022-10-29

Revised : 2023-02-15

Accepted : 2023-03-27

ผู้วิจัย จุฑารัตน์ ปัจจัยโค¹

Jutharat patjaikho
pumpuyjutharat@gmail.com

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป²
ดวงเดือน สุวรรณจินดา³

Jurarat Thammaprateep
Duongdearn Suwanjinda

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสสาร 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสสาร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองปรือ จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสสาร 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ความถี่ ร้อยละ และความก้าวหน้าทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกคน ก่อนเรียนอยู่ในระดับปรับปรุง หลังเรียนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น อยู่ในระดับดี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 31.82) อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 13 คน (ร้อยละ 59.09) และอยู่ในระดับปรับปรุงจำนวน 2 คน (ร้อยละ 9.09) 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อคิดระดับความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน พบว่า มีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นอยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.31$)

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
M. Ed. Candidate in Science Education School of Educational Studies ,Sukhothai Thammathirat Open University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Assistant Professor Dr. Program in Science Education School of Educational Studies ,Sukhothai Thammathirat Open University

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Assistant Professor Dr. Program in Science Education School of Educational Studies ,Sukhothai Thammathirat Open University

คำสำคัญ : ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the level of scientific explanation ability of Prathom Suksa IV students Nongprue School, Nakhonratchasima province before and after learning through model-based learning in the topic of materials and matter; 2) to compare science learning achievement of Prathom Suksa IV students Nongprue School Nakhonratchasima province before and after learning through model-based learning in the topic of materials and matter. The research sample consisted of 22 Prathom Suksa IV students studying in the second semester of the academic year 2020 at Nongprue School, Nakhonratchasima province, obtained by purposive sampling. The employed research instruments were 1) a model-based learning lesson plan in the topic of materials and matter, 2) a scientific explanation of ability assessment form 3) a science learning achievement test. The data was analyzed using the content analysis, frequency, percentage and class normalized gain.

The results of the research were as follows: 1) the ability to create scientific explanations of all students before learning was at the improvement level. The post-learning, their scientific explanations abilities were increase, 7 students (31.82%) were at good level, 13 students were at fair level (59.09%), and 2 students were at improvement level (9.09%). 2) The students' post-learning achievement was higher than the pre-learning counterpart, and the class normalized gain was at the medium level. ($\langle g \rangle = 0.31$)

Keywords: Scientific Explanation Ability, Science Learning Achievement , Model-Based Learning,

บทนำ

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) มีลักษณะเฉพาะที่สะท้อนความเป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ที่แตกต่างไปจากคำอธิบายโดยทั่วไป คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อความ ความหมาย นิยาม หรือการบรรยายลักษณะของปรากฏการณ์ สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือเหตุการณ์รอบตัว คำอธิบายเหล่านั้นสร้างมาจากการสำรวจตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ (National Research Council (NRC), 1996) ซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นไปที่การตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาว่าเกิดอะไรขึ้น เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูล โดยจะต้องคัดเลือกหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง 3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและสมเหตุสมผล (McNeill and Krajcik, 2006)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ควรเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาความเข้าใจตัวเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ในการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบันคนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำให้ดีได้ก็เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ ผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผลจึงเรียกได้ว่าเป็นบุคคลที่มีความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific literacy)

จากผลการทดสอบการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติด้านการรู้วิทยาศาสตร์ (Programme for International Student Assessment : PISA) แนวโน้มผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยตั้งแต่ PISA 2000 ถึง PISA 2018 พบว่า ผลการประเมินไม่เปลี่ยนแปลง และข้อมูลยังบ่งชี้ดีกว่าในปี 2018 นักเรียนไทยเกือบครึ่ง (44%) มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงระดับ 2 หรือระดับพื้นฐาน โดยถือว่านักเรียนเป็นผู้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่ำ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) ซึ่งหนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (The Institute for the Promotion of teaching Science and Technology, 2014) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ไม่ได้สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อนำมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการที่ผู้วิจัยได้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง โดยจะเน้นการสอนแบบสืบเสาะลักษณะที่ครูมีบทบาทในการตั้งคำถาม กำหนดวิธีการสำรวจตรวจสอบ นำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบ สรุปผลร่วมกัน โดยช่วงท้ายผู้วิจัยจะต้องบรรยายเนื้อหา เพื่อสรุปในช่วงท้ายของการจัดกิจกรรม เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากหลังจากขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแปลผลได้ แต่ไม่สามารถบรรยายหรืออธิบายเหตุผลเชื่อมโยงได้อย่างชัดเจนว่าเหตุใดถึงเกิดปรากฏการณ์เช่นนั้นขึ้น เห็นได้จากการสำรวจหาข้อมูลและหลักฐานจากการทดลองของนักเรียนและนักเรียนได้บันทึกผลการทดลองและสรุปและอภิปรายผลการทดลองของนักเรียนนั้น ไม่สามารถแสดงเหตุผลเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานจากการทดลองที่เกิดขึ้นกับกับคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนแสดงได้ นักเรียนมักจะตอบคำถามเป็นคำๆ และมีเหตุผลไม่ชัดเจน โดยอาจนำเนื้อหาหรือความรู้ที่เคยได้รับ หรือนำหลักการที่มีความใกล้เคียงกันที่จำได้นำมาตอบคำถาม แสดงถึงการขาดทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญที่ควรส่งเสริมและพัฒนาให้กับนักเรียน จึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและพบว่าการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาโดยวิธีการสอนได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น (เขมรัฐ จุฑานะอุปกิจ, เอกภูมิ จันทรขันธ์ และ สุรศักดิ์ เชียงกา, 2561) การ จัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (ศิริณา ชุมแสง, ดร.เอกภูมิ จันทรขันธ์ และ ดร.สุรศักดิ์ เชียงกา, 2560)และ หนึ่งในนั้นคือการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ราตรี ยะคำ, 2560; จงกล บุญรอด, 2557) การจัดการเรียน การสอนแบบจำลองเป็นฐาน เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนได้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้การสร้าง แบบจำลอง จะช่วยสร้างมโนทัศน์ให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ จากแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นเอง ได้ออกแบบเอง เกิดความเข้าใจและทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วย ตนเองจากการปฏิบัติและการทดลอง เพราะการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานจากการทดลองและการให้เหตุผลไปสู่การลงข้อสรุปที่เป็นคำตอบ ของคำถามได้ (Neilson, Campbell, & Allred, 2010) โดยหลักการในการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานนั้น เริ่มจากการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด (Product mental model) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่นักเรียนจะศึกษา จากนั้นจึงแสดงออกออกแบบจำลองทางความคิด (Express model) ที่ สร้างขึ้นในรูปแบบต่างๆ กันไป เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูด สัญลักษณ์ รูปภาพ เป็นต้น ต่อมาจึงทำการทดสอบ (Test) และประเมิน (Evaluate) แบบจำลอง โดยการนำแบบจำลองไปทดลองใช้เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับปรุงและ แก้ไขแบบจำลอง (Revision) เพื่อที่จะนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น และการขยายแบบจำลอง (Elaboration) เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้นได้ (Buckley et al., 2004, p. 24; Gobert & Buckley, 2002, p. 892) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้สะท้อนถึงภาพของสังคมวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนได้เป็น อย่างดี ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง (Anuworrachai, 2014, p. 1) ซึ่งการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องก็จะส่งผลให้สามารถอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างชัดเจนและครบถ้วน ทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีการพัฒนาขึ้น ดังนั้นความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องและ ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถพัฒนาได้ดีขึ้นเช่นกัน

จากการศึกษาแนวคิด สภาพปัญหา และการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับการ นำการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบจำลองเป็นฐานมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการอธิบายทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 4 ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสาร
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสาร

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง จึงใช้แบบ One group pretest posttest Design

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดนครราชสีมา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 มีจำนวนนักเรียน 22 คน เป็นเพศชาย 12 คน เพศหญิง 10 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากโรงเรียนมีนักเรียนห้องเดียว และลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนที่ใช้วิจัยครั้งนี้ เช่น การทำงานเป็นกลุ่มได้ ให้ความร่วมมือในการเรียน

ระยะเวลาที่ศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 รวมระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ โดยการจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 คาบต่อสัปดาห์ คาบเรียนละ 60 นาที รวม 18 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. การสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยการศึกษาหลักสูตรตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วัสดุและสาร ศึกษาหลักการแนวคิด และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน จนได้เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางความคิด ขั้นที่ 2 การทดสอบแบบจำลอง ขั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ เวลา 18 ชั่วโมง ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.87 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด รายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 1 การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องวัสดุและสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	สมบัติด้านความแข็งของวัสดุ	3
2	สมบัติด้านสภาพความยืดหยุ่นของวัสดุ	3
3	สมบัติการนำความร้อนของวัสดุ	3
4	สมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ	3
5	สถานะของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	6
รวม		18

2. แบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ ข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่น ตาราง รูปภาพ เป็นต้น และข้อคำถาม จำนวน 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วัสดุและสาร แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาความตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.66 - 1 และผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของคอนบาร์ค พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80 ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดรายข้อ ค่าความยากอยู่ที่ระหว่าง 0.22-0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26-0.87

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2546) ได้ให้ความหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นการวัดความสำเร็จทางการเรียน หรือวัดประสิทธิผลการเรียน หรือวัดประสิทธิผลการเรียนที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอน โดยวัดตามจุดมุ่งหมายของการสอน หรือวัดผลสำเร็จจากการศึกษาอบรม ในการวิจัยครั้งนี้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วัสดุและสาร นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาความตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.66-1 และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ เป็นการพิจารณาจากค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-21) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.63 ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดรายข้อ ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.22-0.48 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.96

การดำเนินการวิจัย

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัด ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้ไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วัสดุและสาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 18 ชั่วโมง ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงแบบจำลองความคิดของตนเองเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นที่ 2 การทดสอบแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนจำลอง ปรากฏการณ์ที่ศึกษา ขั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่แต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้น ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะใช้แบบจำลองมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ อื่นๆ

3. เมื่อเสร็จสิ้นการสอน ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการเรียนรู้ (Post-test) กับนักเรียนโดยใช้แบบวัด ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบไว้เพื่อนำมาวิเคราะห์

4. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนไปทำการวิเคราะห์สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาคำตอบของนักเรียนโดยใช้องค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการพิจารณา โดยผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างละเอียดเป็นรายข้อเพื่อตีความและวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนโดยใช้องค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการพิจารณา คือ สามารถระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) การให้เหตุผล (Reasoning) ได้อย่างเหมาะสมและเชื่อมโยงกัน โดยผู้วิจัยจะพิจารณาคำตอบของนักเรียนที่ถูกต้องตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

ตอนที่ 2 นำคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาจัดกลุ่มคำตอบ โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 (ปรับปรุง) หมายถึง คำตอบผิด 1 (พอใช้) หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน และ 2 (ดี) หมายถึง คำตอบถูกต้องและสมบูรณ์ แล้วนำผลคะแนนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อแปลผลเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุและสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ประกอบด้วย

ความรู้ เรื่อง สมบัติด้านของแข็งของวัสดุ สมบัติด้านความยืดหยุ่นของวัสดุ สมบัติการนำความร้อนของวัสดุ สมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ สถานะของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยนำมาคำนวณหาค่า Normalized gain ,ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

ก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 22 คน (ร้อยละ 100.00) หลังเรียนนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ดังนี้ อยู่ในระดับดี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 31.82) อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 13 คน (ร้อยละ 59.09) อยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 2 คน (ร้อยละ 9.09) ดังข้อมูลตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

ระดับคุณภาพ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดี	0 (0.00%)	7 (31.82%)
พอใช้	0 (0.00%)	13 (59.09%)
ปรับปรุง	22 (100%)	2 (9.09%)

ตารางที่ 3 ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แยกรายแยกรายองค์ประกอบ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

องค์ประกอบของ คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	ระดับ คุณภาพ	สมบัตินด้านความแข็ง ของวัสดุ		สมบัตินด้านสภาพความ ยืดหยุ่นของวัสดุ		สมบัติการนำความร้อน ของวัสดุ		สมบัติการนำไฟฟ้าของ วัสดุ		สถานะของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	
		ร้อยละ		ร้อยละ		ร้อยละ		ร้อยละ		ร้อยละ	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ข้อกล่าวอ้าง	ดี	0.00%	63.64%	0.00%	45.45%	0.00%	59.09%	0.00%	45.45%	18.18%	63.64%
	พอใช้	13.64%	31.82%	18.18%	22.73%	22.73%	22.73%	22.73%	40.91%	4.55%	22.73%
	ปรับปรุง	86.36%	4.55%	81.82%	31.82%	77.27%	18.18%	77.27%	13.64%	77.27%	13.64%
หลักฐาน	ดี	0.00%	22.73%	0.00%	27.27%	0.00%	9.09%	0.00%	27.27%	0.00%	9.09%
	พอใช้	0.00%	54.55%	9.09%	36.36%	18.18%	63.64%	13.64%	63.64%	0.00%	50.00%
	ปรับปรุง	100.00%	22.73%	90.91%	36.36%	81.82%	27.27%	86.36%	9.09%	100%	40.91%
การให้เหตุผล	ดี	0.00%	9.09%	0.00%	31.38%	0.00%	4.55%	0.00%	4.55%	0.00%	4.55%
	พอใช้	0.00%	45.45%	0.00%	22.73%	13.64%	54.55%	4.55%	45.45%	0.00%	36.36%
	ปรับปรุง	100.00%	45.45%	100.00%	45.45%	86.36%	40.91%	95.45%	50.00%	100.00%	59.09%

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.27 ขึ้นไป ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง และอยู่ในระดับปรับปรุง โดยเนื้อหาเรื่องสมบัติด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ มีจำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง อยู่ในระดับปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 81.82 และหลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 45.45 ขึ้นไป สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี โดยในเนื้อหาเรื่องสมบัติด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุมีจำนวนนักเรียนที่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 45.45

2. หลักฐาน ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 81.82 ขึ้นไป ไม่สามารถแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง อยู่ในระดับปรับปรุง โดยเนื้อหาเรื่องสมบัติด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุมีจำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถแสดงหลักฐานได้ถูกต้อง อยู่ในระดับปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 90.91 และหลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่านักเรียนร้อยละ 9.09 ขึ้นไปสามารถแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง อยู่ในระดับดี โดยในเนื้อหาเรื่องสมบัติด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุมีจำนวนนักเรียนที่สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 27.27

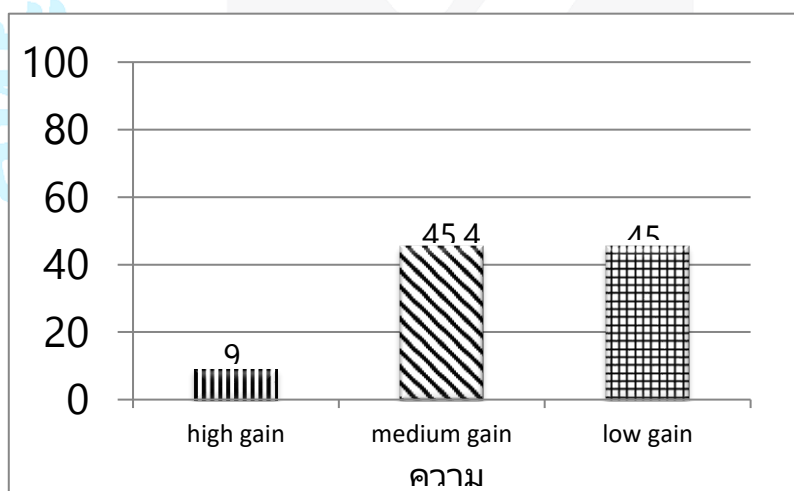
3. การให้เหตุผล ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 86.36 ขึ้นไป ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ อยู่ในระดับปรับปรุง โดยเนื้อหาเรื่องสมบัติด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุมีจำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ อยู่ในระดับปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 100.00 และหลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนร้อยละ 40.91 ขึ้นไป สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องและสมบูรณ์ โดยเนื้อหาเรื่องสมบัติด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ มีจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 45.45

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

หลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 อยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) และมีนักเรียนจำนวน 2 คน (ร้อยละ 9.09) อยู่ในระดับสูง (High gain) นักเรียนจำนวน 10 คน (ร้อยละ 45.45) อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และนักเรียนอีกจำนวน 10 คน (ร้อยละ 45.45) อยู่ในระดับต่ำ (Low gain) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4 และ ภาพที่ 1

ตารางที่ 4 ความถี่และร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalized gain

ระดับ	high gain	Medium gain	Low gain
	2	10	10
	(9.09%)	(45.45%)	(45.45%)



ภาพที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่ตอบถูกก่อนและหลังเรียน และค่า Class normalized gain

การทดสอบ	กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Class normalized gain
Pre-test	22	11.86	33.89	4.54	0.31
Post-test	22	19.00	54.29	9.69	(medium gain)

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 11.86 คิดเป็นร้อยละ 33.89 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียน เท่ากับ 4.54 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 19.00 คิดเป็นร้อยละ 54.29 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียน เท่ากับ 9.69 และมีค่า Class normalized gain (ความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียนเท่ากับ 0.31 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain)

อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ การนำเสนอการอภิปรายจะแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ

1. ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยสรุปว่า หลังการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนพัฒนาได้ดีที่สุด คือ ข้อกล่าวอ้าง รองลงมาคือหลักฐานและการให้เหตุผล ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งอาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ขั้นตอน รวมถึงวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีการพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากกระบวนการปฏิบัติที่ครูได้จัดสถานการณ์ให้ในขั้นตอนแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง โดยที่ครูช่วยนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ต้องการจะศึกษา ในขั้นนี้จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสงสัย และตั้งคำถาม เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ เพื่อที่จะนำมาเป็นข้อกล่าวอ้างของปรากฏการณ์นั้นๆได้

1.2 ขั้นการทดสอบแบบจำลอง เป็นขั้นสำรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมของการสืบสอบค้นหาหลักฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้รวบรวมข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดยการปฏิบัติหรือการทดลองเพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์และการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำมาสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้มา ขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการสร้างคำอธิบายความสอดคล้องกันระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนคำตอบของคำถามหรือข้อกล่าวอ้าง

1.3 ขั้นการดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น ครูและเพื่อนสามารถซักถาม อภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะให้เห็นความแตกต่างของแบบจำลอง ซึ่งจะเกิดกระบวนการโน้มน้าวจนมีการดัดแปลงแก้ไขแบบจำลองจนกระทั่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจใน

ปรากฏการณ์นั้นๆ มากขึ้นจากการอภิปรายร่วมกันเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น นักเรียนจะสามารถหาเหตุผลเพื่อมาเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ในขั้นนี้

1.4 ขั้นการขยายแบบจำลอง แบบจำลอง นักเรียนจะใช้แบบจำลองที่ผ่านการแก้ไขแล้ว มาอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนมั่นใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์อื่นได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถอธิบายและยกตัวอย่างปรากฏการณ์อื่นที่นอกเหนือจากปรากฏการณ์ที่ได้สำรวจตรวจสอบ ในขั้นการทดลองได้ ทำให้เป็นการฝึกสร้างคำอธิบาย มีเหตุผลมาสนับสนุนหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเพิ่มขึ้นอีก

ดังนั้นนักเรียนมีโอกาสดังกล่าวที่ปรับปรุงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้ง 4 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น โดยนักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง ที่เกิดจากข้อสงสัยของนักเรียน จนไปสู่การค้นพบหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง จนกระทั่งเข้าใจในปรากฏการณ์ สามารถ บอกเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ ซึ่งจะเห็นได้จากระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดี และพอใช้ เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนอยู่ใน ระดับปรับปรุงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน สอดคล้องกับวิจัยของ ราตรี ยะคำ(2560) ที่ศึกษาการพัฒนา สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องเชื้อเพลิง ชากติกาบำบัดและผลิตภัณฑ์ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ นักเรียนสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียน เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง เช่น การค้นคว้าหาความรู้ การทดลอง เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิด กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดวิเคราะห์ และคิดสังเคราะห์เพื่อนำองค์ความรู้ที่นำมาสนับสนุนพัฒนา แบบจำลองให้มีความชัดเจนและสมบูรณ์มากที่สุดและสามารถนำแบบจำลองนั้นไปประยุกต์ใช้เพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงต่อไป สอดคล้องกับ จงกล บุณรอด(2554) ได้ศึกษาผล ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กิจกรรมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลอง นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเป็นตัวแทนทางความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง การสร้างแบบจำลองของนักเรียนเกิดจากการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบและหลักการ ทางวิทยาศาสตร์จากการสะท้อนความคิดร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งในขณะเดียวกันการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ก็อาศัยหลักฐานและการให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุป ทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ได้จากการใช้แบบจำลองเป็นหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในขั้นการอธิบายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การนำเสนอ การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ ตนเองร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งในระหว่างการประเมินนักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับในการแก้ไข คำอธิบายให้ถูกต้องและสมบูรณ์เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการ เรียนรู้เรื่องสมบัติด้านความแข็งของวัสดุจากระดับปรับปรุงไประดับดี

ระดับความสามารถในการสร้าง	
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ปรับปรุง
ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน (ก่อนเรียน)	1. ใช้อุปกรณ์ในสมัยก่อน เช่น ค้อนและเหล็ก 2. คนสมัยก่อนใช้อุปกรณ์ เช่น ค้อนและเหล็ก 3. การใช้ค้อนและเหล็กแกสได้ง่าย
ระดับความสามารถในการสร้าง	
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ดี

**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
(หลังเรียน)**

1. แกะสลักหินโดยการเอาหินไปทุบๆ ให้หินมีรอยขีดข่วนและแกะให้สวยงาม ใช้อุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงมากกว่าหินมาใช้ในการแกะสลัก
2. จากการทดลองเรื่องรอยขีดข่วนของแข็งว่าหินที่แข็งกว่าจะทำให้เกิดรอยขีดข่วนได้ถ้าหินในปราสาทมีความแข็งน้อยกว่า
3. การที่จะแกะสลักหินในปราสาทต้องใช้สิ่งที่มีความแข็งแรงมากกว่าหินมาแกะสลักให้เกิดรอยที่สวยงามได้ เพราะหินในปราสาทไม่ทนทานต่อการเกิดรอยได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่า หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสาร นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้น อาจเนื่องมาจากเหตุผล ดังนี้

2.1 ขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดของตนเองเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม/ความรู้พื้นฐานของนักเรียน โดยครูจะให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นแสดงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูผู้สอนจะใช้วิธีการกระตุ้นถามคำถามที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบความรู้ที่ได้รับและเชื่อมโยงกับความคิดของนักเรียน

2.2 ขั้นการทดสอบแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนจำลองปรากฏการณ์ที่จะศึกษาผ่านกระบวนการทดลอง/ทดสอบที่สังเกตหรือวัดได้ ผลที่ได้จากการทดลองจะเป็นข้อมูล/หลักฐานเชิงประจักษ์ นักเรียนจะต้องสร้างแบบจำลอง สัญลักษณ์ให้มีความสอดคล้องกับการทดลอง ขั้นนี้ให้อิสระแก่นักเรียนในการสร้างคำอธิบายโดยผ่านแบบจำลอง ครูจะช่วยแนะนำในการสร้างแบบจำลองเพียงเล็กน้อยเพื่อให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดนำไปสู่การเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองกับความคิดของตนเอง

2.3 ขั้นการดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น ขั้นนี้ครูและเพื่อนสามารถซักถาม อภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะเห็นความแตกต่างของแบบจำลอง ซึ่งจะเกิดกระบวนการโน้มน้าวจนมีการดัดแปลงแก้ไขแบบจำลองจนกระทั่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายและร่วมประเมินแบบจำลองว่าใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้หรือไม่ เมื่อได้นำเสนอแบบจำลองและร่วมกันอภิปรายผลแล้วพบว่าอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดี นักเรียนจะต้องปรับปรุงแบบจำลองให้เหมาะสมและสามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ ช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ การเรียนรู้และมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2.4 ขั้นการขยายแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะใช้แบบจำลองที่ผ่านการแก้ไขแล้ว มาอธิบายทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ ซึ่งจะทำให้เรียนมั่นใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์อื่นได้ โดยนักเรียนนำแบบจำลองที่ได้ดัดแปลงแก้ไข มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา หรือการนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนได้ขยายแบบจำลองในการอธิบายเกี่ยวกับวัสดุและสารอื่นๆ ที่ยังไม่ได้นำมาทดสอบในขั้นการทดสอบแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนมีการพัฒนาผลการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น กว่าก่อนเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีจุดเด่นในการพัฒนาความรู้ที่เป็น ทฤษฎีที่เป็นนามธรรมให้เป็นแบบจำลองที่เข้าใจง่ายขึ้น

จากขั้นตอนดังกล่าว สอดคล้องกับ รสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร(2558) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นจุดแข็งที่ทำให้ให้นักเรียนมีพัฒนาผลการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น กว่าก่อนเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีจุดเด่นในการพัฒนาความรู้ที่เป็น ทฤษฎีที่เป็นนามธรรมให้เป็นแบบจำลองที่เข้าใจง่ายขึ้น สอดคล้องกับ ชีระภัทร

พินิจมนตรี(2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 85.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล โดยเน้นกิจกรรมทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และมองภาพเป็นรูปธรรมใช้ชัดเจน เลยสามารถทำให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะ เช่น การจำ การคิด และเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถจำภาพของแบบจำลองได้เป็นอย่างดี และสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยตนเองโดยตัวผู้สอนเองก็ได้อธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาในบทเรียนนั้นไปประยุกต์ใช้ต่อ พร้อมกับมีการทำงานที่เป็นทีม ส่งผลให้เกิดการช่วยเหลือภายในกลุ่ม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในขั้นการทดสอบแบบจำลองของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ควรเน้นการเก็บรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์โดยอาจให้นักเรียนสรุปข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น กราฟแท่ง หรือแผนผังความคิด และเนื้อหาที่นำมาใช้ในการทดลองควรเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.2 ครูผู้สอนควรเน้นและให้ความสำคัญกับองค์ประกอบการให้เหตุผลมากเป็นพิเศษ เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างสมเหตุสมผล

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรใช้ระเบียบวิธีวิจัยอื่น เช่น วิจัยเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น หรือวิจัยเชิงทดลองที่มีรูปแบบการวิจัยมากกว่าการวิจัยแบบกลุ่มเดียว เพื่อที่จะได้มีการเปรียบเทียบและเห็นความแตกต่างของตัวแปรตามระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มได้อย่างชัดเจน เช่น การเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานและนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป เป็นต้น

บรรณานุกรม

- เขมรัฐ จุฑานุกปกิจ, เอกภูมิ จันทรชนันต์, และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2561, 16 สิงหาคม). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (เอกสารนำเสนอ). การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11 ปีการศึกษา 2561, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 1741-1753.
- จกมล บุณรอด. (2557). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- ตรีณา ชุมแสงม ดร.เอกภูมิ จันทรชนันต์และ ดร.สุรศักดิ์ เชียงกา. (2560, 10 มีนาคม). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสมดุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน(เอกสารนำเสนอ). การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ 2560, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 1178-1189.

- ธีระภัทร พินิจมนตรี. (2561). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัย-ราชภัฏมหาสารคาม).
- ปริญนันต์ นวลจันทร์. (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, วิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์).
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2546). *ประมวลสาระชุดวิชา การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ราตรี ยะคำ. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- รสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในศูนย์เครือข่ายการพัฒนาการศึกษาแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม*.
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Anuworrachai, S. (2014). Science learning management by using the scientific explanation. *STOU Education Journal*, 7(2), 1-14. [in Thai]
- Buckley, B. C. Gobert, J. D., Kindfield, A. C. H., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with biologic : What do they learn? How learn? How do we know?. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.
- Gershenfeld, N. (2012). *Science uses model to explain aspects of the real world*. Retried Feb 18, 2014.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2002). Introduction to Model-based teaching and learning in Science Education. *Internayional of Science Education*, 22(9), 891-894.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.
- National Research Council. National science education standards. Washington, D.C.: *National Academy of Science*; 1996.
- Neilson, D., Campbell, T., & Allred, B. (2010). Model-based inquiry in physics: A buoyant force module. *The Science Teacher*, 77(8), 38-43.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). *PISA 2012 Result, Mathematics, Reading, and Science what do students know? What can be done ?* (ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนร้อยละไร และทำอะไรได้บ้าง). Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.