Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus
Vol.36 No.2 May – August 2025, pp. 48-59

Research Article

The Effects of Model-based Learning Instruction in the Topic of Solution on Scientific Modeling Ability and Scientific Explanation Ability of Grade 8 Students in Triamudomsuksapattanakarn Phatthalung

Jirayut Khunakson*
M.Ed. (Science Education), Master's Student
School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University
Nuanjid Chawakeratipong
Ph.D. (Curriculum and Instruction), Associate Professor
School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University
Duongdearn Suwanjinda
Ph.D. (Science & Technology Education), Associate Professor
School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University
*Corresponding author: khunnew1994@gmail.com

Received: May 4, 2024/ **Revised:** November 8, 2024/ **Accepted:** November 18, 2024

Abstract

The purpose of this research was to compare the scientific modeling ability and scientific explanation ability of students before and after learning through model-based learning instruction, and to compare these results with those of students who learned through traditional instruction. The research sample consisted of 70 grade 8 students from 2 classrooms of Triamudomsuksapattanakarn Phatthalung School, obtained by cluster random sampling. One class was randomly assigned as an experiment group and another group was assigned as a control group. The research instruments were 1) lesson plans based on model-based learning instruction, 2) lesson plans based on traditional instruction, 3) a scientific modeling ability test, and 4) a scientific explanation ability test. The statistics used for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The research findings showed that the scientific modeling ability and scientific explanation ability of students who learned through model-based learning instruction were higher than their pre-learning counterpart abilities at the .05 level of statistical significance, and were higher than the students who learned through traditional instruction at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Model-Based Learning, Scientific Modeling, Scientific Explanation, Secondary Education

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2568, หน้า 48-59

บทความวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สารละลายที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุง

จิรยุทธ ขุนอักษร*
ศษ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา), นักศึกษาปริญญาโท
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์
ค.ด.(หลักสูตรและการสอน), รองศาสตราจารย์
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ดวงเดือน สุวรรณจินดา
ปร.ด.(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา), รองศาสตราจารย์
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
*ผู้ประสานงาน: khunnew1994@gmail.com

วันรับบทความ: 4 พฤษภาคม 2567/ **วันแก้ไขบทความ:** 8 พฤศจิกายน 2567/ **วันตอบรับบทความ:** 18 พฤศจิกายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนและหลังเรียน และเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุง จำนวน 70 คน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: แบบจำลองเป็นฐาน แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

บทนำ

การรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพัฒนาประชาชนในประเทศให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่สังคมที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: สสวท., 2564) บุคคลที่ได้ชื่อว่าเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือ ผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยจำเป็นต้องใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ ความรู้ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ สสวท.ได้กำหนดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบหนึ่งของการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์คือการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย เป็นความสามารถพื้นฐานของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญกับหลักฐาน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council : NRC, 1996) การระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเข้าใจยากจำเป็นต้องใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวช่วยในการอธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้น (Gilbert, 2004) แบบจำลองจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้ครูเข้าถึงการสร้างความเข้าใจของนักเรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้ (Acher & Sanmati., 2007)

จากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปี 2018 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (สสวท., 2564) ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD โดยมีนักเรียนร้อยละ 44 ที่มีความสามารถไม่ถึงระดับ 2 ซึ่งนักเรียนระดับนี้สามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและสามารถใช้ความรู้ดังกล่าวเพื่อระบุประเด็นต่างๆ ได้ แสดงว่านักเรียนดังกล่าวยังขาดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และเมื่อติดตามผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุง พบว่า คะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2563-2565 ต่ำกว่าระดับชาติ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่ำซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแก้ปัญหาดังกล่าวโดยเฉพาะความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาความสามารถดังกล่าวมีหลักสำคัญคือการให้นักเรียนทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่อยู่บนพื้นฐานของข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Osborne & Patterson, 2011) ดังนั้นการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง โดยต้องเปลี่ยนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model Based Instruction) มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยจัดการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการสร้างแบบจำลอง รู้จักเลือกใช้แบบจำลองที่เหมาะสม ได้มีการพัฒนา ทดสอบ แก้ไข หรือสร้างแบบจำลองใหม่ เพื่อให้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ และสอดคล้องกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การประเมินแบบจำลอง 3) การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง และ 4) การขยายแบบจำลอง (Faikhamta, 2020) การเรียนผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้อย่างนักวิทยาศาสตร์ ได้ทำการสืบค้นข้อมูลแล้วนำมาใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่ตัวเองสร้างเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Schwarz et al., 2009) รวมทั้งสามารถใช้แบบจำลองนั้นสร้างความเข้าใจ และใช้ในการสื่อสารความรู้ได้ (Supatchaiyawong, 2014, Harrison & Treagust, 2000; Schwarz et al., 2009) เนื้อหาเรื่อง สารละลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Office of the Basic Education Commission, 2017) เป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูง มุ่งเน้นให้เข้าใจลักษณะและสมบัติการละลายในระดับอนุภาค จึงทำให้นักเรียนมีปัญหาในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

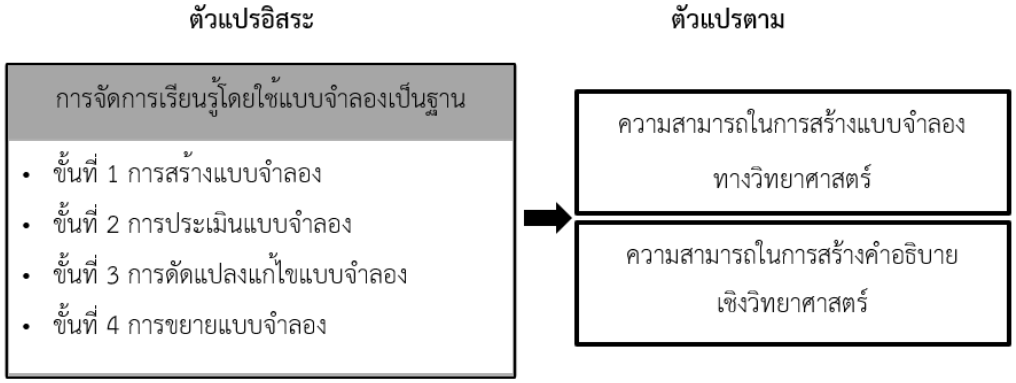
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยมีกรอบแนวคิดการวิจัยดังนี้

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 7 ห้องเรียน มีนักเรียน 252 คน ซึ่งจัดห้องเรียนโดยคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียน 70 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้ตัวชี้วัดเดียวกันทุกตัวชี้วัด อย่างเท่าเทียมกันตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ได้แก่ แผนที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย แผนที่ 2 สภาพละลายได้ของสาร และผลของชนิดของสารต่อสภาพละลายได้ของสาร แผนที่ 3 ผลของอุณหภูมิและความดันต่อสภาพละลายได้ของสาร และแผนที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลาย ผ่านการตรวจความตรงโดยการพิจารณาความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ ได้ค่าความตรงเท่ากับ 4.54

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สารละลาย ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเสนอวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีทั้งหมด 5 ขั้น

3.3 แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามแบบอัตนัยจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความตรงเท่ากับ 5 ความเที่ยง 0.88 ความยาก (p) ระหว่าง 0.55 - 0.65 และอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.41 - 0.52

3.4 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามแบบอัตนัยจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 6 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบความสามารถในการ

สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความตรงเท่ากับ 5 ความเที่ยง 0.90 ความยาก (p) ระหว่าง 0.58 - 0.73 และอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.27 - 0.52

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.2 ดำเนินการทดลอง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 18 ชั่วโมง ในกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.3 ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ภาพประกอบ 2

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

จากภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลาย ประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง นักเรียนวาดภาพแบบจำลองสารละลายที่ระบุความเข้มข้นในหน่วยร้อยละตามความเข้าใจเดิม 2) ขั้นประเมินแบบจำลอง นักเรียนทำกิจกรรมเตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละและประเมินว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือไม่ 3) ขั้นดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนสร้างแบบจำลองใหม่ที่มีความสมบูรณ์ขึ้น และ 4) ขั้นขยายแบบจำลอง นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปอธิบายความเข้มข้นของสารที่พบในชีวิตประจำวัน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent Sample)

5.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 1

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คะแนน	กลุ่มทดลอง (n=35)		กลุ่มควบคุม (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
ก่อนเรียน (24 คะแนน)	8.40	2.703	8.86	2.379	0.751	0.455
หลังเรียน (24 คะแนน)	17.69	3.359	9.37	2.568	11.635*	.000

*p <.05

จากตาราง 1 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 8.40 และ 8.86 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หลังเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 17.69 และ 9.37 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 2

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แยกตามองค์ประกอบ

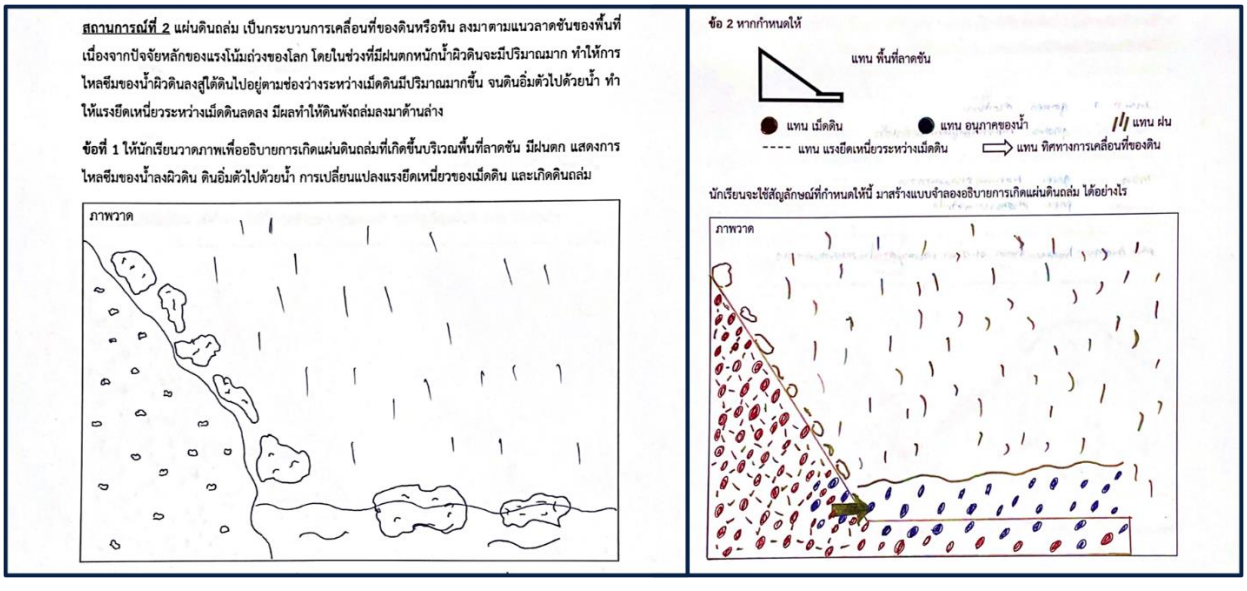
องค์ประกอบ	กลุ่มทดลอง (n=35)		กลุ่มควบคุม (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
1. การสร้างแบบจำลอง (10 คะแนน)	8.40	2.703	8.86	2.379	9.744*	.000
2. การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง (10 คะแนน)	7.60	1.440	3.86	0.845	13.269*	.000
3. การเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลอง (4 คะแนน)	2.94	0.948	2.00	1.138	3.784*	.000

*p <.05

จากตาราง 2 คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แยกตามองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแบบจำลอง มีคะแนนเฉลี่ย 7.14 และ 3.51 ตามลำดับ องค์ประกอบที่ 2 การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง มีคะแนนเฉลี่ย 7.60 และ 3.86 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 3 การเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลอง มีคะแนนเฉลี่ย 2.94 และ 2.00 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ

ภาพประกอบ 3

ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



จากภาพประกอบ 3 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์เรื่องแผ่นดินถล่ม ข้อที่ 1 การสร้างแบบจำลอง นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดแผ่นดินถล่มได้แต่ไม่สมบูรณ์โดยไม่แสดงการไหลซึมของน้ำสู่ผิวดิน และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน ข้อที่ 2 การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองได้สมบูรณ์

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ตาราง 3

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

คะแนน	ก่อนเรียน (n=35)		หลังเรียน (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
(24 คะแนน)	8.40	2.703	17.69	3.359	17.819*	.000

*p <.05

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 8.40 และ 17.69 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 4

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน แยกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	ก่อนเรียน (n=35)		หลังเรียน (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
1. การสร้างแบบจำลอง (10 คะแนน)	3.23	1.395	7.14	1.537	17.047*	.000
2. การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง (10 คะแนน)	3.43	0.948	7.60	1.440	14.766*	.000
3. การเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลอง (4 คะแนน)	1.74	1.197	2.94	0.938	5.274*	.000

*p <.05

จากตาราง 4 คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน แยกตามองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแบบจำลอง มีคะแนนเฉลี่ย 3.23 และ 7.14 ตามลำดับ องค์ประกอบที่ 2 การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง มีคะแนนเฉลี่ย 3.43 และ 7.60 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 3 การเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลอง มีคะแนนเฉลี่ย 1.74 และ 2.94 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่นักเรียนมีระดับความสามา รถสูงที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 2, องค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 1 ตามลำดับ

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 5

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คะแนน	กลุ่มทดลอง (n=35)		กลุ่มควบคุม (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
ก่อนเรียน (18 คะแนน)	9.31	2.220	8.97	1.992	0.680	0.499
หลังเรียน (18 คะแนน)	14.77	2.414	9.34	1.798	10.669*	0.000

*p <.05

จากตาราง 5 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 9.31 และ 8.97 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หลังเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 14.77 และ 9.34 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 6

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แยกตามองค์ประกอบ

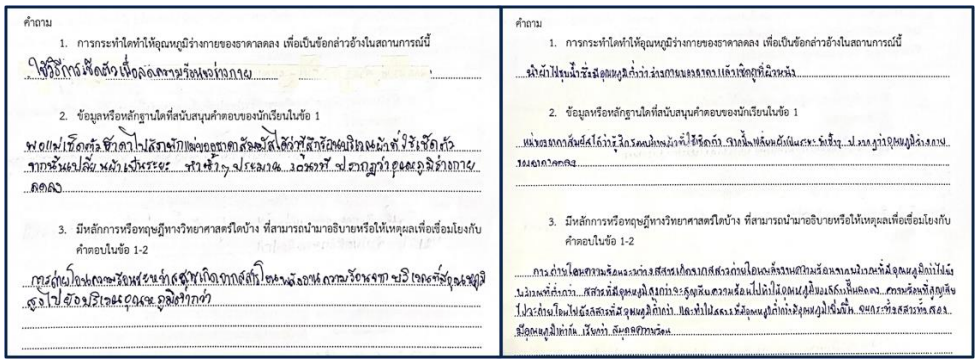
องค์ประกอบ	กลุ่มทดลอง (n=35)		กลุ่มควบคุม (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
1. ข้อกล่าวอ้าง (6 คะแนน)	5.49	0.743	4.34	0.998	5.434*	.000
2. หลักฐาน (6 คะแนน)	5.46	0.817	3.89	0.832	7.973*	.000
3. การให้เหตุผล (6 คะแนน)	3.83	1.424	1.11	0.900	9.531*	.000

*p <.05

จากตาราง 6 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แยกตามองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนเฉลี่ย 5.49 และ 4.34 ตามลำดับ องค์ประกอบที่ 2 หลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 5.46 และ 3.89 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 3 การให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ย 3.83 และ 1.11 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ

ภาพประกอบ 4

ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



จากภาพประกอบ 4 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สถานการณ์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน นักเรียนสามารถบอกข้อความที่เป็นข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์ รวมทั้งระบุ หลักฐาน และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ตาราง 7

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

คะแนน	ก่อนเรียน (n=35)		หลังเรียน (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
(18 คะแนน)	9.31	2.220	14.77	2.414	13.852*	.000

*p <.05

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 9.31 และ 14.77 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 8

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน แยกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	ก่อนเรียน (n=35)		หลังเรียน (n=35)		t	*Sig*
	M	SD	*M*	SD		
1. ข้อกล่าวอ้าง (6 คะแนน)	4.34	1.187	5.49	0.743	6.545*	.000
2. หลักฐาน (6 คะแนน)	3.91	0.887	5.46	0.817	9.309*	.000
3. การให้เหตุผล (6 คะแนน)	1.06	1.027	3.83	1.424	11.101*	.000

*p <.05

จากตาราง 8 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน แยกตามองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนเฉลี่ย 4.34 และ 5.49 ตามลำดับ องค์ประกอบที่ 2 หลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 3.91 และ 5.46 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 3 การให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ย 1.06 และ 3.83 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่นักเรียนมีระดับความสามารถสูงที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 1, องค์ประกอบที่ 2 และองค์ประกอบที่ 3 ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความสามารถสูงขึ้นในทุกองค์ประกอบ สอดคล้องกับสมติฐาน อภิปรายได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการสร้างแบบจำลองในขั้นต่างๆ จนกระทั่งได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (Buckley et al.,2004) โดยในแต่ละขั้นนักเรียนจะได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง มีกระบวนการที่ต้องประเมินว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายข้อสรุป หลักการ กฎ หรือผลการทดลองได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็จะต้องปรับปรุง หรือสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ โดยการ

จัดการเรียนรู้ดังกล่าวสอดคล้องกับองค์ประกอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง นักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดเดิมของตนเองโดยครูสร้างประเด็นปัญหากระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดและสื่อสารความเข้าใจของตนออกมาด้วยการวาดภาพ เช่น ครูกำหนดประเด็นให้นักเรียนวาดภาพลักษณะอนุภาคของสารละลายตามความรู้เดิม ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง นักเรียนจะทำกิจกรรมเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐาน หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ทำการทดลองโดยนำสารบริสุทธิ์ 2 ชนิด มาผสมกันให้ได้เป็นสารละลาย บันทึก เปรียบเทียบลักษณะที่สังเกตได้ นักเรียนจะเข้าใจความหมายและลักษณะอนุภาคของสารละลายที่ถูกต้อง จากนั้นสะท้อนความคิดผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่ กิจกรรมดังกล่าวเป็นการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในองค์ประกอบที่ 1 การสร้างแบบจำลอง และองค์ประกอบที่ 3 การเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลอง จากนั้นในขั้นที่ 3 ขั้นดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนจะได้ดัดแปลง แก้ไขแบบจำลอง โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนปรับแบบจำลองให้มีความเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นการพัฒนาในองค์ประกอบที่ 2 การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง นอกจากนี้นักเรียนจะได้นำเสนอเพื่ออภิปราย เปรียบเทียบ และวิพากษ์แบบจำลอง ระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ใช้หลักฐาน และเหตุผลใดในการปรับปรุง ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในองค์ประกอบที่ 3 การเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลอง ทำให้เกิดความรู้ใหม่ที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Chomchid (2009) Faikhamta & Supatchaiyawong (2014) และ Hamin Baek et al. (2011) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้เปรียบเทียบ อภิปราย แสดงข้อเสนอแนะ ร่วมกันตัดสินคุณภาพของแบบจำลอง ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่กล่าวว่า การสร้างความรู้ต้องอาศัยความรู้เดิมของแต่ละคนเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่ และทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญา (Cognitive constructivism) ตามแนวคิดของ Jean Piaget ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนไม่สามารถใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิมแก้ปัญหาและอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ ผู้เรียนจะใช้ความคิดและแสวงหาความรู้เพื่อให้ได้คำตอบทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง นักเรียนจะได้นำแบบจำลองที่ปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้นแล้วไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่นที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการขยายความรู้ให้กว้างยิ่งขึ้น และกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ได้หรือไม่ ควรจะปรับปรุงแก้ไขอย่างไร สอดคล้องกับทฤษฎีการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) ของ Thorndike

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ พบว่าองค์ประกอบที่นักเรียนมีระดับความสามารถสูงที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 2 การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกการใช้ข้อมูล หลักฐานสัญลักษณ์มาประกอบการสร้างแบบจำลองเพื่อพัฒนาแบบจำลองเดิมที่มีอยู่ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่ดีกว่าแบบจำลองเดิมอย่างไร จากผลการวิจัยและการอภิปรายผลแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยพัฒนาให้ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Supatchaiyawong (2013) ที่ทำการวิจัยและพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมที่ถูกต้องและถูกต้องบางส่วนจำนวนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Eiamboon (2020) ที่พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pradubmuk (2023) และงานวิจัยของ Kuatthai (2020) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความสามารถสูงขึ้นในทุกองค์ประกอบสอดคล้องกับสมติฐาน อภิปรายได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากมีขั้นกิจกรรมที่สอดคล้องกับองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ขั้นประเมินแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหลักฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง หรือศึกษาค้นคว้า เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง (Faikhamta, 2020) กระบวนการดังกล่าว ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของหลักฐาน สามารถระบุหลักฐานที่ถูกต้องและครบถ้วนต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (McNeill et al., 2006) เพราะในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนจะต้องใช้หลักฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้น (Bell & Linn, 2000) ในขั้นดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง ช่วยให้นักเรียนพัฒนาด้านการให้เหตุผล เนื่องจากในขั้นนี้นักเรียนจะได้ปรับปรุงแบบจำลองของตนให้สอดคล้องกับหลักฐาน นำมาอภิปรายเปรียบเทียบกับแบบจำลองของผู้อื่น (Schwarz et al., 2009) รวมทั้งเปรียบเทียบกับแบบจำลองเดิมของตนว่ามีการดัดแปลงอย่างไร มีเหตุผลใดในการปรับปรุง โดยให้เหตุผลที่ถูกต้องและครบถ้วนเพื่อเชื่อมโยงหลักฐาน ไปสู่การปรับปรุงแบบจำลองที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งแบบจำลองจะช่วยส่งเสริมศักยภาพในการใช้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์

ทางธรรมชาติอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนรู้จักเลือกหลักฐานและให้เหตุผลที่มีความเหมาะสมมาอ้างอิงในการตอบคำถามหรือสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Premkamol, 2015) และ (McNeill et al., 2006)

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่นักเรียนมีระดับความสามารถสูงที่สุด คือ ข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนใกล้เคียงกับ หลักฐาน เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนกลุ่มในการวิเคราะห์ อภิปราย ความสอดคล้องของแบบจำลองกับหลักฐานช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และระบุคำตอบที่เป็นข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องได้ รวมทั้งการสืบค้นข้อมูลทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของหลักฐานและสามารถระบุหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rattanapan (2022) ที่ทำการศึกษาแล้วพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ทำให้นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 73.03 โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างหรือตอบคำถามได้ถูกต้อง รวมทั้งสามารถระบุหลักฐานได้ถูกต้องและเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tarawan & Nuansri (2021) ที่ทำวิจัยแล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และงานวิจัยของ Premkamol, 2015 ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 3 การให้เหตุผล พบว่ามีคะแนนต่ำที่สุด อภิปรายได้ว่า ในกระบวนการเรียนรู้ยังมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นไม่เพียงพอ หรือไม่ชัดเจน รวมทั้งในการให้เหตุผลนักเรียนต้องใช้ความรู้ในเรื่องดังกล่าวประกอบ ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ให้กลายเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความสมบูรณ์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ก่อนจัดกิจกรรมครูควรเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยอธิบายวิธีการ จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน บทบาทของนักเรียนในกิจกรรม และบทบาทครูในการดำเนินกิจกรรม รวมถึงรูปแบบการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมากขึ้น

1.2 สถานการณ์ที่ใช้ควรเป็นสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้อง หรืออยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนให้ความสนใจ ที่สามารถทำให้นักเรียนแสดงแนวคิดเดิมที่มีออกมาให้ได้มากที่สุดผ่านการสร้างแบบจำลอง โดยเป็นสถานการณ์ที่ไม่ยากหรือซับซ้อนจนเกินไป

1.3 จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ครูควรทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลที่จะนำมาใช้เป็นเหตุผลในการอ้างอิงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น และควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์เชื่อมโยงถึงเหตุผลที่มีการปรับปรุงแบบจำลอง ให้นักเรียนรู้จักนำเสนอโดยแสดงเหตุผลเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองที่ปรับปรุงกับหลักฐานที่ค้นพบ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ยังพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการให้เหตุผล ได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงควรใช้วิธีการจัดการเรียนรู้นี้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้อื่นๆ เช่น การโต้แย้ง เพื่อกระตุ้นให้ เกิดการพัฒนาในด้านดังกล่าวให้ดียิ่งขึ้น

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีขั้นตอนที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐาน สอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ จึงอาจศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ เช่น ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลอง เป็นต้น

References

Acher, A., Arco, M. & Sanmati, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, *91*(3), 347-521

Bell, P. & M. C. Linn. (2000). Scientific argument as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, *22*(8), 797-817.

Buckley, C. B., Gobert J. D., Kindfield, C. H., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, D., & Willett, J. (2004) Model-Based Teaching and Learning with BioLogica™: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know?. *Journal of Science Education and Technology*, *13*(1) 23-41.

Chomchid, P. (2009). Teaching science using models. *IPST Magazine*, *38*(63), 33-34. [in Thai]

Eiamboon, S. (2020). *A Study of Creative Thinking and Constructing Scientific Model Ability for Twelfth Grade Students Using Model-Based Learning*. [Master' thesis, Burapha University]. [in Thai]

Faikhamta, C. (2020). *Strategies for Teaching Chemistry*. Chulalongkorn University Printing House. [in Thai]

Faikhamta, C., & Supatchaiyawong, P. (2014). Model-based Learning Instruction. *Journal of Kasetsart Educational Review*, *29*(3), 86-99. [in Thai]

Gilbert. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *2*(1), 115–130.

Hamin Baek, Christina Schwarz, Jing Chen, Hayat Hokayem, & Li Zhan. (2011). Engaging elementary students in scientific modeling: The MoDeLS fifth-grade approach and findings. Models and modeling: *Cognitive tools for scientific enquiry*, 195-218.

Harrison, A. G. and D. F. Treagust. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1011-1026.

Kuatthai, N. (2020). *Development Modelling Ability of Grade 10 Students in Biology by Model-based Learning.* [Master' thesis, Mahasarakham University]. [in Thai]

McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, *15*(2), 153-191

National Research Council. (1996). *National Science education standards*. National Academy Press.

Office of the Basic Education Commission (2017). *Indicators and core learning content Science learning subject group (Revised Edition B.E. 2017) according to the core curriculum Basic Education, B.E. 2008.* The Agricultural Co-Operative Federation of Thailand. [in Thai]

Osborne, J. F., & Patterson. (2011). Scientific argument and explanation: A Necessary Distinction?. *Science Education*, *95*(4), 627–38.

Pradubmuk, P. (2020). *Effect of Model-Based Learning Development Concepts and Ability to Create Scientific Weather Models on Grade 7 Students.* [Master' thesis, Valata Alongkorn Rajabhat University]. [in Thai]

Premkamol, S. (2015). *Effect of Model-Based Inquiry in Making Scicntific Explanation and Reasoning of lower secondary school students*, [Master' thesis, Chulalongkorn University]. [in Thai]

Rattanapan, P. (2022). *Online Model-Based Learning Activities on Scientific Explanation in Electrochemistry of Mathayomsuksa 5 Students*. [Master' thesis, Mahasarakham University]. [in Thai]

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Lisa Kenyon, Andres Ache´r, David Fortus, Yael Shwartz, Barbara Hug, & Joe Krajcik. (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.

Supatchaiyawong, P. (2013). *Using Model-Based Learning for Enhancing 10th Grade Student's Mental Models of Atomic Structure and Understanding the Nature of Models*, [Master' thesis, Kasetsart University]. [in Thai]

Tarawan, M. & Nuansri, M. (2021). The Development of Grade 6 Students' Scientific Explanation Ability in the topic of Natural Phenomenon and Geohazard using Model-Based learning Management, *Journal of Roi Kaensarn Academi*, *6*(6), 20-33. [in Thai]

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). *PISA 2018 Mathematics and Science Assessment Results*. IPST. [in Thai]