

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์
ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
Online Model-Based Learning Activities on Scientific Explanation
in Electrochemistry of Mathayomsuksa 5 Students

พัทธธีรา รัตนพันธุ์ (Pattheera Rattanapan)*

กัญญารัตน์ โคจร (Kanyarat Cojom)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยา จำนวน 42 คน ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบวัดความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที แบบ One sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.29 คิดเป็นร้อยละ 73.03 เมื่อวิเคราะห์แยกตามองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนในองค์ประกอบด้านข้อกลางอ้าง และองค์ประกอบด้านหลักฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ส่วนองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.69 คิดเป็นร้อยละ 72.30 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ออนไลน์, การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

*นักศึกษานิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ABSTRACT

The present study aimed 1) to compare scientific explanation in electrochemistry of mathayomsuksa 5 students who learned via online model-based learning activities with the criteria of 70%, 2) to compare learning achievement in scientific explanation in electrochemistry of mathayomsuksa 5 students who learned via online model-based learning activities with the criteria of 70% and 3) to investigate students' satisfaction toward online model-based learning activities. The sample was 42 mathayomsuksa 5 students who were studying in the 2nd semester of 2021 academic year in Phonthongpattanawittaya School by cluster random sampling. The instruments used were lesson plans, test of scientific explanation, leaning achievement test, and questionnaire of students' satisfaction. The statistics used were percentage, mean, standard deviation and one sample t-test. The results of the study revealed that; 1) students who learned by online model-based learning activities were able to do the scientific explanation which in line with the criteria of 70% indifferently. Students' scores were 26.29 of mean which was 73.03%. When analyzed each elements of the scores of scientific explanation, it revealed that students achieved the element of claim and evidence which was higher than the criteria of 70%. However, students achieved the element of reasoning which was lower than the criteria of 70%. 2) students who learned by online model-based learning activities gained learning achievement scores which was indifferent from the criteria of 70%. The mean of learning achievement scores was 21.69 which were 72.30%. and 3) Students satisfied toward the online model-based learning activities rated in high level.

Keywords: Model-Based Learning Activities, Online, Scientific Explanation

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพyanที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมี

คุณธรรม (Ministry of Education, 2017) เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การเตรียมให้บุคคลเป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literate Person) ซึ่งการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จะเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง (Ladachart, 2016) และทักษะการเรียนรู้สำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาโดยตรงจากการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการสืบค้นการอธิบายสิ่งที่ค้นพบในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นสมรรถนะที่สำคัญของกระบวนการนี้ (Beyer & Davis, 2008)

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการเชื่อมโยงความรู้กับภูมิสังคม เนื่องจากการที่นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo et al., 2010) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อันประกอบไปด้วยสามองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการตอบข้อคำถามจากคำถามหรือปรากฏการณ์ที่ได้พบ 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและข้อมูลหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2008a)

ปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าร่วมการดำเนินงานโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งกรอบในการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในทางวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ จากผลการประเมิน PISA 2018 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยกลุ่มประเทศสมาชิก OECD (PISA Thailand, 2019) และผลประเมินของนักเรียนแสดงให้เห็นช่วงความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของ PISA ในระดับต่าง ๆ 7 ระดับ โดยเฉพาะความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่มีความซับซ้อนปานกลาง เพื่อระบุข้อประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยอาศัยตัวชี้แนะหรือตัวสนับสนุนที่เหมาะสม และสามารถระบุประจักษ์พยานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ได้ จากผลการประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ประเทศไทยมีนักเรียน 24% ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป (PISA Thailand, 2021) ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงหลักฐานในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติที่กำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาการศึกษา ซึ่งมีตัวชี้วัดที่สำคัญ คือ นักเรียนมีคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) แต่ละวิชาผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไปเพิ่มขึ้น และจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับ

การศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นการประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้หลัก ส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 (Office of the Education Council, 2017) โดยผลการประเมินกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2561-2563 มีผลการประเมินเป็นคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียน ดังนี้ ร้อยละ 29.83, 28.65 และ 32.86 ตามลำดับ (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2021) จากผลการประเมินแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและจัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

วิชาเคมีจัดเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยมุ่งเน้นศึกษาสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอมและโมเลกุล โดยเฉพาะเรื่องเคมีไฟฟ้า เนื้อหาจะมีความซับซ้อนทำความเข้าใจได้ยาก นักเรียนมีความสับสนและไม่เข้าใจในปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า “ปฏิกิริยารีดอกซ์” โดยปฏิกิริยานี้จะมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน ซึ่งมีความเป็นนามธรรม มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า และยังมีความสับสนในการระบุขั้วแคโทดและขั้วแอโนด การดุลสมการเคมี รวมถึงชนิดของเซลล์ไฟฟ้าเคมี (Acar & Tarhan, 2007) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีที่ผ่านมา เนื่องด้วยธรรมชาติของรายวิชาเคมีนักเรียนจำเป็นต้องทำความเข้าใจในระดับอะตอมและโมเลกุล ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มักจะกล่าวว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่เข้าใจได้ยาก (Carter & Brickhouse, 1989) นักเรียนจึงเรียนวิชาเคมีแบบท่องจำเพื่อนำไปสอบ ไม่ได้มีความเข้าใจอย่างแท้จริง ทำให้เมื่อตั้งคำถามให้นักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เคยฝึกฝนวิธีการสื่อสารคำตอบทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการเขียน การพูดนำเสนอ และการอภิปรายโต้แย้ง ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสื่อสารความเข้าใจของตนเองในเรื่องที่กำลังศึกษาอย่างเป็นเหตุเป็นผล (Promyod, 2019) ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนจึงต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นทักษะสำคัญที่สะท้อนหรือแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012)

จากสภาพปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบวิธีการสอนและแนวคิดต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพของความรู้ที่เป็นนามธรรมออกมาอยู่ในรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ เพื่อเป็นสื่อกลางในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นผ่านแบบจำลองรูปภาพ 2 มิติ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้สร้างและพัฒนาแบบจำลองด้วยตนเอง (Faikhamta & Supatchaiyawong, 2014) สอดคล้องกับ Schwarz et al. (2009) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ทำให้นักเรียนเข้าถึงธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาเพิ่มสูงขึ้นโดยสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนจากแบบจำลอง

สามารถปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองโดยใช้เหตุผลที่หลากหลาย และสามารถสร้างข้อโต้แย้งผ่านการประยุกต์ใช้แบบจำลองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการสอน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถส่งเสริมและพัฒนากการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบกับการให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการตอบคำถามหรือสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสร้างแบบจำลอง ดัดแปลงและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุดและใกล้เคียงกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ แสดงให้เห็นว่าการสร้างแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสนับสนุนและพัฒนากการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Meela & Artdej, 2017; Supasatwong et al., 2020; Nimdam et al., 2020)

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 ของประเทศไทยในปัจจุบัน จึงต้องมีมาตรการในการป้องกันความเสี่ยงจากเชื้อโควิด-19 โดยเฉพาะในสถานศึกษาเป็นสถานที่ที่มีนักเรียนอยู่รวมกันจำนวนมาก มักจะมีความเสี่ยงสูงหากมีระบบการจัดการที่ไม่ดี อาจจะมีการแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 ได้ในกลุ่มเด็ก ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ (Office of the Basic Education Commission (OBEC), 2020) จึงทำให้เกิดการปรับตัวเป็นวิถีชีวิตแบบใหม่ (New Normal) โดยเฉพาะสถาบันทางการศึกษาที่ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนแบบปกติได้ จึงจำเป็นต้องใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เพื่อให้การเรียนรู้เกิดความต่อเนื่อง (Wayo et al, 2020) ซึ่งการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online learning) เป็นการศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนตามความชอบของตนเอง โดยผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นทุกคน สามารถติดต่อสื่อสาร ปรีक्षा แลกเปลี่ยนความคิดเห็นแบบเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนทั่วไป ด้วยเหตุนี้การเรียนรู้แบบออนไลน์จึงเหมาะสมสำหรับทุกคนเรียนได้ทุกเวลา (Podapol, 2020)

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาของผู้เรียนดังกล่าว จึงได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนากการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง โดยแสดงศักยภาพของความรู้ที่เป็นนามธรรมออกมาอยู่ในรูปธรรมโดยใช้แบบจำลองที่เป็นสื่อกลางในการอธิบายปรากฏการณ์ ที่เกิดขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 426 คน โดยในแต่ละห้องประกอบไปด้วยนักเรียนความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 42 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์

3. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design) เป็นการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบทดลองที่มีกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มและสังเกตผลครั้งเดียว (One shot case study) (Nuangchalem, 2020)

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาของวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง เคมีไฟฟ้า ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ผลจากการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.52 – 4.63 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการมีคุณภาพและมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.39 - 0.55 ค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.55 – 0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.80

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.29 - 0.72 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

2.2 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) อยู่ในช่วง 0.54 - 0.82 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เพื่อสร้างข้อตกลงและทำความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์

2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

3. ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า

4. วัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์กับกลุ่มตัวอย่าง

5. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เพื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One Sample t-test

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One Sample t-test

3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจ (Srisa-ard, 2017) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 แปลความว่า มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 แปลความว่า มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 แปลความว่า ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 แปลความว่า น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 แปลความว่า น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (n = 42)	ร้อยละ	S.D.	μ (70%)	t	df	p
ข้อกล่าวอ้าง	12	9.50	79.17	2.18	8.40			
หลักฐาน	12	8.98	74.83	1.33	8.40			
การให้เหตุผล	12	7.81	65.08	1.82	8.40			
รวม 3 องค์ประกอบ	36	26.29	73.03	4.59	25.20	1.532	41	0.067

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 1 พบว่า คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า รวมคะแนนทุกองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.29 คิดเป็นร้อยละ 73.03 และเมื่อทดสอบโดยใช้สถิติ One Sample t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05 พบว่า มีค่า p มากกว่า .05 แสดงว่า คะแนนการสร้างคำอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ และเมื่อวิเคราะห์คะแนนการสร้างความอธิบายทางวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.50 คิดเป็นร้อยละ 79.17 และองค์ประกอบด้านหลักฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.98 คิดเป็นร้อยละ 74.83 ซึ่งทั้งสององค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ส่วนองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 คิดเป็นร้อยละ 65.08 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test

รายการ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (n = 42)	ร้อยละ	S.D.	μ (70%)	t	df	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	21.69	72.30	3.38	21.00	1.323	41	0.097

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.69 คิดเป็นร้อยละ 72.30 และเมื่อทดสอบโดยใช้สถิติ One Sample t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05 พบว่า มีค่า p มากกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า

รายการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.15	0.82	มาก
2) ด้านบรรยากาศในชั้นเรียน	4.37	0.69	มาก
3) ด้านกระบวนการกลุ่ม	4.07	0.81	มาก
4) ด้านสื่อการเรียนรู้	4.34	0.74	มาก
รวม	4.23	0.76	มาก

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า โดยภาพรวม ($\bar{X} = 4.23$) และรายด้าน ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.15$) ด้านบรรยากาศในชั้นเรียน ($\bar{X} = 4.37$) ด้านกระบวนการกลุ่ม ($\bar{X} = 4.07$) และด้านสื่อการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.34$) อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยนักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 26.29 คิดเป็นร้อยละ 73.03 เมื่อวิเคราะห์คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านข้อกลางอ้าง และองค์ประกอบด้านหลักฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ส่วนองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้เป็นเพราะจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนอยู่ในรูปแบบออนไลน์แบบเต็มเวลา โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมการประชุมออนไลน์ Google Meet ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการสื่อสารสองทาง (Two-Way Communication) ที่ครูผู้สอนและนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนการสอนเหมือนกับห้องเรียนปกติ (Wayo et al, 2020) แต่ด้วยข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ทำให้ครูผู้สอนไม่สามารถกำกับดูแลผู้เรียนได้ทั่วถึงทั้งชั้นเรียน และในบางครั้งครูผู้สอนไม่สามารถช่วยเหลือและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้ในขณะเวลาเดียวกับที่ผู้เรียนต้องการได้รับความช่วยเหลือ อีกทั้งยังมีปัจจัยแทรกแซงที่ครูผู้สอนไม่สามารถควบคุมการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ อันเนื่องมาจากความไม่เสถียรของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และความไม่พร้อมทางด้านอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีของนักเรียน จึงส่งผลกระทบต่อจัดการเรียนการสอนออนไลน์ทำให้นักเรียนบางส่วนเกิดการเรียนรู้ที่ไม่ต่อเนื่อง สมาธิในการเรียนลดลง โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abelgas (2022) ที่พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในช่วงการระบาดของ COVID-19 ได้แก่ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่ไม่เสถียร ความไม่เพียงพอของอุปกรณ์เทคโนโลยี และสภาพแวดล้อมที่บ้านไม่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของนักเรียน จากที่กล่าวมาทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบางขั้นตอนนักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 การประเมินแบบจำลอง ซึ่งการจัดกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมการทดลอง ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้สาธิตการทดลองให้นักเรียนสังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือสนับสนุนคำตอบของนักเรียนที่ได้รับไว้ในขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง จากนั้นนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะร่วมกันระดมความคิดในการนำแบบจำลองของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันอภิปรายเพื่อ

ดัดแปลงและสร้างเป็นแบบจำลองของกลุ่มเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษา พบว่า ในการทำกิจกรรมกลุ่ม ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถทำกิจกรรมได้อย่างเต็มที่ ในการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสร้างแบบจำลอง เนื่องมาจากข้อจำกัดของการเรียนออนไลน์ นอกจากนี้ด้วยระยะเวลาที่จำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบเดียว (คาบละ 50 นาที) ซึ่งไม่เพียงพอที่จะทำให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้ครบทุกขั้นตอนภายใน 1 คาบเรียน โดยเฉพาะในขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง ที่นักเรียนจะต้องสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกับที่ได้ศึกษา เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียนรู้ จากปัจจัยเหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อทำการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแยกตามองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนสูงที่สุด เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ การเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ ประเมินปรับปรุงหรือดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์และถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายและทำนายสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ทำให้มองเห็นจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม (Faikhamta, 2020) กระบวนการดังกล่าวจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างหรือตอบคำถามได้ถูกต้อง และเมื่อพิจารณาลักษณะขององค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง พบว่า ข้อกล่าวอ้างเป็นลักษณะการเขียนคำตอบด้วยข้อความหรือประโยคสั้น ๆ ที่นักเรียนนำมาใช้ในการตอบคำถาม จึงเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo et al. 2010) สอดคล้องกับการศึกษาของ McNeill & Krajcik (2008b) Supasatwong et al. (2020) และ Oktavianti et al. (2018) ที่พบว่า ข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถระบุได้ดีกว่าทุกองค์ประกอบ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่ระบุได้ง่ายที่สุด ส่วนองค์ประกอบด้านหลักฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุหลักฐานได้ถูกต้องและเหมาะสม เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 การประเมินแบบจำลอง ที่นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือสนับสนุนคำตอบของนักเรียน และใช้ในการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น ซึ่งนักเรียนได้รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการทดลองที่ครูผู้สอนได้ทำการสาธิต จากนั้นร่วมกันอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียน สอดคล้องกับการศึกษาของ Meela & Artdej (2017) พบว่า จากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองผ่านด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และนำผลการทดลองมาใช้ในการสรุปผล ทำให้นักเรียนรู้จักเลือกข้อมูลหรือหลักฐานที่มีความเหมาะสมมาอ้างอิงในการตอบคำถามหรือสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีส่วนช่วยในการฝึกกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่

สำหรับองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล พบว่า เป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนจะต้องระบุเหตุผลที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยใช้หลักการแนวคิด หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุเหตุผลได้อย่างถูกต้อง โดยไม่สามารถระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ และมีนักเรียนเพียงบางส่วนที่สามารถระบุเหตุผลได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ แสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srikulwong & Ladachart (2021) พบว่า ในองค์ประกอบการให้เหตุผล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 95 มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ โดยนักเรียนไม่สามารถระบุการให้เหตุผลที่เป็นหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Nimdam et al. (2020) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในการให้เหตุผล มีคะแนนน้อยที่สุดจากทั้ง 3 องค์ประกอบ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถแสดงถึงเหตุผลที่ทำให้เห็นว่าหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างมีความสัมพันธ์กัน และนักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้มาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการให้เหตุผลได้

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 21.69 คิดเป็นร้อยละ 72.30 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อทำการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้ แสดงว่านักเรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างแท้จริง สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom's Taxonomy ที่นักเรียนจะต้องเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ จึงจะสามารถอธิบายได้อย่างถูกต้อง จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนยังอยู่ในรูปแบบออนไลน์เต็มเวลา ซึ่งพบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่ขาดความพร้อมในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนขาดการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน อีกทั้งยังขาดการมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นอื่น ๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ และขาดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนมีความสำคัญต่อการสร้างความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน จึงส่งผลต่อความเข้าใจในเนื้อหาที่นักเรียนได้ศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของ Yu (2022) ที่กล่าวไว้ว่า การมีส่วนร่วมในชั้นเรียนเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพ ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 ขยายแบบจำลอง ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกับที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินความรู้และความเข้าใจของนักเรียน นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานยังเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใหม่สำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่คุ้นชินกับการสร้างแบบจำลองเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยทั่วไปนักเรียนมักจะอธิบายโดยใช้วิธีการพูด หรือการเขียนบรรยาย เพื่อสื่อสารหรือแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจ จากที่

กล่าวมาอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาท่อนหน้าในเรื่อง กรด-เบส โดยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบปกติผ่านระบบออนไลน์ ที่ธรรมชาติของเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจในระดับอะตอมหรือโมเลกุลเช่นเดียวกับเนื้อหาในเรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 61.19 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ ในเนื้อหาเรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 72.30 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น จึงกล่าวได้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนพัฒนาองค์ความรู้ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองจากประสบการณ์หรือความรู้เดิม ประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ และทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองผ่านกระบวนการกลุ่ม และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้เกิดความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษา โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนจะแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจของนักเรียนผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับ Justi & Gilbert (2002) ที่กล่าวว่า แบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น มองเห็นสิ่งที่ป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ โดยแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาเคมี ในทำนองเดียวกันกับ Chomchid (2009) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างนักวิทยาศาสตร์ และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องสอนให้นักเรียนรู้จักการสร้างแบบจำลองและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองนั้น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากแบบจำลอง และสอดคล้องกับ Schwarz et al. (2009) ที่กล่าวว่า การให้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยสามารถวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบและความสัมพันธ์ได้อย่างมีเหตุผล อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kantawang et al. (2020) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการรวบรวมข้อเท็จจริงและประเด็นสำคัญ เพื่อเชื่อมโยงและเพิ่มรายละเอียด ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์หรือความเข้าใจที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังเรียนรู้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Saengaroon et al. (2021) ที่พบว่า การสร้างแบบจำลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิชาเคมีที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมได้ดี เพราะแบบจำลองจะเป็นสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นได้

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองทางความคิดตามความเข้าใจและจินตนาการของ

นักเรียน เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษา ทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดได้อย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งในขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองนักเรียนได้มีโอกาสร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่ม และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยมีครูคอยสนับสนุน และกระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนคิด และสะท้อนความคิดออกมาในรูปแบบการสร้างแบบจำลอง จนกระทั่งได้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้อง นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ผ่านการแสดงความคิดเห็นและการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ส่งผลให้บรรยากาศในชั้นเรียนเต็มไปด้วยความสนุกสนาน นักเรียนมีความสุขและมีแรงจูงใจในการเรียน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Thongking (2020) ที่กล่าวว่าบรรยากาศชั้นเรียนเชิงบวกหรือบรรยากาศชั้นเรียนที่ดี จะสามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน และเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากครูผู้สอนสามารถสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ดี ย่อมช่วยให้นักเรียนทุกคนรู้สึกถึงความสำคัญของตนเอง มีกำลังใจที่จะพัฒนาตนเองและรักการเรียนรู้เป็นผู้ที่พร้อมจะพัฒนาตนเองอยู่เสมอ ดังนั้นบทบาทของครูในการจัดบรรยากาศชั้นเรียนเชิงบวกจึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wisetsa & Naruponjirakul (2021) พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับ Kantawang et al. (2020) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต้องใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ค่อนข้างมาก อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ ครูผู้สอนต้องวางแผนและกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใหม่สำหรับนักเรียน ครูผู้สอนควรวางแผนการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมในเนื้อหาก่อนหน้า เพื่อให้นักเรียนได้ปรับตัวและคุ้นชินกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง

1.3 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบด้านหลักฐาน จึงควรปรับกิจกรรมหรือเพิ่มกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาการการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการให้เหตุผลให้มากขึ้น

1.4 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนอยู่ในรูปแบบออนไลน์ ครูผู้สอนต้องวางแผนและเตรียมตัวล่วงหน้า ในด้านการเตรียมอุปกรณ์เทคโนโลยี ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เสถียร และ

สื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น สื่อวิดีโอ รูปภาพ การทดลอง หรือสื่ออื่น ๆ ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ในชั้นเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแนวทางอื่น ๆ ที่ช่วยส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยใช้หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

2.2 ในการจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 หรือในสถานการณ์ที่นักเรียนไม่สามารถมาเรียนในห้องเรียนแบบปกติได้ ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ศึกษด้วยตนเองมากขึ้น โดยไม่ต้องเข้าเรียนออนไลน์แบบเต็มเวลาในทุกคาบเรียน เหมาะสำหรับนักเรียนที่ขาดความพร้อมทางด้านอุปกรณ์ทางด้านเทคโนโลยี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบออนไลน์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเกมมิฟิเคชัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เป็นต้น

2.3 เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นผ่านระบบออนไลน์ ทั้งสองตัวแปรมีความแตกต่างกันไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Reference

- Abelgas, L. J. (2022). Junior High School Students' Perceptions and Challenges of Online Learning Implementation during COVID-19 Pandemic. *Journal of Positive School Psychology*, 6(2), 1910–1918.
- Acar, B., & Tarhan, L. (2007). Effect of cooperative learning strategies on students' understanding of concepts in electrochemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 349–373.
- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2008). Fostering Second Graders' Scientific Explanations: A Beginning Elementary Teacher's Knowledge, Beliefs, and Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 17(3), 381–414.
- Carter, C. S., & Brickhouse, N. W. (1989). What makes chemistry difficult? Alternate perceptions. *Journal of Chemical Education*, 66(3), 223–225.

- Chomchid, P. (2009). Using Models in Teaching and Learning Science . *IPST Magazine*, 38(163), 33–34. (in Thai)
- Faikhamta, C. (2020). *strategies for Teaching Chemistry*. Bangkok : Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
- Faikhamta, C., & Supatchaiyawong, P. (2014). Model-based Learning. *Journal of Kasetsart Educational Review*, 29(3), 86–99. (in Thai)
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers’ views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387.
- Kantawang, J., Singlop, S., & Latwong, T. (2020). Model-based Learning Approaches in Biology to Promote Learning Achievement and Scientific Reasoning of Tenth Grade Students. *Srinakharinwirot Academic Journal of Education*, 21(2), 17-32. (in Thai)
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2008a). Inquiry and Scientific Explanations: Helping Students Use Evidence and Reasoning. *Science as Inquiry in the Secondary Setting*, 121–134.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2008b). Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers’ Instructional Practices on Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53–78.
- Meela, P., & Artdej, R. (2017). Model Based Inquiry and Scientific Explanation : Promoting Meaning-Making in Classroom. *Journal of Education Naresuan University*, 19(3), 1–15. (in Thai)
- Ministry of Education. (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (Revised A.D. 2017)*. Bangkok : Printing House Agricultural Cooperatives of Thailand Ltd. (in Thai)
- Ladachart, L., & Ladachart, L. (2016). Pre-service Biology Teachers’ Understandings about Nature of Scientific Inquiry. [*Walailak Journal of Learning Innovations*](#), 2(1), 24–44. (in Thai)
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2021). *National Basic Educational Test Report (O-NET) Grade 12, Academic Year 2018-2020*. [Online]. Retrieved September 4, 2021, from <http://www.nite.or.th>. (in Thai)
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press.

- Nimdam, S., Chaowakeratipong, N., & Suwanjinda, D. (2020). The Effects of Inquiry Learning Management Together with Science WritingHeuristic in the Topic of Reaction Rate on Science Learning Achievement and Scientific Explanation of MathayomSuksa V at Small School in ChumphonCampus Area II of Chumphon Province. *Journal of Kasetsart Educational Review*, 35(2), 96–109. (in Thai)
- Nuangchalerm, P. (2020). *Teaching and Learning Research* (4th ed.). Bangkok : Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission (OBEC). (2020). *Guidelines for teaching and learning management of schools under the Office of the Basic Education Commission in the Epidemic Situation of the Disease Coronavirus 2019 (COVID-19) Academic Year 2020*. [Online]. Retrieved August 20, 2021, from https://drive.google.com/file/d/1Ri9_cTu9_WZFZ6pPq4GivWC8wN_GiDrLXp/view. (in Thai)
- Office of the Education Council. (2017). Thailand education scheme in brief (2017-2036). Bangkok : Prikwarn Graphic Company Limited. (in Thai)
- Oktavianti, E., Handayanto, S. K., Wartono, & Saniso, E. (2018). Students' scientific explanation in blended physics learning with E-scaffolding. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 181–186.
- PISA Thailand. (2019). *PISA 2018 Results : Executive Summary*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). [Online]. Retrieved August 15, 2021, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-summary-result/>. (in Thai)
- PISA Thailand. (2021). *PISA 2018 Results : reading, mathematics, and science*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). [Online]. Retrieved August 15, 2021, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-fullreport/>. (in Thai)
- Podapol, C. (2020). *Online Learning Management: New Normal of Education*. [Online]. Retrieved September 1, 2021, from [http://www.slc.mbu.ac.th/article/28181/Online Learning Management/](http://www.slc.mbu.ac.th/article/28181/Online%20Learning%20Management/). (in Thai)
- Promyod, N. (2019). Formulating Scientific Explanation Using The Claim, Evidence, and Reasoning (CER). *IPST Magazine*, 47(219), 11-15. (in Thai)
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S.-P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583–608.

- Saengaroon, S., Chaowakeratipong, N., & Suwanjinda, D. (2021). The Effects of Using the Model-Based Instruction in the Topic of Chemical Bonding on Chemistry Learning Achievement and Scientific Creative Thinking of Grade 10 Students at Wat SuthiWararam School in Bangkok Metropolis. *Journal education thaksin university*, 21(2), 157–173. (in Thai)
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654.
- Srikulwong, S., & Ladachart, L. (2021). Using Model and Scientific Explanation of Eighth Grade Students. *CMU Journal of Education*, 5(1), 12–27. (in Thai)
- Srisa-ard, B. (2017). *Basic Research* (10th ed.). Bangkok : Suweeriyasan. (in Thai)
- Supasatwong, P., Sangsuwan, A., & Maneelam, P. (2020). The Development of Ability in Scientific Explanation on Electrochemistry of Grade 11 students by Using Model-Based Inquiry (mbi) Combining with Animations. In Boonmee, K. (Ed.), *Learning Innovation for Community Development. The 7th NEU National and International Conference 2020 (NEUNIC 2020)* (pp. 344–355). Northeastern University. (in Thai)
- Thongking, P. (2020). The Teacher's Role and Creating a Positive Learning Environment in the 21st Century Classroom. *CMU Journal of Education*, 4(1), 50–59. (in Thai)
- Wayo, W., Charoennukul, A., Kankaynat, C., & Konyai, J. (2020). Online Learning Under the COVID-19 Epidemic : Concepts and applications of teaching and learning management. *Regional Health Promotion Center 9 Journal*, 14(34), 285–298. (in Thai)
- Wisetsa, P., & Naruponjirakul, S. (2021). Development of Scientific Concept Formation Ability and Learning Achievement Using Inquiry-based Learning and Model-based Learning of Matthayomsuksa 1 Students. *Journal of Education Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University*, 4(162–176). (in Thai)
- Yu, Z. (2022). A meta-analysis and bibliographic review of the effect of nine factors on online learning outcomes across the world. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2457–2482.