

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมที่มีต่อแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร*

THE EFFECT OF MODEL-BASED LEARNING MANAGEMENT IN THE TOPIC OF CHROMOSOME AND GENETICS MATERIALS ON MENTAL MODEL AND LEARNING ACHIEVEMENT OF GRADE 10 STUDENTS AT PRANKRATIA PITTAYAKOM SCHOOL IN KAMPHAENG PHET PROVINCE

กฤษณะ ทศเนียนนท์¹, ดวงเดือน สุวรรณจินดา² และ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป³
Kritsana Tasaniyanon¹, Duongdearn Suwanjinda² and Jurarat Thammaprteep³

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช¹

อาจารย์ประจำหลักสูตร หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช^{2,3}
Master's Student, Master of Education in Science Education, Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand¹

Faculty member of the Doctoral Program in Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand.^{2,3}

Corresponding Author's Email: 2652000213@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จำนวน 2 ห้องเรียน 79 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 40 คนและกลุ่มควบคุม จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดแบบจำลองทางความคิด มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 และ

* Received 12 December 2025; Revised 19 December 2025; Accepted 2 January 2026

3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบจำลองทางความคิดหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) แบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, แบบจำลองทางความคิด, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare the mental model of grade 10 students who learned the model-based-learning management and students who learned the traditional management 2) compare the learning achievement of grade 10 students who learned the model-based-learning management and students who learned the traditional management and 3) examined the relationship between mental model and learning achievement of grade 10 students who learned the model-based-learning management. Sample consisted of 79 grade 10 students from two classrooms of Prankratai Pittayakhom School, obtained by cluster random sampling. Participants were assigned to an experimental group (n = 40) and a control group (n = 39). The research instrument were 1) 6 lesson plans, 2) a Mental model evaluation had a reliability coefficient of 0.80, and 3) a learning achievement test had a reliability coefficient of 0.82. The statistics used for data analysis were the mean, standard deviation, t-test and Pearson Correlation Coefficient.

The research finding showed that 1) the mental model of the students who learned through the model-based-learning management was higher than those of the students who learned through the traditional management at the .05 level of statistical significance, 2) the learning achievement of the students who

learned through the model-based-learning management was higher than those of the students who learned through the traditional management at the .05 level of statistical significance, and 3) mental model and their post-management learning achievement, under model-based learning, were found to be significantly correlated at the .05 level of statistical significance. with the correlation being of a moderate magnitude.

Keywords: Model-based-learning management, Mental model, Learning achievement

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้พลิกโฉมรูปแบบการเรียนรู้ไปสู่การเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนสามารถรับมือกับความท้าทายในโลกอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA มุ่งเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2025 แบ่งออกเป็นหลายด้านหนึ่งในนั้นคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อเท็จจริง แนวคิดหลักและทฤษฎีสำคัญที่เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการระบุสร้างแบบจำลองและประเมินแบบจำลองของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2568) จากกรอบการประเมิน แสดงให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องได้รับการพัฒนาในตัวนักเรียนซึ่งเชื่อมโยงกับการสร้างแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบจำลองทางความคิด คือ ตัวแทนทางความคิดที่สะท้อนสิ่งที่บุคคลสนใจมีลักษณะเฉพาะและแตกต่างกันไปในแต่ละคน ซึ่งสามารถถ่ายทอดผ่านภาษา สัญลักษณ์ ไดอะแกรมหรือสมการได้ ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางความคิดช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดนามธรรมได้ชัดเจนโดยเฉพาะในวิชาชีววิทยา เช่น เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างระดับโมเลกุลที่มองไม่เห็นโดยตรง การใช้แบบจำลองจึงช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเหล่านี้เป็นอย่างดีเป็นรูปธรรมมากขึ้น ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถและทักษะทางสติปัญญาที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยแบบจำลองทางความคิดมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะช่วยเชื่อมโยงแนวคิดนามธรรมให้เป็นรูปธรรมและส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหา ทฤษฎีและปรากฏการณ์ต่าง ๆ มากขึ้นอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม ผลการประเมิน PISA ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย ตั้งแต่ปี 2012–2022 มีแนวโน้มคงที่และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD โดยในปี 2022 พบว่า ร้อยละ 30.8 ของนักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับพื้นฐาน (ระดับ 2) และร้อยละ 45.8 ต่ำกว่าระดับ 2 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) รวมทั้งผลสอบ O-NET วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2567 ของโรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม มีค่าเฉลี่ยเพียง 27.96 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในทุกมิติ โดยเฉพาะสาระพันธุศาสตร์มีผลการประเมินอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2568) ยิ่งไปกว่านั้นจากการสะท้อนผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) พบว่า จัดการเรียนรู้ในปัจจุบันไม่สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง มีประสิทธิภาพในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ประกอบกับปัจจุบันยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรนี้อยู่ค่อนข้างน้อย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมที่มีต่อแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร อันจะช่วยขยายองค์ความรู้และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

สมมติฐานการวิจัย

1. แบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. แบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสัมพันธ์กัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยเก็บข้อมูลเฉพาะหลังการจัดการเรียนรู้

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียน 119 คน โดยเป็นนักเรียนห้องเรียนปกติแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม, 2568)

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียน 79 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คนและกลุ่มควบคุม จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

3. เครื่องที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 6 แผน รวมเวลา 18 ชั่วโมง

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน รวมเวลา 18 ชั่วโมง

3.3 แบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนวาดภาพและอธิบายประกอบ จำนวน 7 ข้อ

3.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4.1.1 ศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง คำอธิบายรายวิชา หลักสูตรสถานศึกษา ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมและรายละเอียด ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4.1.2 กำหนดขอบเขตเนื้อหา เวลาเรียนและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 6 แผน รวมเวลา 18 ชั่วโมง

4.1.3 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

4.1.4 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบและประเมินพบว่ามีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยเฉลี่ย 4.70 อยู่ในระดับมากที่สุด

4.1.5 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.2.1 ศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง คำอธิบายรายวิชา หลักสูตรสถานศึกษา ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมและรายละเอียด ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

4.2.2 กำหนดขอบเขตเนื้อหา เวลาเรียนและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 6 แผน รวมเวลา 18 ชั่วโมง

4.2.3 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

4.2.4 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบและประเมินพบว่ามีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยเฉลี่ย 4.71 อยู่ในระดับมากที่สุด

4.2.5 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4.3 แบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

4.3.1 ศึกษาตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษา วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชาจากหลักสูตรสถานศึกษา

4.3.2 สร้างแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่ประกอบด้วยข้อคำถามที่ให้นักเรียนวาดภาพสองมิติพร้อมอธิบายแบบจำลองทางความคิดของตนเอง จำนวน 7 ข้อ

4.3.3 สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนโดยปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำลองทางความคิดจาก โปธิดศักดิ์ โปธิเสนและชาติรี ฝ่ายคำตา (2558) ประกอบด้วย 1) ระดับแบบจำลองทางความคิดถูกต้องสมบูรณ์ 2) ระดับแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์

แต่ถูกต้องบางส่วน 3) ระดับแบบจำลองทางความคิดถูกต้องหรือสมบูรณ์อย่างไรอย่างหนึ่งและ
4) ระดับแบบจำลองทางความคิดไม่ถูกต้องสมบูรณ์

4.3.4 เสนอแบบวัดแบบจำลองทางความคิดต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ
ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อพิจารณาความสอดคล้องและวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
พบว่าผ่านเกณฑ์จำนวน 7 ข้อ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

4.3.5 ทดลองใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 38 คน แล้ววิเคราะห์คุณภาพ พบว่า มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.80 ค่าความยากอยู่
ระหว่าง 0.58 - 0.72 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40-0.60 ผ่านเกณฑ์คุณภาพทั้ง 7 ข้อ

4.3.6 ปรับปรุงแบบวัดแบบจำลองทางความคิดแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บ
รวบรวมข้อมูลต่อไป

4.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

4.4.1 ศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์ผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาจากตัวชี้วัดและสาระ
การเรียนรู้แกนกลาง คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชาจากหลักสูตรสถานศึกษา

4.4.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และกำหนดสัดส่วนของแบบทดสอบและสร้าง
แบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 44 ข้อ

4.4.3 เสนอแบบทดสอบต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3
ท่าน เพื่อพิจารณาและวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าผ่านเกณฑ์จำนวน 43 ข้อ
โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

4.4.4 ทดลองใช้แบบทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35
คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.82 ค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.23 -
0.71 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.40 ผ่านเกณฑ์จำนวน 37 ข้อ

4.4.5 คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพจำนวน 35 ข้อจัดทำ
เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแบบปกติ
จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและขออนุญาตสถานศึกษาเพื่อเก็บข้อมูล

5.2 จัดการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้แก่กลุ่ม
ทดลองและจัดการเรียนรู้แบบปกติให้แก่กลุ่มควบคุม ทั้ง 6 แผน รวมเวลา 18 ชั่วโมง

5.3 ทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบวัดแบบจำลองทางความคิดและ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4 นำผลการทดสอบที่ได้จากแบบวัดแบบจำลองทางความคิดและ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 เปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วย สถิติ t - test for Independent Sample

6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วย สถิติ t - test for Independent Sample

6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ผลการวิจัย

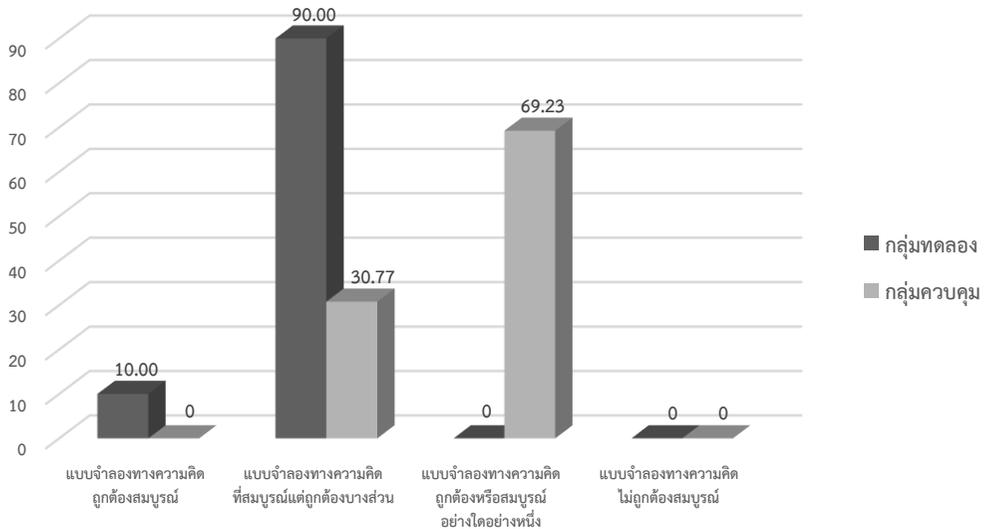
1. การเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงดังตารางที่ 1 - 2

ตารางที่ 1 ระดับแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

กลุ่มตัวอย่าง	ระดับแบบจำลองทางความคิด (คน)			
	แบบจำลองทางความคิดถูกต้องสมบูรณ์	แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์แต่ถูกต้องบางส่วน	แบบจำลองทางความคิดถูกต้องหรือสมบูรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง	แบบจำลองทางความคิดไม่ถูกต้องสมบูรณ์
กลุ่มทดลอง (n = 40)	4 (10.00%)	36 (90.00%)	-	-
กลุ่มควบคุม (n = 39)	-	12 (30.77%)	27 (69.23%)	-

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 40) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10 มีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในระดับแบบจำลองทางความคิดถูกต้องสมบูรณ์ จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 90 มีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในระดับแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์แต่ถูกต้องบางส่วน ขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุม (n = 39) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 มีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในระดับแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์แต่ถูกต้องบางส่วนและ

จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 69.23 มีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในระดับแบบจำลองทางความคิดถูกต้องหรือสมบูรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ร้อยละระดับแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครโมโซม และสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ					
	n	\bar{X}	S.D.	df	t	p
กลุ่มทดลอง (21 คะแนน)	40	15.13	1.71	77	11.175*	.000
กลุ่มควบคุม (21 คะแนน)	39	9.62	2.59			

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนแบบจำลองทางความคิดเท่ากับ 15.13 (S.D. = 1.71) สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 9.62 (S.D. = 2.59) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 11.175, p = .000$) สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ					
	n	\bar{X}	S.D.	df	t	p
กลุ่มทดลอง (35 คะแนน)	40	25.20	3.90	77	5.121*	.000
กลุ่มควบคุม (35 คะแนน)	39	21.26	2.84			

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 25.20 (S.D. = 3.90) สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 21.26 (S.D. = 2.84) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 5.121, p = .000$) สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ				
	\bar{X}	S.D.	n	r	p
แบบจำลองทางความคิด หลังเรียน	15.13	1.71	40	.533*	.000
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน	21.26	3.90			

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ .533 โดยมีค่าระดับนัยสำคัญ .000 ซึ่งต่ำกว่าระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าคะแนนแบบจำลองทางความคิดและ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3

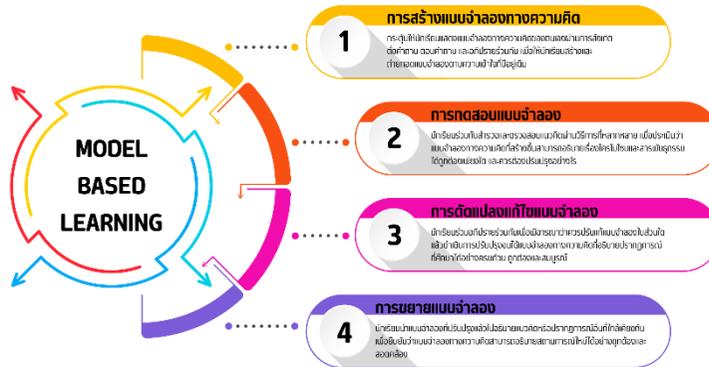
อภิปรายผล

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในระดับแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์แต่ต้องบางส่วน ขณะที่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในระดับแบบจำลองทางความคิดถูกต้องหรือสมบูรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีแบบจำลองทางความคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เป็นเพราะ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเน้นให้นักเรียนสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ด้วยตนเองผ่านการสร้างแบบจำลองโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลานประสพการณ์เดิมกับประสพการณ์ใหม่ นำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้และประเมิน จนสามารถพัฒนาปรับปรุงและขยายแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องหรือแตกต่างออกไป (Buckley et al, 2004) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริมล มาฆทาน (2563) ที่ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดโดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียน พบว่านักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ Bamberger (2011) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลต่อความสามารถในการใช้ทักษะการสร้างแบบจำลองในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้มากขึ้นเพียงใดซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการใช้แบบจำลองได้ดีขึ้น

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ด้วยตนเองผ่านการสร้างแบบจำลองซึ่งเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการหรือระบบที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อเท็จจริง ช่วยให้เข้าใจแนวคิดได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จและมีความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2557) สอดคล้องกับ ศิรินทรา บุษราคัม (2566) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. แบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 กล่าวคือ นักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้นย่อมสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นและส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย การใช้แบบจำลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดและเกิดความเข้าใจเชิงลึกต่อสิ่งที่ศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ขณะที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก บรรยากาศเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง รวมทั้งสามารถใช้แบบจำลองอธิบายแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยให้เข้าใจแนวคิดนามธรรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Atikah et al. (2025) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางความคิดกับกรอบความคิดทางเคมีของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวกแต่ค่อนข้างอ่อนระหว่างแบบจำลองทางความคิดและกรอบความคิดทางเคมีซึ่งเชื่อมโยงถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ ผู้ที่มีแบบจำลองทางความคิดดีอาจมีกรอบความคิดที่ดีด้วยเช่นกัน แต่ผลการวิจัยกลับไม่สอดคล้องกับ กิรติ แจ่มชะไว (2566) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองร่วมกับสื่อ Stop-motion ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสร้างแบบจำลองซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองด้วยสื่อ Stop-motion ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะการสร้างแบบจำลองในเชิงสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการวิจัยนี้กำหนดรูปแบบการแสดงออกของแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน 2 แบบคือ แบบภาพและแบบภาพผสมภาษา ซึ่งเหมาะกับเนื้อหาที่มีความนามธรรมอย่างโครโมโซมและสารพันธุกรรม ช่วยให้นักเรียนเห็นโครงสร้างและความเชื่อมโยงของแนวคิดได้ชัดเจนขึ้น การใช้แบบจำลองสองมิติพร้อมคำอธิบาย จึงเป็นเครื่องมือหลักที่ใช้งานง่ายและเหมาะกับนักเรียนทุกคน นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งช่วยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ปรับแก้และขยายแบบจำลองของตนเอง เมื่อพบข้อมูลใหม่ที่ขัดแย้งกับความเข้าใจเดิมก็ได้รับการช่วยเหลือจากเพื่อนและครูในการปรับความเข้าใจให้ถูกต้อง ดังนั้นทั้งรูปแบบการแสดงออกของแบบจำลองทางความคิดและการเรียนรู้แบบร่วมมือจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและทำให้ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

องค์ความรู้ใหม่



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองผ่านการสร้างแบบจำลอง โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีการใช้ ปรับปรุงแบบจำลองแล้วขยายแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดควบคู่ไปกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป/ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีแบบจำลองทางความคิดสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) แบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง **ข้อเสนอแนะ** ประกอบด้วย **ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้** 1) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ดังนั้นครูผู้สอนจึงสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดควบคู่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูควรชี้แจงให้นักเรียนรู้จักการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานก่อน เช่น การจัดการเรียนรู้

ประกอบด้วยทั้งขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนมีการจัดกิจกรรมอย่างไร 3) ก่อนการจัดการเรียนรู้ ควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนว่า “แบบจำลอง” คือ ตัวแทนความคิดความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อแนวคิดที่กำลังศึกษาและเป็นสิ่งที่นักเรียนจะต้องสร้างและแสดงออกมาด้วยตนเองเพราะมีนักเรียนบางส่วนที่เข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานคือการสอนที่ใช้แบบจำลองเป็นสื่อการสอน 4) ในขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด ควรกระตุ้นให้นักเรียนพยายามสร้างและแสดงแบบจำลองทางความคิดด้วยตนเองตามความรู้ ความเข้าใจมากกว่าที่จะวาดภาพตามรูปที่นักเรียนค้นคว้าหรือสืบค้นได้จากแหล่งต่าง ๆ และในระหว่างการทำกิจกรรมในทุกขั้นตอนครูควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการสร้างแบบจำลอง ควรสังเกตและกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมกลุ่มให้มากที่สุดและ 5) ควรเพิ่มเวลาในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแนวคิดให้มากยิ่งขึ้นทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้าง ทดสอบ ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้มากที่สุดเพื่อให้ได้แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์เพื่อใช้ในการอธิบายแนวคิดนั้น ๆ **ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป** การวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ แต่จากการวิจัยผู้วิจัยพบว่าในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นรูปแบบการสอนที่ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดอย่างเป็นระบบ มีการสื่อสารระหว่างกันของสมาชิกภายในกลุ่ม ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาในตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดเชิงระบบ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์และการสื่อสาร เป็นต้น ซึ่งรูปแบบการสอนนี้อาจจะสามารถพัฒนาตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ได้

เอกสารอ้างอิง

- กิริติ แจ่มชะไว. (2566). การศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองด้วยสื่อเคลื่อนไหว Stop-motion ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสร้างแบบจำลอง เรื่อง การส่งกระแสประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช, 36(1), 54-71.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model-Based-Learning. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 29(3), 86-98.
- โพธิศักดิ์ โพธิเสน และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. ใน รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรินทรา บุษราคม. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สารบริสุทธิ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง

- วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ในรายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2567). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2567: โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม. (อินเทอร์เน็ต). เรียกใช้เมื่อ 25 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/2989>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี – PISA Thailand. (2566). PISA results. (อินเทอร์เน็ต). เรียกใช้เมื่อ 15 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2568). กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์. เรียกใช้เมื่อ 15 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th>
- สิริมล มาฆทาน. (2563). การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. ใน รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- Atikah, A., Habiddin, H., Nazriati, N., & Basimin, M. Q. (2025). Students' Mental Model in Understanding Chemical Bonding and Its Correlation with Chemistry Mindset. *Substantia*, 9(2), 75–82.
- Bamberger, Y. (2011). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213–238.
- 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 BioLogica™: What do they learn? How do they learn? How do we know?. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23–41.