



วารสารอิเล็กทรอนิกส์  
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 15, No. 2, 2020. Article ID: OJED-15-02-039  
Article Info: Received 14 October, 2020; Revised 14 October, 2020; Accepted 16 October, 2020

**OJED**  
An Online Journal  
of Education  
[www.tci-thaijo.org/index.php/OJED](http://www.tci-thaijo.org/index.php/OJED)

การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วย  
รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

Development of Scientific Modeling Ability of Lower Secondary School Students  
through the Predict Share Observe Explain Instructional Model

จรรยา กิจเจริญปัญญา  
Jarupa Kitcharoenpanya  
พรเทพ จันทร์อุกฤษฎ์  
Pornthep Chantraukrit

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายโดยการวัดซ้ำ 4 ครั้ง กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง ได้แก่ โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 50.24 คิดเป็นร้อยละ 83.73 อยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คิดเป็นร้อยละ 76.6 อยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์, รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

(กิตติกรรมประกาศ: งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต)

\*นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*Graduate Student of Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University  
E-mail Address: jarupa.cu@gmail.com

\*\*อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\*Lecturer of Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University  
E-mail Address: pornthep.ch@chula.ac.th

## Abstract

This study was a pre-experimental research, making use of a one-group pretest-posttest time-series design. The purposes of this study were 1) to study the scientific modeling ability of lower secondary school students who learned through the predict-share-observe-explain instructional model 2) to compare scientific modeling ability of lower secondary school students who learned through the predict-share-observe-explain instructional model during the learning by repeated measurements 4 times. The target group was 25 students, grade 7 students of a demonstration school in Bangkok who studied in the first semester of academic year 2020. The research instrument is predict-share-observe-explain instructional model lesson plans. The research instruments for collecting data were 1) a scientific modeling ability test 2) a scientific modeling ability assessment and 3) predict-share-observe-explain instructional model lesson plans. The research results were as follows: 1) the scientific modeling ability of the students who learned through the predict share observe explain instructional model was higher than before the experiment and rated at an excellent level at percentage of 83.73 at .05 level of significance; 2) the mean of the assessment of modeling ability score from the four measurements was not statistically significant at the .05 level and rated at a good level at percentage of 76.6.

*Keywords:* predict share observe explain instructional model, scientific modeling ability

## บทนำ

การปลูกฝังให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาให้นักเรียนให้บรรลุเป้าหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Chang, 2008) ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเพื่อช่วยอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น แบบจำลองยังเป็นเครื่องมือในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สามารถช่วยในการปรับปรุงการสร้างคำอธิบาย การทำนาย และเป็นตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรม (Treagust et al., 2003) จากการศึกษาของ Khan (2011) ได้ศึกษารูปแบบการสอน GEM (Generate-Evaluate-Modify: GEM) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Teaching: MBT) โดยสังเกตการสอนของครูที่ใช้รูปแบบการสอน GEM ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในชั้นเรียน พบข้อจำกัด คือ ในขั้นตอนสร้างแบบจำลองนักเรียนได้สร้างแบบจำลองเริ่มต้น แต่ยังไม่ได้มีการอธิบาย และปรับปรุงแบบจำลองเริ่มต้นของตนเอง ไม่มีการเปรียบเทียบแบบจำลองกับผู้อื่น และไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองกับเพื่อนในชั้นเรียนทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้แบบจำลองที่หลากหลาย จากสภาพปัญหาดังกล่าว การเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ การใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ยาวนานขึ้น เนื่องจากนักเรียนจะได้สำรวจ ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ก่อนที่จะมีการอธิบายสรุปความรู้ ประกอบด้วย การสอน 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย (predict stage) เป็นขั้นที่นักเรียนได้วาดแบบจำลองเพื่อทำนายปรากฏการณ์ ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (share stage) เป็นขั้นที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดของตนเอง ผ่านการพูดคุยกันกับเพื่อน ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (observe stage) เป็นขั้นที่นักเรียนวาดแบบจำลองที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (explain stage) เป็นขั้นที่นักเรียนใช้เหตุผล เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกต นักเรียนจะได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจากการใช้หลักฐานสนับสนุน (Brown & Concannon, 2016) นอกจากนี้ในการสอนขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และ ขั้นที่ 4 นักเรียนจะได้ร่วมมือรวมพลัง

(collaborate) แลกเปลี่ยนความคิดทางวิทยาศาสตร์ และได้ทำงานร่วมกัน การใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถช่วยให้นักเรียนเพิ่มเติม และเปลี่ยนแนวคิดเริ่มต้นผ่านการสะท้อนตนเอง และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนได้โดยการทำงานเป็นทีม จากแนวคิด และเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเห็นได้ว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในยุคปัจจุบัน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบทำนายแลกเปลี่ยนความคิดสังเกตอธิบาย น่าจะเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และเพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

### วัตถุประสงค์

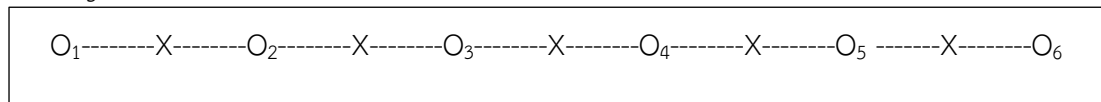
1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายโดยการวัดซ้ำ 4 ครั้ง

### วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (one-group pretest-posttest time-series design)

#### ภาพ 1

แสดงรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (one-group pretest-posttest time-series design)



$O_1$  หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน

$X$  หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

$O_2$  หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1

$O_3$  หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2

$O_4$  หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3

$O_5$  หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4

$O_6$  หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน

### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง (purposive sampling) ได้แก่ โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร และเลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายแบบการสุ่มแบบอย่างง่าย (simple random sampling) โดยการจับสลากจากห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 25 คน ซึ่งนักเรียนโรงเรียนกลุ่มสาธิตเป็นโรงเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับนานาชาติ แต่

แนวโน้มของคะแนนการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ลดลง และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นระดับชั้นเริ่มต้นของชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการพัฒนาให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นอกจากนี้การส่งเสริมกระบวนการสร้างแบบจำลองในระดับชั้นเริ่มต้นมีความสำคัญ (Acher et al., 2007) และในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ มีทักษะ และเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นต่อไป (โกเมศ นาแจ้ง, 2554)

## 2. การสร้างเครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ได้แก่

**2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง** ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย เรื่อง สารบริสุทธิ์ ศึกษาเนื้อหาจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อวิเคราะห์ประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงระยะเวลา จำนวนคาบเรียน และประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารบริสุทธิ์ ซึ่งจัดทำแผนการเรียนรู้ทั้งหมด 10 แผน และจำนวนระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 20 คาบเรียน ให้ครอบคลุมประเภทของแบบจำลองทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ 2) แบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงโมโนทัศน์ โดยในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทจัดเรียงตามลำดับเนื้อหา และความเหมาะสมของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองประเภทต่าง ๆ จากนั้นนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาสาระและความถูกต้องของภาษา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่รวบรวมได้จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับแก้ไข

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบสอบอัตนัยที่กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ จำนวน 4 ข้อ จำนวน 2 ชุด ได้แก่ แบบสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นแบบสอบคู่ขนาน ซึ่งใช้วัดความรู้ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ 2) แบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงโมโนทัศน์ โดยมีลักษณะเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์ และข้อความคำถามเพื่อให้นักเรียนเขียนตอบแสดงเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การปรับปรุงแบบจำลอง จากนั้นนำแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ด้วยการพิจารณา

ความสอดคล้องระหว่างลักษณะข้อคำถาม ในข้อสอบกับวัตถุประสงค์ของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจน และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ผลการตรวจสอบพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบ 2 ฉบับของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 แบบสอบฉบับก่อนเรียน และแบบสอบฉบับหลังเรียน มีความเที่ยงของแบบสอบ เท่ากับ 0.72 และ 0.81 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความเป็นคู่ขนานกัน

2.2.2 แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบประเมินที่ใช้ สำหรับประเมินความสามารถในกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดของ Baek et al. (2011) Papaevripidou et al. (2014) และ Schwarz et al. (2009) รายการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง และ 4) การปรับปรุงแบบจำลอง เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ให้ องค์ประกอบที่สามารถวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองได้อย่างครอบคลุม แบบประเมินฉบับนี้นำไปใช้ เพื่อประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ 4 ครั้ง ประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมิน ใช้ประเมินร่วมกับใบกิจกรรมที่นักเรียนใช้ในการบันทึก การทำกิจกรรมจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์แบบแยกประเด็น (analytic rubrics) แบ่งระดับคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ คือ 3 คะแนน 2 คะแนน และ 1 คะแนน นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมิน รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของการใช้ภาษา และความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน ผลการตรวจสอบพบว่าค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นนำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย โดยนำแบบประเมินนี้ไปใช้ใน การให้คะแนนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับผู้เชี่ยวชาญอีก 1 ท่าน เพื่อประเมินมา ตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (inter-rater reliability) ระหว่างผู้ทำวิจัย และผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) ค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน เท่ากับ 0.995-1.000 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยแบ่งการดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนการทดลอง 2) ขั้นการดำเนินการทดลองและการเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง และ 3) ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 3.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนการทดลอง

เตรียมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายก่อนการทดลองสอนด้วยรูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต โดยผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเข้าใจประเด็น ดังต่อไปนี้

3.1.1 ลักษณะการเรียนรู้ การจัดกิจกรรม และบทบาทของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

3.1.2 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและประเภทของ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ความหมาย องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

### 3.2 ขั้นการดำเนินการทดลองและการเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

3.2.1 วัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน

3.2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายเป็นเวลา 6 สัปดาห์ จำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในการเรียนการสอนจัดกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ และละเพศ จำนวนกลุ่มละเท่า ๆ กัน เนื่องจากกลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ จัดกลุ่มให้ละเพศหญิง และเพศชายจำนวนเท่า ๆ กัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

3.2.3 ประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองในระหว่างการจัดการเรียนรู้ 4 ครั้ง เป็นรายบุคคลโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินการปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง และ 4) การปรับปรุงแบบจำลอง โดยเรียงลำดับประเภทของแบบจำลองวิทยาศาสตร์ตามลำดับเนื้อหาตามบทเรียน ความเหมาะสมของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองประเภทต่าง ๆ

### 3.3 ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

วัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ได้จากคะแนนการประเมิน 2 ส่วน ได้แก่ 1) คะแนนจากแบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดก่อนและหลังเรียน และ 2) คะแนนจากแบบประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

1) นำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ( $M$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) เพื่อประเมินคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบที ( $t$ -test for dependent samples) กำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) ที่ระดับ .05

2) คะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการวัดระหว่างเรียน 4 ครั้ง มาวิเคราะห์ผลเพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกองค์ประกอบ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การปรับปรุงแบบจำลอง นำคะแนนวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อมีการวัดซ้ำ (repeated measures ANOVA) แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) ดังนี้

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| ร้อยละ 80 ขึ้นไป | คือ ระดับดีมาก       |
| ร้อยละ 65-79     | คือ ระดับดี          |
| ร้อยละ 50-64     | คือ ระดับพอใช้       |
| ต่ำกว่าร้อยละ 50 | คือ ระดับควรปรับปรุง |

## ผลการวิจัย

จากการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนจากแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ใช้ประเมินความรู้ของนักเรียนในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเมินเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 25 คน มีคะแนนเต็ม 60 คะแนน ได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1

ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียน

| การทดสอบ  | <i>M</i> | <i>M</i> <sub>ร้อยละ</sub> | <i>SD</i> | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>p</i> |
|-----------|----------|----------------------------|-----------|----------|-----------|----------|
| ก่อนเรียน | 41.00    | 68.33                      | 8.89      | 5.55     | 24        | 0.001*   |
| หลังเรียน | 50.24    | 84.00                      | 4.47      |          |           |          |

\*  $p < .05$

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนโดยใช้สถิติทดสอบที (*t*-test for dependent samples) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 50.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.47 คะแนน อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 1

จากนั้นนำคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างมาวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ครั้ง

| Source | <i>M</i> | <i>M</i> <sub>ร้อยละ</sub> | <i>SD</i> |
|--------|----------|----------------------------|-----------|
| Time 1 | 4.08     | 80.17                      | 0.40      |
| Time 2 | 3.84     | 76.76                      | 1.40      |
| Time 3 | 4.32     | 81.33                      | 0.80      |
| Time 4 | 4.36     | 81.00                      | 0.86      |

นอกจากนี้ผู้วิจัยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะ compound symmetry ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ซึ่งเป็นการทดสอบความเท่ากันของระดับความสัมพันธ์ระหว่างการวัดแต่ละครั้ง และความแปรปรวนของการวัดแต่ละครั้ง โดยใช้ Mauchly's test of sphericity ก่อนการวิเคราะห์แตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองแต่ละด้านในการวัด 4 ครั้ง หากผลการวิเคราะห์พบว่า

เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมมีลักษณะเป็น compound symmetry ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองแต่ละด้านในการวัด 4 ครั้ง โดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบ sphericity assumed แต่หากพบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมมีลักษณะไม่เป็น compound symmetry ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองแต่ละด้านในการวัด 4 ครั้ง โดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Greenhouse-Geisser ได้ผลดังตาราง 3

**ตาราง 3**

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองในการวัดแต่ละครั้ง

| แหล่งความแปรปรวน (Source)                                                            | SS    | df    | MS    | F    | p   | $\eta_p^2$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|-----|------------|
| 1. ด้านการสร้างแบบจำลอง                                                              |       |       |       |      |     |            |
| การวัด (Time)                                                                        | 4.72  | 3     | 1.57  | 4.08 | .01 | .15        |
| ความคลาดเคลื่อน (Error)                                                              | 27.78 | 72    | 0.39  |      |     |            |
| Mauchly's test of sphericity : $\chi^2(5) = 9.78$ . $p = .08$ , Mauchly's W = 0.65   |       |       |       |      |     |            |
| 2. ด้านการใช้แบบจำลอง                                                                |       |       |       |      |     |            |
| การวัด (Time)                                                                        | 0.56  | 2.24  | 0.25  | 0.90 | .42 | .04        |
| ความคลาดเคลื่อน (Error)                                                              | 14.94 | 72    | 53.80 |      |     |            |
| Mauchly's test of sphericity : $\chi^2(5) = 12.57$ . $p = .03$ , Mauchly's W = 0.58  |       |       |       |      |     |            |
| 3. ด้านการประเมินแบบจำลอง                                                            |       |       |       |      |     |            |
| การวัด (Time)                                                                        | 7.44  | 1.61  | 4.63  | 3.88 | .04 | .14        |
| ความคลาดเคลื่อน (Error)                                                              | 46.06 | 38.61 | 1.19  |      |     |            |
| Mauchly's test of sphericity : $\chi^2(5) = 31.93$ . $p < .001$ , Mauchly's W = 0.25 |       |       |       |      |     |            |
| 4. ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง                                                           |       |       |       |      |     |            |
| การวัด (Time)                                                                        | 4.35  | 1.88  | 2.31  | 2.01 | .15 | .08        |
| ความคลาดเคลื่อน (Error)                                                              | 51.90 | 45.17 | 1.15  |      |     |            |
| Mauchly's test of sphericity : $\chi^2(5) = 21.23$ . $p < .001$ , Mauchly's W = 0.39 |       |       |       |      |     |            |

**ตาราง 4**

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมในการวัด 4 ครั้ง

| Source | SS     | df    | MS   | F    | p   | $\eta_p^2$ |
|--------|--------|-------|------|------|-----|------------|
| Time   | 19.79  | 2.11  | 9.40 | 1.77 | .18 | .07        |
| Error  | 268.46 | 50.54 | 5.31 |      |     |            |

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมในการวัด 4 ครั้ง โดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Greenhouse-Geisser ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คิดเป็นร้อยละ 76.6 อยู่ในระดับดี ดังตาราง 3 และ 4

## อภิปรายผล

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 50.24 คิดเป็นร้อยละ 83.73 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

ประการที่หนึ่ง การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิด ช่วยให้นักเรียนสามารถขยายความคิด หรือเปลี่ยนแปลงความคิดผ่านการสะท้อนตนเอง และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ในขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเพื่อแลกเปลี่ยนแบบจำลองของตนเองกับแบบจำลองของเพื่อนในทีม ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่หลากหลายของแบบจำลอง และขั้นที่ 4 การอธิบาย นักเรียนยังได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในทีมอีกครั้ง หลังจากที่ผ่านมาขั้นที่ 3 ซึ่งเป็นขั้นของการสังเกต นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงจากการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิดและได้รับข้อมูลเพื่อนำมาแก้ไขแบบจำลองของตนเองให้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brown & Concannon (2016) ใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ เรื่องสภาพอากาศและภูมิอากาศ พบว่า นักเรียนสามารถขยายความคิดหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเริ่มต้น ผ่านการจากการสังเกต การสะท้อนตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เนื่องจากการอธิบายร่วมกันของนักเรียนในทีมทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองจากข้อบกพร่องหรือ ข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น และจากการอธิบายร่วมกันในห้องเรียนจากการนำอภิปรายของครู ทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบแบบจำลองที่เป็นข้อสรุปของทั้งห้องเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถเลือกใช้ประเภทของแบบจำลองได้เหมาะสม และครอบคลุมกับการอธิบายปรากฏการณ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Baek et al. (2011) และ Schwarz et al. (2009) ได้แสดงข้อคิดเห็นสรุปได้ว่า การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการสร้าง การประเมิน และการสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ประการที่สาม การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจาก เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในแต่ละครั้งมีความยากง่ายแตกต่างกัน และเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม จึงทำให้ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญ์ฐันภันต์ กตัญญูรัตน์ (2558) พบว่านักเรียนต้องวาดสิ่งที่ป็นนามธรรมซึ่งไม่สามารถมองเห็น หรือสัมผัสไม่ได้ออกมาเป็นรูปภาพ รวมทั้งต้องระบุสัญลักษณ์ต่างๆ ประกอบด้วยการวาดภาพเพื่อสื่อสารสิ่งที่มองไม่เห็นให้คนอื่นเข้าใจเป็นเรื่องที่ไม่ง่าย นอกจากนี้ นักเรียนต้องใช้เวลาในการ

พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โกเมส นาแฉ่ง (2554) พบว่า ครูสามารถสังเกตเห็นพัฒนาการในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนได้ในสัปดาห์ที่ 3 และนอกจากนี้จากการศึกษาของ หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล (2559) พบว่านักเรียนสามารถประเมิน และปรับปรุงแบบจำลองได้ดีขึ้นหลังจากผ่านการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดผ่านไประยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ค่อนข้างใช้เวลาในการสอนมากกว่าการสอนแบบทั่วไป เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล ครูผู้สอนควรวางแผนเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม

1.2 ครูผู้สอนควรพิจารณาเนื้อหาบทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จัดเรียงตามลำดับเนื้อหา และความเหมาะสมของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองประเภทต่าง ๆ และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเลือกใช้ และสร้างแบบจำลองที่หลากหลายตามความเหมาะสม

1.3 ในตอนเริ่มต้นนักเรียนอาจไม่คุ้นเคย หรือไม่รู้จักแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงควรมีการเตรียมความพร้อม เช่น อาจมีการอธิบาย หรือแสดงตัวอย่างของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนในการสร้าง และเลือกใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

1.4 ในการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรกำหนดข้อตกลง หรือกำหนดประเด็นในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน เพราะในระหว่างกระบวนการสร้างแบบจำลอง นักเรียนอาจคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น การใช้เวลามากในการตกแต่งแบบจำลองให้สวยงามมากกว่าคำนึงความเหมาะสม และความถูกต้องของแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากในการทำการวิจัยครั้งนี้ มีนักเรียนกลุ่มเดียว และเป็นนักเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิต ทำให้งานวิจัยไม่สามารถอ้างอิงไปยังบริบทของนักเรียนกลุ่มทั่วไปได้ ในงานวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายกับนักเรียนกลุ่มทั่วไปด้วย

2.2 ในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน นักเรียนบางคนอาจมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ลักษณะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ความสามารถในการทำงานเป็นทีม และในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนมีการโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- โกเมศ นาแจ้ง. (2554). ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่และแบบการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/22025>
- ณัฐนันท์ กัตถุรัตน์. (2558). การศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ MIS เรื่อง ไฟฟ้าเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *KU Research Journal (Graduate Studies) Humanities and Social Sciences*. 3(1), 82-92. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/gskkuhs/article/view/59875>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM1.pdf>
- หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล. (2559). ผลของการใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55143>

## ภาษาอังกฤษ

- Acher, A., Arcà, M., & Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91(3), 398-418.
- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H., & Zhan, L. (2011). Engaging elementary students in scientific modeling: The MoDeLS fifth-grade approach and findings. In *Models and modeling* (pp. 195-218). Springer.
- Brown, P. L., & Concannon, J. (2016). Students use of the PSOE model to understand weather and climate. *Science Activities*, 53(3), 87-91.
- Chang, S. N. (2008). The learning effect of modeling ability instruction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 9(2), 1-21. [https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v9\\_issue2\\_files/changsn.pdf](https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v9_issue2_files/changsn.pdf)
- Khan, S. (2011). What's missing in model-based teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(6), 535-560.
- Papaevripidou, M., Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2014, April). On defining and assessing learners' modelling competence in science teaching and learning. [Paper presentation]. In *Annual Meeting of American Educational Research Association (AERA), Philadelphia, Pennsylvania, USA*.

- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.