

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2020

การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อ
การทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอน
ทำนายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงเหตุผลขยาย

จากรุภา กิจเจริญปัญญา

คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>



Part of the [Science and Mathematics Education Commons](#)

Recommended Citation

กิจเจริญปัญญา, จากรุภา, "การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงเหตุผลขยาย" (2020). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 4193.
<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/4193>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนายแลกเปลี่ยนความคิดสังเกต
อภิบาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC MODELING ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS
TEAMWORK OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS THROUGH THE PREDICT
SHARE OBSERVE EXPLAIN INSTRUCTIONAL MODEL



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2020
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอน
ทำนายแลกเปลี่ยนความคิดสังเกตอธิบาย

โดย

น.ส.จารุภา กิจเจริญปัญญา

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษณ์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษณ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปริญดา ลิ้มพานนท์ พรหมรัตน์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

จากรูปภาพ กิจกรรม : การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงาน
เป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นสังเกตอธิบาย. (DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC MODELING ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS TEAMWORK OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS THROUGH THE PREDICT SHARE OBSERVE EXPLAIN INSTRUCTIONAL MODEL) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุทกษณ์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบายที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังทดลอง 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบาย 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบาย 4) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบาย กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง ได้แก่ โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบาย และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามปรนัยคู่ขนาน 2 ฉบับ 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมค่าความเที่ยง และ 4) แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือทั้ง 4 เครื่องมือ มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อวัดซ้ำ และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบาย มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 83.73 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 79.79 อยู่ในระดับดี ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบาย มีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 79.20 อยู่ในระดับดี ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สังเกต อธิบาย มีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน สามารถแยกประเด็นที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานเป็นทีม ได้ 4 ประเด็น ได้แก่ 4.1) ข้อดีของการทำงานเป็นทีม 4.2) ลักษณะของการทำงานเป็นทีมของนักเรียน 4.3) ปัญหาของการทำงานเป็นทีม และ 4.4) ปัจจัยที่มีส่วนช่วยให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6183310027 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORD: predict share observe explain instructional model scientific modeling ability attitude
towards teamwork

Jarupa Kitcharoenpanya : DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC MODELING ABILITY AND ATTITUDE
TOWARDS TEAMWORK OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS THROUGH THE PREDICT SHARE
OBSERVE EXPLAIN INSTRUCTIONAL MODEL. Advisor: Asst. Prof. PORNTHEP CHANTRAUKRIT, Ph.D.

This study was a pre-experimental research, making use of a one-group pretest-posttest time-series design. The aims of this study were to study the effects of using the predict-share-observe-explain instructional model on lower secondary school students' 1) scientific modelling ability before and after the experiment, 2) scientific modelling ability during the experiment, 3) attitude towards teamwork before and after the experiment, and 4) attitude towards teamwork during the experiment. The target group consisted of 25 seventh grade students from a demonstration school in Bangkok during the first semester of the 2020 academic year. The research instruments included predict-share-observe-explain instructional model lesson plans and data were collected using 1) a scientific modeling ability test, 2) a scientific modeling ability assessment, 3) an attitude towards teamwork test, and 4) an attitude towards teamwork semi-structured interview. The collected data were analyzed through arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation t-test, repeated measures ANOVA and data analysis.

The research results were as follows: 1) the mean 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 (83.73% at the .05 level of significance), 2) the mean modeling ability score from the four measurements was rated at a good level at 79.79% but was not statistically significant at the .05 level, 3) the mean attitude towards teamwork of students who learned through the predict-share-observe-explain instructional model post-test was higher than before the experiment and rated at a good level at 79.20% at the .05 level of significance, 4) the findings on the students' attitude towards teamwork revealed that there are four major themes: 4.1) the advantages of teamwork, 4.2) the characteristics of students' teamwork, 4.3) the problems involving teamwork, and 4.4) the factors affecting students' teamwork.

Field of Study: Science Education
Academic Year: 2020

Student's Signature
Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้การอบรม สอน เป็นแบบอย่างที่ดี ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดการทำวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณา และความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ปริณดา ลิ้มปานานท์ พรหมรัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ

ทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ และครูในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนที่ใช้ในการศึกษาวิจัยทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้ และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวที่ให้ความรัก ความห่วงใย พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษา และสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกด้าน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

จารุภา กิจเจริญปัญญา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	8
วัตถุประสงค์การวิจัย	9
สมมติฐานการวิจัย	9
ขอบเขตการวิจัย	10
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	15
1.1 ความหมายของแบบจำลอง.....	15
1.2 ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	16
1.3 ประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	17
1.4 ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	22
1.5 ความสัมพันธ์ของแบบจำลอง แบบจำลองทางความคิด แบบจำลองที่แสดงออก และ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	22

1.6 ความสำคัญและปัญหาของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	24
1.7 องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	26
1.8 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	35
2. เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม.....	51
2.1 ความหมายของการทำงานเป็นทีม	52
2.2 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม.....	53
2.3 ความหมายของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม	58
2.4 องค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม	58
2.5 แนวทางการวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม.....	59
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย	66
3.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย	66
3.2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย.....	69
3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย	70
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	72
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	72
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย	74
4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม.....	76
กรอบแนวคิดการวิจัย	80
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	81
1. รูปแบบการวิจัย.....	81
2. กลุ่มเป้าหมาย	82
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	84

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	84
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	94
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	96
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายที่มี ต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังทดลอง.....	101
ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย.....	102
ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลัง การทดลองด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย	111
ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ระหว่างการใช้รูปแบบการสอน ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย	112
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	117
สรุปผลการวิจัย.....	118
อภิปรายผลการวิจัย.....	118
ข้อเสนอแนะ	123
ภาคผนวก.....	125
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	126
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	130
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	150
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	159
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียน	176

บรรณานุกรม.....	181
ประวัติผู้เขียน.....	191

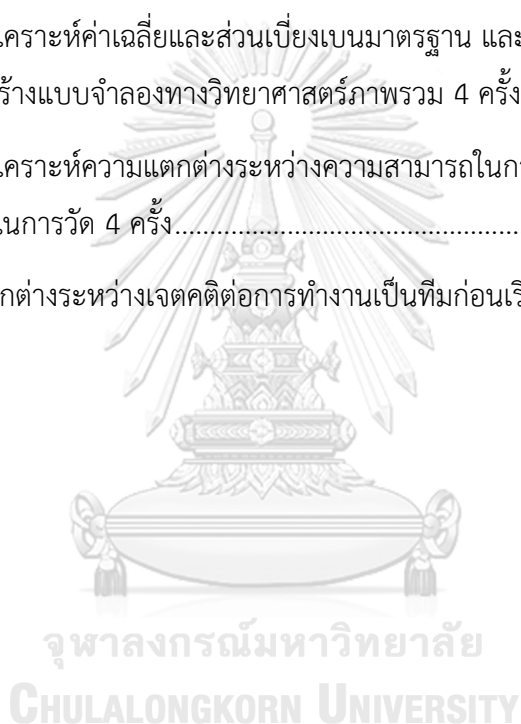


สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของการตระหนักรู้ในการสร้างแบบจำลอง (Metamodeling knowledge)	27
ตารางที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความรู้ในการสร้างแบบจำลอง.....	33
ตารางที่ 3 วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านการ ปฏิบัติ	34
ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสร้างและการใช้ แบบจำลอง Schwarz et al. (2009)	40
ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการปรับปรุงแบบ จำลอง Schwarz et al. (2009)	41
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสร้างและการใช้ แบบจำลอง Baek et al. (2011)	42
ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการปรับปรุง แบบจำลอง Baek et al. (2011).....	43
ตารางที่ 8 ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง	45
ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากผลงานของนักเรียน	49
ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินแบบจำลองจากผลงาน	50
ตารางที่ 11 วิเคราะห์องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม.....	56
ตารางที่ 12 รายละเอียดการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	85
ตารางที่ 13 การให้คะแนนของแบบสอบแต่ละข้อ	86
ตารางที่ 14 ประเด็นในการสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม	92
ตารางที่ 15 เนื้อหา ลำดับหัวข้อ จำนวนคาบเรียนและประเภทของแบบจำลองในแผนการจัดการ เรียนรู้.....	95

ตารางที่ 16 ช่วงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	98
ตารางที่ 17 ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน และก่อนเรียน.....	102
ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสร้าง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างแบบจำลอง 4 ครั้ง.....	103
ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองในการวัดแต่ ละครั้ง.....	108
ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของ ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวม 4 ครั้ง	110
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ภาพรวมในการวัด 4 ครั้ง.....	111
ตารางที่ 22 ความแตกต่างระหว่างเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนและหลังเรียน	112



สารบัญรูปภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางความคิด แบบจำลองที่แสดงออก และ ปรากฏการณ์ (Buckley& Boulter, 2000).....	23
แผนภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบจำลอง เรื่องกลิ่น จากงานวิจัยของ Bamberger and Davis (2013)...	37
แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองเรื่อง การระเหย จากงานวิจัยของ Bamberger and Davis (2013).....	38
แผนภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบจำลองเรื่อง แรงเสียดทาน จากงานวิจัยของ Bamberger and Davis (2013).....	39
แผนภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของทรงกลมอย่างหนึ่งที่ตกอย่างอิสระและการเคลื่อนที่ของทรงกลมที่เคลื่อนที่ ในแนวระดับ.....	39
แผนภาพที่ 6 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย.....	69
แผนภาพที่ 7 แสดงรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรม เวลา (One-Group Pretest-Posttest Time-Series Design)	81
แผนภาพที่ 8 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ 4 ครั้ง.....	104
แผนภาพที่ 9 ผลงานการสร้างแบบจำลองของนักเรียน เรื่อง จุดเดือดของน้ำ ด้านการสร้าง แบบจำลองที่อยู่ในระดับดี.....	105
แผนภาพที่ 10 ตัวอย่างการเลือกใช้แบบจำลองของนักเรียนในการวัดครั้งที่ 4 เรื่อง การจำแนกธาตุ และการใช้ประโยชน์.....	106
แผนภาพที่ 11 ผลงานการสร้างแบบจำลองของนักเรียน เรื่อง จุดเดือดของน้ำ ด้านการปรับปรุง แบบจำลอง.....	107
แผนภาพที่ 12 กราฟแสดงความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมทั้ง 4 ครั้ง	110

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีหลายประการ ได้แก่ 1) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎและความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อให้นักเรียนมีทักษะการสืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ และสามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้ 3) เพื่อนำความรู้ แนวคิด ทักษะต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต และ 4) เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561a) นอกจากนี้แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 มีกรอบเป้าหมายและทิศทางการจัดการศึกษาของประเทศไทย ในการพัฒนาศักยภาพและความสามารถของคนไทยในทุกช่วงวัยให้เต็มตามศักยภาพ โดยเป็นผู้ที่สามารถแสวงหาความรู้ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

ความท้าทายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 นอกเหนือจากความเป็นเลิศทางวิชาการแล้ว นักเรียนจะต้องได้รับการฝึกฝนทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Turiman, Omar, Daud, & Osman, 2012) ในการพัฒนานักเรียนให้บรรลุเป้าหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การปลูกฝังความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง (Chang, 2008) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเข้าใจวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเพื่อช่วยอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้แบบจำลองยังเป็นเครื่องมือในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สามารถช่วยในการปรับปรุงการสร้างคำอธิบาย การทำนาย และเป็นตัวแทนของสิ่งที่เป็นามธรรม (D. Treagust,

Chittleborough, & Mamiala, 2003) เช่น แร่ง โมเลกุล และดีเอ็นเอ ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น นอกจากนี้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้พร้อมกับกระบวนการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Oh & Oh, 2011) ซึ่งนักเรียนถูกคาดหวังให้มีความสามารถในการสร้าง และใช้แบบจำลองที่หลากหลายเพื่ออธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ พัฒนาการสร้างแบบจำลอง และแก้ไขแบบจำลองบนพื้นฐานของความรู้ใหม่ สามารถใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแก้ไขคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012) นอกจากนี้การสร้างแบบจำลองยังช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายอีกด้วย (Kenyon, Schwartz, & Hug, 2008)

จากเป้าหมายของการศึกษาและความสำคัญของแบบจำลอง จึงทำให้มีการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษา ดังเช่น มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standard: NGSS) ของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้การพัฒนา และการใช้แบบจำลองเป็นหนึ่งในมิติในทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมของกรอบการศึกษา (Science and Engineering Practice) เพื่อเน้นการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ (Science practice) ได้แก่ การตั้งคำถาม การสร้างคำอธิบาย การมีส่วนร่วมในการโต้แย้งด้วยหลักฐาน การสร้าง และการใช้แบบจำลอง เพื่อใช้ในการทำนาย หรืออธิบายปรากฏการณ์ (National Research Council, 2012) การปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับสากลทำให้เกิดการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทยโดยกำหนด มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดตัวชี้วัดในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทยไว้ว่า นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองได้ และระบุให้ “การสร้างแบบจำลอง” เป็นองค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังปรากฏในเอกสารมาตรฐานตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น การศึกษาของ Khan (2011) ได้ศึกษารูปแบบการสอน GEM (Generate - Evaluate - Modify: GEM) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Teaching: MBT) โดยสังเกตการสอนของครูที่ใช้รูปแบบการสอน GEM ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในชั้นเรียน พบข้อจำกัด คือ ในขั้นตอนสร้าง

แบบจำลอง นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเริ่มต้น แต่ยังไม่ได้มีการอธิบาย และปรับปรุงแบบจำลอง เริ่มต้นของตนเอง ไม่มีการเปรียบเทียบแบบจำลองกับผู้อื่น และไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอ แบบจำลองกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้แบบจำลองที่หลากหลาย การนำเสนอ แบบจำลองทำให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ รูปแบบ การสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อนักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการ ปฏิบัติการสร้างแบบจำลองอย่างหลากหลาย เพื่อสร้าง ประเมินและแก้ไขแบบจำลองของตนเอง ดัง จะเห็นได้ว่าการแลกเปลี่ยนความคิดในการสร้างแบบจำลองมีความสำคัญต่อการสร้างแบบจำลองของ นักเรียน ครูสามารถทำได้โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง ใช้ ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง (Schwarz & White, 2005; Schwarz et al., 2009) ตลอดจน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แบบจำลองด้วยวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสาร การ บรรยาย การอธิบาย และการพยากรณ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Oh & Oh, 2011)

จากการศึกษาพบว่านักเรียนไทยยังต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้าง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของ โกเมศ นาแจ้ง (2554) พบว่า นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบ MCIS (Model-Centered Instruction Sequence) มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองในวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาของ ณัฏฐ์นันทน์ กัตติรัตน์ (2558) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการ จัดการเรียนรู้อย่าง MIS (Model-Centered Instruction Sequence) ในวิชาเคมี ยังมีนักเรียน จำนวนอีกไม่น้อยที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุง และยังพบว่ามึนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร ด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นหนึ่งในหัวข้อเรื่องสารบริสุทธิ์ อยู่ในระดับดีมาก ต่ำกว่าร้อยละ 50 และจาก การศึกษาของกรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ้ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจ (2557) สรุปได้ว่า เนื้อหา เรื่อง โครงสร้างของอะตอม เป็นเรื่องยากที่จะจัดกิจกรรมหรือการทดลองที่จะทำให้นักเรียน เข้าใจ และเห็นภาพเป็นรูปธรรม นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงกระบวนการสร้างแบบจำลอง อะตอมของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน นอกจากนี้หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล (2559) ได้ศึกษาผลของการใช้ แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาชีววิทยา ยังพบปัญหา คือ การสร้างแบบจำลองต้องอาศัย กระบวนการแปลความหมายข้อมูล หากปรากฏการณ์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความ ยากต่อการทำความเข้าใจ

จากปัญหาดังกล่าวเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างอะตอม และการแยกสารด้วยไฟฟ้า เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสารบริสุทธิ์ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจและความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา สำหรับเนื้อหาเรื่องสารบริสุทธิ์ ได้ถูกกำหนดให้เป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561a) นั้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญและเป็นเนื้อหาที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการเรียน แต่จากการศึกษางานวิจัยพบว่าแนวคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมเป็นแนวคิดที่ยากสำหรับนักเรียน เพราะเป็นนามธรรมและต้องอาศัยจินตนาการ ซึ่งนักเรียนยังมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2551) ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารบริสุทธิ์จึงมีความจำเป็นในการเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปัญหาของการทำงานเป็นทีมจากการศึกษางานวิจัยของนฤมล หน่อนิล (2554) ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานเห็นความสำคัญของการทำงานเป็นทีมค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะให้ควรมีการเก็บข้อมูล เพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น นอกจากนี้ปรีณดา เลิศศรีมงคล (2555) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีต่อทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน of นักเรียน พบว่านักเรียนมีพฤติกรรม ที่สะท้อนถึงอารมณ์เชิงลบอยู่บ้าง เช่น มีอารมณ์โกรธเพื่อนที่เพื่อนทำงานไม่ถูกใจตนเอง การที่สมาชิกในทีมมีความเห็นไม่ตรงกัน จึงมีการคัดค้านความคิดของเพื่อนด้วยคำพูดที่ไม่เหมาะสม หรือนักเรียน บางคนแสดงความไม่สนใจในการทำงานร่วมกัน และจากงานวิจัยของธนกร อรรจนาวัดน์ (2558) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าในช่วงแรกของการทำงานเป็นทีมมีการจัดกลุ่มแบบละความสามารถ นักเรียนอาจยังไม่คุ้นเคยในการทำงานร่วมกัน จึงอาจส่งผลต่อการเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในการทำงานร่วมกันได้

จากสภาพปัญหาดังกล่าวการสอนรูปแบบหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ คือ การจัดการเรียนการสอนรูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) ที่มีการพัฒนารูปแบบการสอนนี้จากการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict - Observe -

Explain Model: POE) จากการศึกษางานวิจัยของ Jasdilla, Fitria, and Sopandi (2019) ได้ศึกษา กลวิธีการสอน POE (Predict - Observe - Explain) ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิดเรื่อง แสง ของ นักเรียนเกรด 5 ในประเทศอินโดนีเซีย พบว่ากลวิธีการสอน POE มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแทน ความคิดของนักเรียน นอกจากนี้ณราภรณ์ บุญกิจ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับตัวแทนความคิดของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มี ตัวแทนความคิดเกี่ยวกับแสงสอดคล้องกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ และ Kolari, Viskari and Savander-Ranne (2005) ได้ศึกษาการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมด้วย โครงการศึกษาวิจัยกับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 3 และ 4 โดยใช้กลวิธีทำนาย อภิปราย อธิบาย สังเกต อภิปราย อธิบาย (Predict - Discuss - Explain -Observe - Discuss - Explain: PDEODE) โดยให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลอง และทำรายงานนำเสนอในการสัมมนา ซึ่งมีทั้งการทำงานเป็นกลุ่มและเป็นคู่ พบว่านักศึกษาเกิดทักษะทางสังคม ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะ การสื่อสาร นอกจากนี้นักศึกษายังมีความคิดเห็นในเชิงบวก

ต่อมาในปี 2016 Brown and Concannon พัฒนารูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยน ความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ซึ่งพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict - Observe - Explain Model: POE) ประกอบด้วยการสอน 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้น ทำนาย (Predict stage) เป็นขั้นที่นักเรียนได้วาดแบบจำลองเพื่อทำนายปรากฏการณ์ ขั้นที่ 2 ขั้น แลกเปลี่ยนความคิด (Share stage) เป็นขั้นที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดของตนเอง ผ่านการ พูดคุยกันกับเพื่อน ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe stage) เป็นขั้นที่นักเรียนวาดแบบจำลองที่ได้จาก การสังเกตปรากฏการณ์ ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explain stage) เป็นขั้นที่นักเรียนใช้เหตุผล เพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ที่สังเกต นักเรียนจะได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจากการใช้หลักฐานสนับสนุน (Brown & Concannon, 2016) ดังจะเห็นได้ว่าการสอนโดยใช้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยน ความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองออกมาเป็นรูปภาพ คำพูด หรือ การเขียน ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการสอนโดยใช้ รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) น่าจะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และน่าจะส่งผลต่อการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

การใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ช่วยให้นักเรียนเกิด ความเข้าใจที่ยาวนานขึ้น เนื่องจากนักเรียนจะได้สำรวจ ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ก่อนที่จะมีการ อธิบายสรุปความรู้ การสนับสนุนและเสนอแนวคิดผ่านการเขียนช่วยพัฒนาการคิดอย่าง นักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในการสอนขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และ ขั้นที่ 4 นักเรียนจะได้ร่วมมือรวมพลัง (Collaborate) แลกเปลี่ยนความคิดทางวิทยาศาสตร์ และได้ทำงานร่วมกัน การใช้วิธีการนี้สามารถ ช่วยให้นักเรียนสามารถเพิ่มเติม และเปลี่ยนแนวคิดเริ่มต้นผ่านการสะท้อนตนเอง และการมี ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนได้ (Brown & Concanon, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของสังคมทาง วิทยาศาสตร์ (Scientific community) ที่มีลักษณะการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลัง นักวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถทำงานคนเดียวได้ การมีปฏิสัมพันธ์ภายในชุมชนวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ในสังคมทางวิทยาศาสตร์ ในการทำงานถึงแม้ว่า แต่ละคนจะทำงานในส่วนของตนเอง จะต้องมีการแลกเปลี่ยนแบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและกัน เพื่อช่วย ยืนยันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดความถูกต้อง (The University of California Museum of Paleontology, 2012) กระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ เรียนรู้ทักษะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะการทำงานโดยการแลกเปลี่ยนข้อมูล มี ปฏิสัมพันธ์กัน และทำงานร่วมกันเป็นทีม เพื่อให้ได้มาซึ่งแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการ ศึกษามีความเชื่อว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง ดีกว่าการเรียนรู้เพียงคนเดียว (Nokes-Malach, Richey & Gadgil, 2015) และในกระบวนการสร้างแบบจำลองนักเรียนจะเกิดปฏิสัมพันธ์กันในชั้น เรียน ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งห้องเป็นส่วนสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ห้องเรียนเกิดความมีชีวิตชีวา จากการศึกษพบว่าเมื่อแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มให้ทำงานร่วมกัน นักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ และมีการ สื่อสารระหว่างกัน ประกอบด้วยการใช้ภาษา และไม่ใช้ภาษา เช่น การวาดภาพ การแสดงออก ทางร่างกาย เป็นต้น (Acher, Arcà, & Sanmarti, 2007)

เมื่อพิจารณาปัญหาของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม จากการศึกษางานวิจัยของนฤมล หน่อนิล (2554) ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถใน การทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เห็นความสำคัญของ การทำงานเป็นทีมค่อนข้างน้อย จึงควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะการทำงานเป็นทีมซึ่ง อาจรวมไปถึงเจตคติในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น นอกจากนี้ ปริณดา เลิศศรี มงคล (2555) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีต่อทักษะการทำงานเป็นทีมของ

นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่สะท้อนถึงอารมณ์เชิงลบอยู่บ้าง เช่น มีอารมณ์โกรธเพื่อนที่เพื่อนทำงานไม่ถูกใจตนเอง การที่สมาชิกในทีมมีความเห็นไม่ตรงกัน จึงมีการคัดค้านความคิดของเพื่อนด้วยคำพูดที่ไม่เหมาะสม หรือนักเรียนบางคนแสดงความไม่สนใจในการทำงานร่วมกัน ความรู้สึกไม่ชอบในการทำงานร่วมกัน แสดงให้เห็นถึงเจตคติในการทำงานเป็นทีมที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร และจากงานวิจัยของธนกร อรรถนาวัฒน์ (2558) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าในช่วงแรกของการทำงานเป็นทีมมีการจัดกลุ่มแบบลดความสามารถ นักเรียนอาจยังไม่คุ้นเคยในการทำงานร่วมกัน จึงอาจส่งผลต่อเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในการทำงานร่วมกันได้ ดังจะเห็นได้ว่าเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนยังเป็นเรื่องที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

ดังนั้นการทำงานเป็นทีมจึงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการทำงานเป็นทีมส่งผลให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เสริมสร้างการมีปฏิสัมพันธ์กัน เกิดการเรียนรู้การทำงานจากผู้อื่นและนำมาพัฒนาตนเอง ซึ่งช่วยลดข้อจำกัดในเรื่องการทำงานที่ยาก ทำให้นักเรียนสามารถทำงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากนักเรียนไม่มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมแล้วอาจก่อให้เกิดปัญหาและเป็นอุปสรรคต่อการเรียนที่ต้องทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (ทิตินา แคมมณี, 2545) นอกจากนี้ความสามารถในการทำงานเป็นทีมยังเป็นสมรรถนะที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ ความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในชีวิต และสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยเน้นไปที่ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ และทำงานด้วยความเคารพสมาชิกที่มีความหลากหลายในทีม ฝึกปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ และเต็มใจที่จะช่วยเหลือผู้อื่นเพื่อให้ทีมประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ร่วมกัน (Plucker, Endowed, Kennedy, & Dilley, 2015) และการทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นสิ่งจำเป็นทั้งต่อการทำงาน และการใช้ชีวิตในสังคม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561b) ด้วยเหตุนี้จึงอาจทำให้การจัดการเรียนการสอนรูปแบบทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ที่มีชั้นสอนที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดทำงานร่วมกันเป็นทีม เกิดการเรียนรู้ และได้รับประสบการณ์ของการทำงานเป็นทีม อาจทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมได้

เนื่องจากคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิต ในปี 2009 2012 และ 2015 มีคะแนนเท่ากับ 533 533 และ 510 ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี, 2554; 2557; 2561c) ซึ่งนักเรียนโรงเรียนกลุ่มสาธิตเป็นโรงเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับนานาชาติ แต่แนวโน้มของคะแนนการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ลดลง และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นระดับชั้นเริ่มต้นของชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการพัฒนาให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งคุณภาพของนักเรียนที่เป็นที่คาดหวังตามหลักสูตร คือ นักเรียนสามารถบันทึก และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบด้วยการเขียนหรือวาดภาพ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการแสดงท่าทางเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น จนงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561b)

จากแนวคิด สภาพปัญหา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเหตุผลดังกล่าวข้างต้น พบว่าปัญหาเรื่องความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมยังเป็นสิ่งที่ต้องได้รับการแก้ไข และส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในยุคปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น น่าจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีในการทำงานร่วมกันในวิชาวิทยาศาสตร์ และเพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และอยู่ในระดับใด
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และอยู่ในระดับใด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังทดลอง
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
4. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า Jasdilla, Fitria, and Sopandi (2019) ศึกษาวิธีการสอน POE (Predict - Observe - Explain) ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด เรื่อง แสง ของนักเรียนเกรด 5 ในประเทศอินโดนีเซีย พบว่าวิธีการสอน POE มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแทนความคิดของนักเรียน เนื่องจากแบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่แสดงถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้เดิมที่ไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์เดิม นอกจากนี้งานวิจัยของณราภรณ์ บุญกิจ (2553) ศึกษาเกี่ยวกับตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดเกี่ยวกับแสงสอดคล้องกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการเดินทางของแสงได้มากขึ้น นอกจากนี้ Brown and Concannon (2016) ใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง อากาศและสภาพอากาศของนักเรียนเกรด 6 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเย็น ความร้อน และความหนาแน่น พบว่า นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ โดยการอธิบายความเข้าใจของตนเองผ่านการเขียน วาดภาพ และมีเหตุผลสนับสนุน ซึ่งช่วยพัฒนาความคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ Kolari, Viskari and Savander-Ranne (2005) ได้ศึกษาการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมด้วยโครงการศึกษาวิจัยกับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 3 และ 4 โดยใช้กลวิธีทำนาย อภิปราย อธิบาย สังเกต อภิปราย อธิบาย (Predict - Discuss - Explain - Observe - Discuss - Explain: PDEODE) โดยให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลอง และทำรายงานนำเสนอในการสัมมนา ซึ่งมีทั้งการทำงานเป็นกลุ่มและเป็นคู่ พบว่านักศึกษาเกิดทักษะทางสังคม ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการสื่อสาร นอกจากนี้ นักศึกษายังมีความคิดเห็นในเชิงบวก คือ การเรียนโดยวิธีนี้บางครั้งมีความยาก แต่ให้ผลลัพธ์ที่คุ้มค่า และการมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองกระตุ้นให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี และ Brown and Concannon (2016) ใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง อากาศและสภาพอากาศของนักเรียนเกรด 6 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเย็น ความร้อน และความหนาแน่น ในกระบวนการสอน ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย นักเรียนจะได้ทำงานอย่างร่วมมือรวมพลัง แลกเปลี่ยนความคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) น่าจะส่งผลต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนได้ โดยตั้งสมมติฐานได้ ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย น่าจะมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และอยู่ในระดับดีขึ้น

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย น่าจะมีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และอยู่ในระดับดีขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร และเลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายแบบการสุ่มแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากจากห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง เนื่องจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นระดับชั้นเริ่มต้นของชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้น ในการพัฒนาให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2. ตัวแปรในการวิจัย

2.1) ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนการสอนรูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE)

2.2) ตัวแปรตาม คือ 1) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และ 2) เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง สารบริสุทธิ์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 (เดือนกันยายน - เดือนตุลาคม) จำนวนทั้งหมด 20 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลังกันเป็นทีมเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ตามแนวคิดของ Brown and Concannon (2016) ซึ่งผู้วิจัยได้เพิ่มเติมการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในชั้นการสอน ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย (Predict stage) คือ การแสดงความรู้เดิม คาดคะเนปรากฏการณ์ต่างๆ โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share stage) คือ การทำงานร่วมกันเป็นทีมอย่างร่วมมือรวมพลัง เพื่อให้นักเรียนประเมินแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองร่วมกับเพื่อนในทีม โดยแลกเปลี่ยนความคิดทางวิทยาศาสตร์กับเพื่อนในทีม พร้อมกับแก้ไขแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe stage) คือ การรับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ และได้รับหลักฐานการเรียนรู้ต่างๆ จากการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้น หรือการทำกิจกรรมในชั้น

เรียนร่วมกันเป็นทีม นักเรียนจะได้หลักฐานเชิงประจักษ์ หลังจากนั้นนักเรียนจะต้องเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดของทีมเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันกับสมาชิกในชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explain stage) คือ การอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู นักเรียนประเมินแบบจำลองของตนเองร่วมกับเพื่อนในทีม พร้อมทั้งประเมินแบบจำลองของตนเองกับแบบจำลองที่ถูกตั้งทางวิทยาศาสตร์และแก้ไขแบบจำลองให้ถูกต้อง

2. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และความสามารถในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

2.1) ความรู้ในการสร้างแบบจำลอง วัดได้จากแบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยกำหนดโครงสร้างแบบสอบถามให้ครอบคลุมเนื้อหา และให้เหมาะสมกับประเภทของแบบจำลอง ตามกรอบแนวคิดของ Guttersrud and Angell (2010) จำนวน 4 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์ และข้อคำถามเพื่อให้ นักเรียนเขียนตอบแสดงเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การปรับปรุงแบบจำลอง

2.2) การปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ความสามารถย่อยตามแนวคิดของ Schwarz, Reiser, Davis, Kenyon, Achér, Fortus, and Krajcik (2009) Baek et al. (2011) และ Papaevripidou, Nicolaou, and Constantinou (2014) วัดได้จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้แก่

1) การสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ โดยสร้างแบบจำลองจากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้น หรือการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ร่วมกันเป็นทีม

2) การใช้แบบจำลอง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่างครอบคลุม รวมทั้งสามารถเลือกใช้แบบจำลองได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

3) การประเมินแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น รวมทั้งเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับแบบจำลองของสมาชิกในทีม พร้อมทั้งระบุได้ว่าแบบจำลองใดดีกว่า และให้เหตุผลได้ว่าดีกว่าแบบจำลองอื่นอย่างไร

4) การปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ หลังนักเรียนประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้นร่วมกับสมาชิกในทีม และพบข้อจำกัดของแบบจำลอง โดยมีการแสดงรายละเอียด และแสดงความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น อย่างชัดเจนและถูกต้อง เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3. เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม หมายถึง ความชอบหรือไม่ชอบของบุคคล ในการประเมินการทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของบุคคลในการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น สามารถวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม และแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีองค์ประกอบตามแนวคิดของ Mendo-Lázaro, Polo-del-Río, Iglesias-Gallego, Felipe-Castaño and León-del-Barco (2017) กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม (Attitude toward teamwork) ที่ใช้ในบริบททางการศึกษา ไว้ 2 มิติ

4.1) มิติทางวิชาการ (Academic dimension) หมายถึง การกระทำหรือการประเมินผลของการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่คาดหวังเกี่ยวกับผลลัพธ์ และความสำเร็จของการทำงานร่วมกัน

4.2) มิติทางสังคม (Social dimension) หมายถึง การประเมินปฏิสัมพันธ์หรือความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกับสมาชิกทีมของนักเรียนในการทำงานร่วมกัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของแบบจำลอง
- 1.2 ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 ประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.5 ความสัมพันธ์ของแบบจำลอง (Models) แบบจำลองทางความคิด (Mental models) แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed models) และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific models)
- 1.6 ความสำคัญและปัญหาของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.7 องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2. เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

- 2.1 ความหมายของการทำงานเป็นทีม
- 2.2 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม
- 2.3 ความหมายของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม
- 2.4 องค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม
- 2.5 แนวทางการวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

- 3.1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
- 3.2 ลำดับการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
- 3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
- 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
- 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยแบ่งประเด็น การนำเสนอเป็น 8 ประเด็น ได้แก่ 1) ความหมายของแบบจำลอง 2) ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3) ประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4) ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5) ความสัมพันธ์ของแบบจำลอง แบบจำลองทางความคิด แบบจำลองที่แสดงออก และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 6) ความสำคัญและปัญหาของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 7) องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 8) แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ความหมายของแบบจำลอง

จากการสืบค้นเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการ นักการศึกษาให้ความหมายของแบบจำลอง ดังนี้

Gilbert, Boulter, and Elmer (2000) ได้ให้ความหมายของไว้ว่า แบบจำลอง คือ การเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ วัตถุ หรือความคิด ในขณะที่ Gilbert (2004) ได้ให้ความหมายของไว้ว่า แบบจำลอง คือ สิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ รวมถึงสิ่งต่างๆ ที่เป็นนามธรรม พฤติกรรมและกระบวนการ นอกจากนี้ Lott and Wallin (2012) ได้ให้ความหมายของไว้ว่า แบบจำลอง คือ การนำเสนอภาพอย่างง่ายของวัตถุที่นักเรียนไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงในชั้นเรียน และ ทิศนา ขัมมณี (2548) กล่าวว่า แบบจำลอง หมายถึง รูปธรรมของความคิดที่บุคคลแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น คำอธิบาย แผนผัง หรือแผนภาพ เพื่อช่วยให้ตนเองหรือบุคคลอื่นเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น

จากการศึกษาความหมายของแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลอง คือ การเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ วัตถุ ความคิด สิ่งที่เป็นนามธรรม พฤติกรรม และกระบวนการที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เพื่อช่วยให้เข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ชัดเจนมากขึ้น

1.2 ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการ นักการศึกษาให้ความหมายของแบบจำลองที่ใช้ในบริบทของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Harrison and Treagust (2000) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นตัวแทนอย่างง่ายของปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดความชัดเจนและมองเห็นได้ และสามารถนำมาใช้เพื่อสร้างคำอธิบายและคำทำนาย นอกจากนี้ Tregidgo and Ratcliffe (2000) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ การเป็นตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์ หรือความคิด เช่น แบบจำลองอะตอม ซึ่งสอดคล้องกับ Schwarz and Gwekwerere (2007) ที่ให้ความหมายของ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแทนที่รวบรวมส่วนของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และเป็นสิ่งที่เป็นตัวแทนของสิ่งต่างๆ เช่น แบบจำลองบิกแบงทางดาราศาสตร์แสดงถึงความคิดเกี่ยวกับการกำเนิดของจักรวาล และสอดคล้องกับ Kenyon, Schwarz, and Hug (2008) ที่กล่าวว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแทนสำคัญของระบบ รวมถึงกฎและความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ เพื่อช่วยในการทดสอบแนวคิดของปรากฏการณ์ เช่น แบบจำลองอนุภาคของสสาร แบบจำลองรังสีแสง แบบจำลองวัฏจักรน้ำ แบบจำลองสายใยอาหาร ที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ Schwarz et al. (2009) ยังให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ การเป็นตัวแทนของสิ่งที่เป็นามธรรม และระบบที่มีความเข้าใจง่ายขึ้น โดยมีลักษณะสำคัญมุ่งเน้นไปที่การอธิบาย การทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอม แบบจำลองรังสีของแสง แบบจำลองวัฏจักรน้ำ เป็นต้น นักการศึกษายังให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นตัวแทนของเป้าหมาย ทำหน้าที่เป็นสะพานที่เชื่อมโยงทฤษฎีและปรากฏการณ์ และมีบทบาทในการอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสื่อสารความคิดทางวิทยาศาสตร์กับผู้อื่น (Oh and Oh, 2011) นอกจากนี้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ยังหมายถึง สิ่งที่เป็นตัวแทนอย่างง่ายของระบบที่มีความซับซ้อน ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์จัดโครงสร้างความรู้ที่ได้รับเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยและการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Bryce, Baliga, Fiack, Tarjan, and Ash, 2016) และกรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ้ายคำดา, พจนารถ สุวรรณรุจ (2557) ให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งทีนักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนของแนวคิด เหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่มีความถูกต้องและสมบูรณ์จนได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

จากการศึกษาความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์ ความคิด หรือสิ่งต่างๆ เพื่อช่วยในการอธิบาย และการทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

1.3 ประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการ และหน่วยงานต่างๆ ได้แบ่งประเภทของแบบจำลองที่ใช้ในบริบทวิทยาศาสตร์ โดยมีการจำแนกประเภทที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แต่นำไปใช้ในบริบทเนื้อหาที่มีความจำเพาะแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดของการจำแนกประเภท ดังนี้

Harrison and Treagust (2000) จำแนกประเภทของแบบจำลองจากวัตถุประสงค์ และหน้าที่ของแบบจำลอง โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองที่ใช้ในการสอน (Scientific and teaching models) 2) แบบจำลองอธิบายมโนทัศน์และ/หรือกระบวนการ (Models depicting multiple concepts and/or processes) และ 3) แบบจำลองส่วนบุคคลของความเป็นจริง ทฤษฎี และกระบวนการ (Personal models of reality, theories and processes) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองที่ใช้ในการสอน (Scientific and teaching models) แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1.1) แบบจำลองมาตราส่วน (Scale models) คือ แบบจำลองที่นำมาใช้ในการอธิบาย สี รูปร่าง และโครงสร้างภายใน และภายนอกของสิ่งต่างๆ เช่น แบบจำลองมาตราส่วนของสัตว์ พืช รถยนต์ เป็นต้น

1.2) แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบที่ใช้ในการสอน (Pedagogical analogical models) คือ แบบจำลองที่ครูใช้ในการเรียนการสอน โดยอาจรวมถึงแบบจำลองมาตราส่วน เพื่ออธิบายสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ หรือสังเกตได้ เช่น แบบจำลองโมเลกุลโดยใช้ลูกบอลแสดงอะตอม เป็นต้น

1.3) แบบจำลองสัญลักษณ์ (Iconic and symbolic models) คือ สูตรเคมี ปฏิกิริยาเคมีหรือสมการต่างๆ เพื่อใช้ในการอธิบายหรือใช้ในการสื่อสารทางเคมี เช่น CO_2 หรือ $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ใช้แทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

1.4) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical models) คือ แบบจำลองที่แสดงสมบัติทางกายภาพ และกระบวนการ สามารถแสดงได้โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์และกราฟ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ เช่น $F=ma$ เป็นต้น

1.5) แบบจำลองเชิงทฤษฎี (Theoretical models) คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานของทฤษฎี เช่น ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสร้างขึ้นเพื่ออธิบายปริมาตร อุณหภูมิ และความดันของแก๊ส เป็นต้น

2. แบบจำลองอธิบายมโนทัศน์และ/หรือกระบวนการ (Models depicting multiple concepts and/or processes) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1) แผนที่ แผนผังและตาราง (Maps, diagrams and tables) คือ แบบจำลองที่แสดงรูปแบบ เส้นทาง หรือความสัมพันธ์ต่างๆ ที่แสดงใน 2 มิติ เพื่อช่วยต่อการเข้าใจของนักเรียน เช่น ตารางธาตุ แผนที่อากาศ แผนภาพวงจรไฟฟ้า โซ่ออาหาร และสายใยอาหาร เป็นต้น

2.2) แบบจำลองแนวคิดกระบวนการ (Concept-process models) คือ แบบจำลองที่นำมาใช้เพื่ออธิบายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจได้ยาก เช่น แบบจำลองแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่แสดงการให้ และรับอิเล็กตรอน เป็นต้น

2.3) สถานการณ์จำลอง (Simulations) คือ แบบจำลองที่แสดงการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน หรือแสดงกระบวนการต่างๆ อย่างเสมือนของจริงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น แบบจำลองการขับเคลื่อนของเครื่องบิน แบบจำลองการเกิดภาวะโลกร้อน แบบจำลองการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ เป็นต้น

3. แบบจำลองส่วนบุคคลของความเป็นจริงทฤษฎี และกระบวนการ (Personal models of reality, theories and processes) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

3.1) แบบจำลองทางความคิด (Mental models) คือ แบบจำลองส่วนบุคคลที่สร้างจากกระบวนการทางปัญญา โดยแบบจำลองทางความคิดมีความสัมพันธ์กับการช่วยจินตนาการภาพในการสร้างแบบจำลอง

3.2) แบบจำลองเชิงสังเคราะห์ (Synthetic models) คือ แบบจำลองที่นักเรียนสังเคราะห์ขึ้นจากการรับรู้ของตนเอง และจากการเรียนการสอนด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครู เช่น นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับอะตอมผ่านแบบจำลองต่างๆ และเชื่อว่าระดับชั้นพลังงานของอิเล็กตรอน มีโครงสร้างคล้ายเปลือกไข่หรือเปลือกหอยที่มีกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ เป็นต้น

Gilbert (2004) จำแนกประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากรูปแบบของการเป็นตัวแทน (Modes of representation) โดยแบ่งแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบรูปธรรม (Concrete mode) เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ ทำจากวัสดุที่มีความคงทน เช่น แบบจำลองระบบไหลเวียนโลหิตของมนุษย์ แบบจำลองเครื่องบิน

2. รูปแบบภาษา (Verbal mode) เป็นการอธิบายรายละเอียดต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายกับสิ่งที่เป็นตัวแทนโดยการพูด หรือการเขียน เช่น พันธะโควาเลนต์เกี่ยวข้องกับการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน

3. รูปแบบสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ประกอบด้วยสัญลักษณ์ และสูตรทางเคมี สมการทางเคมี และสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น กฎของแก๊ส กฎอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4. รูปแบบที่เป็นภาพ (Visual mode) เป็นการใช้กราฟ แผนภาพ ภาพเคลื่อนไหวใน 2 มิติ เช่น แผนภาพแสดงโครงสร้างทางเคมี หรือแบบจำลองเสมือน (Virtual models) ที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์

5. รูปแบบแสดงท่าทาง (Gestural mode) เป็นการใช้ร่างกายหรือส่วนต่างๆ ของร่างกายอธิบายสิ่งต่างๆ เช่น นักเรียนเคลื่อนที่แสดงการเคลื่อนที่ของไอออนในกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

Ornek (2008) กล่าวถึงแบบจำลองที่ใช้การศึกษาวิทยาศาสตร์ แบ่งตามประเภทของแบบจำลองเป็น 2 ประเภท 1) แบบจำลองทางความคิด (Mental models) 2) แบบจำลองเชิงโมโนทัศน์ (Conceptual models)

1. แบบจำลองทางความคิด (Mental models) เป็นตัวแทนของสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในความคิดของบุคคล เมื่อบุคคลได้รับและสร้างกรอบแนวคิดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และเป็นตัวแทนอย่างง่ายของปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ

2. แบบจำลองเชิงโมโนทัศน์ (Conceptual models) เป็นตัวแทนภายนอกของวัตถุ ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยครู หรือนักวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจสถานการณ์ของโลก และมีการแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของคนในสังคม

2.1) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical models) คือ การใช้ภาษาคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในรูปแบบของสัญลักษณ์ สมการ ตัวเลข และคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างแบบจำลอง และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถ้าต้องการแสดงแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำกับวัตถุที่กำลังตกลงมา แสดงได้ด้วย สมการ $F = mg$

2.2) แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer models) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งพยายามจำลองพฤติกรรมของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้วิเคราะห์การแก้ไขปัญหามาสามารถทำนายระบบที่ซับซ้อนจากตัวแปร และเงื่อนไขเบื้องต้นได้ เช่น รูปภาพสองมิติ ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ กราฟ เวกเตอร์และตัวเลข เป็นต้น

2.3) แบบจำลองทางกายภาพ (Physical models) เป็นแบบจำลองของสถานการณ์จริงที่สามารถจับต้องได้โดยการถือ หรือการสัมผัส เช่น แบบจำลองรถยนต์ แบบจำลองระบบสุริยะจักรวาล

Guttersrud and Angell (2010) จำแนกประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะการเป็นตัวแทน ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ 1) แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) 2) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) 3) แบบจำลองที่เป็นกราฟ (Graphical model) 4) แบบจำลองการทดลอง (Experimental model) 5) แบบจำลองรูปภาพ (Pictorial model)

1. แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) คือ การแสดงแนวคิดที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ รวมถึงการอธิบายด้วยวาจาเพื่อให้ความหมายทางวิทยาศาสตร์

2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) คือ การแสดงทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสมการ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

3. แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟ (Graphical model) คือ การแสดงกราฟเพื่ออธิบายตัวแปรต่างๆ

4. แบบจำลองแสดงการทดลอง (Experimental model) คือ การแสดงการทดลองและวิธีการปฏิบัติการทดลอง

5. แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ (Pictorial model) คือ การแสดงรูปภาพทุกประเภท ยกเว้นกราฟ

Bryce et al. (2016) จำแนกประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะการใช้งาน ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม (Concrete model) 2) แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) 3) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model)

1. แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม (Concrete model) คือ การเป็นตัวแทนทางกายภาพในลักษณะ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เช่น แบบจำลองโครงสร้างของดีเอ็นเอ

2. แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) คือ แบบจำลองที่แสดงความเข้าใจในการทำงานของกระบวนการ และสามารถแสดงเป็นภาพ สามารถใช้ในการอธิบายหรือสื่อสารด้วยคำพูด สัญลักษณ์ หรือภาพ

3. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) คือ แบบจำลองที่แสดงสัญลักษณ์หรือกราฟ เช่น กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเม่นทะเล และนกทะเลบริเวณชายฝั่งอลาสก้า เป็นต้น

สาคร คันธ์โชติ (2546) จำแนกแบบจำลองออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

1. แบบจำลองสำหรับหารายละเอียดของรูปแบบ (Clay studies) แบบจำลองนี้ทำขึ้นโดยนักออกแบบ ออกแบบขนาดสัดส่วนไม่จำกัดว่าจะใหญ่กว่า เล็กกว่า หรือเท่ากับขนาดของจริงก็ได้ ใช้ทดสอบหารายละเอียดของรูปแบบ เช่น หารายละเอียดเกี่ยวกับส่วนโค้ง ส่วนเว้า ขนาด เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการร่างแบบ โดยอาจไม่จำเป็นต้องใช้ขนาดมาตราส่วน

2. แบบจำลองสำหรับทดสอบรูปร่างภายนอกของแบบ (Scale models) แบบจำลองชนิดนี้ปกติจะทำขึ้นมีขนาดเล็กกว่าของจริง แต่ถ้าหากว่ารูปแบบมีขนาดเล็กอาจสร้างเท่าขนาดของจริงหรือใหญ่กว่าของจริงก็ได้ โดยต้องทำให้มีขนาดสัดส่วนที่แน่นอน

3. แบบจำลองขนาดเท่าของจริง (Mock up) แบบจำลองประเภทนี้มีขนาดเท่าของจริง เพื่อหาขนาดสัดส่วน และรูปร่างขั้นสุดท้าย หรือใช้แสดงประกอบกับแบบสุดท้าย โดยพยายามเลียนแบบรูปร่าง และสีสันทให้คล้ายของจริงที่จะทำการสร้างให้มากที่สุด

4. แบบจำลองสำหรับการทดสอบ (Prototype) แบบจำลองประเภทนี้ผู้สร้างต้องมีความชำนาญสูงในการใช้วัสดุ และขนาดสัดส่วนจะเหมือนของจริงทุกประการ แบบจำลองนี้ทำขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่องของแบบ และทำการแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ก่อนที่จะทำการสร้างหรือผลิตจริง

จากการศึกษาประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ได้แก่ แบ่งตามวัตถุประสงค์และหน้าที่ของแบบจำลอง แบ่งตามรูปแบบของการเป็นตัวแทน แบ่งตามประเภทของแบบจำลอง และแบ่งตามลักษณะการใช้งาน เป็นต้น

1.4 ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

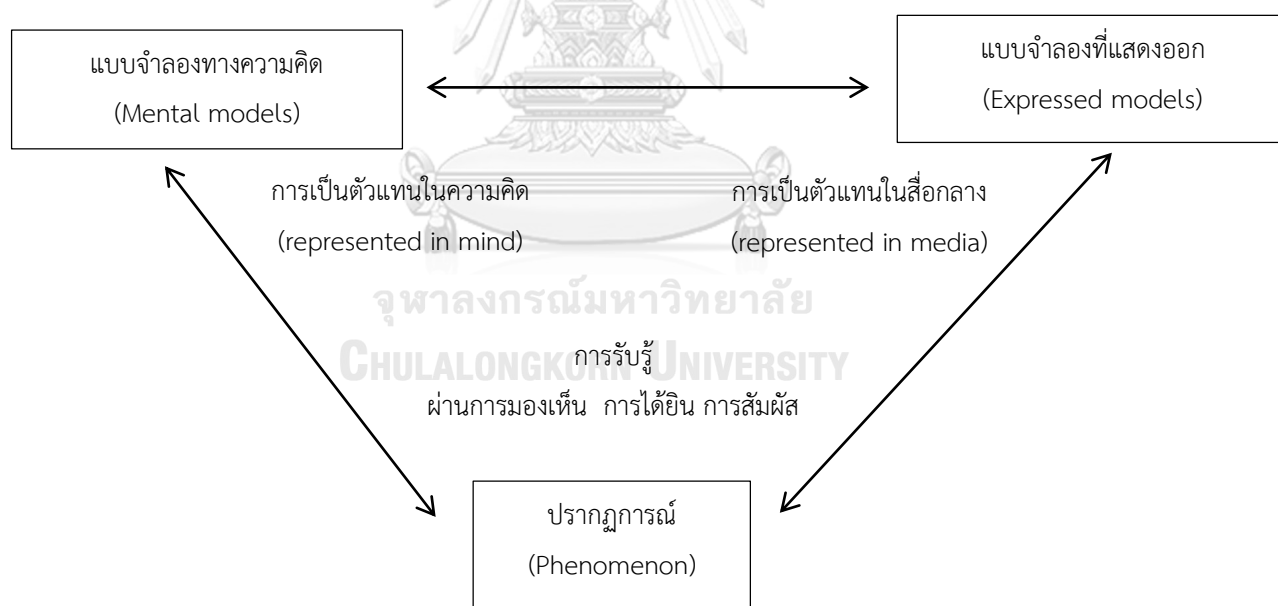
จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง พบว่า นักวิชาการ นักการศึกษา และหน่วยงานต่างๆ ระบุคำศัพท์เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ Modeling, Modelling Making model, Making scientific model และ Construct model โดยความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีหลายความหมาย ดังเช่น Lesh, Lester and Hjalmarson (2003) ได้ให้ความหมายว่า การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงถึงการใช้ตัวแทนความคิด รวมถึงการเขียนสัญลักษณ์ การพูด แผนภาพ หรือกราฟ นอกจากนี้การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ยังหมายถึง การออกแบบแบบจำลอง การอธิบายปรากฏการณ์ หรือระบบให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย (Yildirim, 2011) เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในแบบจำลองแบบต่างๆ และใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบ หรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ รวมถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556; 2561b) ซึ่งอาจนำเสนอแนวคิด หรือเหตุการณ์ในรูปของแผนภาพ ชิงงาน สมการ ข้อความ คำพูดและ/หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายความคิด วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้เช่นกัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ยังหมายถึง การสร้างและการปรับปรุงแบบจำลอง ซึ่งเป็นพื้นฐานหลักในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012)

จากการศึกษาความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ การนำเสนอข้อมูล ความคิด หรือเหตุการณ์ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยการออกแบบ การสร้าง และปรับปรุงแบบจำลองในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว สิ่งประดิษฐ์ แผนภาพ หรือกราฟ เป็นต้น

1.5 ความสัมพันธ์ของแบบจำลอง แบบจำลองทางความคิด แบบจำลองที่แสดงออก และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบจำลอง แบบจำลองทางความคิด แบบจำลองที่แสดงออก และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละคำล้วนมีความหมายที่แตกต่างกัน ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องศึกษาคำจำกัดความ และความสัมพันธ์ของคำเหล่านี้ เพื่อช่วยให้เข้าใจความหมาย และใช้ในการวางกรอบการวิจัยเกี่ยวกับแบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัย

แบบจำลอง คือ การเป็นตัวแทนของความคิด วัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการ หรือระบบ (Buckley & Boulter, 2000) ส่วนแบบจำลองทางความคิด (Mental models) เป็นตัวแทนภายใน (Internal representations) ของแต่ละบุคคลของความเป็นจริงภายนอกที่บุคคลใช้ในการสื่อสารสิ่งต่างๆ รอบตัว การสร้างแบบจำลองทางความคิด จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การรับรู้ และความเข้าใจของบุคคลนั้น (Jones, Ross, Lynam, Perez, & Leitch, 2011) หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองทางความคิด เป็นตัวแทนภายในของบุคคลที่แสดงความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ (Gobert & Buckley, 2000) โดยแบบจำลองทางความคิดที่แสดงต่อสาธารณะผ่านการกระทำ การพูด การเขียน หรือรูปแบบสัญลักษณ์อื่นๆ เรียกว่า แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed models) หรืออาจเรียกว่า การเป็นตัวแทน (Representations) ในการศึกษาคำว่า การเป็นตัวแทน จะหมายถึง การเป็นตัวแทนภายนอก (External representation) และ แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed models) ซึ่งความสัมพันธ์ของแบบจำลองทางความคิด แบบจำลองที่แสดงออกและปรากฏการณ์ แสดงได้ดังแผนภาพ (Buckley & Boulter, 2000)



แผนภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางความคิด แบบจำลองที่แสดงออก และปรากฏการณ์ (Buckley & Boulter, 2000)

จากแผนภาพแบบจำลองทางความคิดถูกใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์และสร้างแบบจำลองที่แสดงออก ซึ่งปรากฏการณ์จะส่งผลต่อแบบจำลองทางความคิดและแบบจำลองที่แสดงออก ส่วนแบบจำลองที่แสดงออกจะแสดงออกถึงปรากฏการณ์ที่บุคคลนั้นเลือกแล้ว จากแบบจำลองทางความคิด เมื่อแบบจำลองที่แสดงออกได้รับการยอมรับทางสังคม หลังจากการทดสอบหรือตรวจสอบโดยสังคมนักวิทยาศาสตร์จะกลายเป็นแบบจำลองฉันทามติ (Consensus models) และถ้าแบบจำลองฉันทามติ ใช้ในขอบเขตหรือการศึกษาวิทยาศาสตร์ จะเรียกว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific models) (Buckley & Boulter, 2000) ซึ่งนักเรียนจะสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองเกี่ยวกับกระบวนการทางธรรมชาติในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific ideas) แบบจำลองทางความคิดเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพและอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้เช่นเดียวกับแบบจำลองทางความคิดของนักวิทยาศาสตร์ (Taber, 2014)

1.6 ความสำคัญและปัญหาของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบจำลองวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเข้าใจวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Harrison & Treagust, 2000) เพราะการสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Justi, 2009) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการปฏิบัติในวิทยาศาสตร์ และเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Schwarz et al., 2009) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเพื่อช่วยอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย สามารถกระตุ้นนักเรียนให้วิเคราะห์ และประเมินความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งแบบจำลองยังเป็นเครื่องมือในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สามารถช่วยปรับปรุงการสร้างคำอธิบาย การทำนาย เป็นตัวแทนของสิ่งที่เป็นามธรรม (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003) แบบจำลองสามารถนำมาใช้ เพื่อนำเสนอปรากฏการณ์หลายอย่างที่มีความซับซ้อน (Taber & Akpan, 2016) และแบบจำลองสามารถนำไปใช้กับทุกสาขาวิชาในห้องเรียน และใช้ในการสอนได้ทุกระดับชั้น (Salisu & Ransom, 2014)

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลายประการ เช่น

- 1) แบบจำลองช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย (Kenyon, Schwartz, & Hug, 2008)
- 2) แบบจำลองช่วยในการสื่อสารความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นามธรรม (เช่น แรง โมเลกุล และดีเอ็นเอ) ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น (Oh & Oh, 2011)
- 3) แบบจำลองใช้ในการอธิบาย

และทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสื่อสารความคิดทางวิทยาศาสตร์กับผู้อื่น (Bryce et al., 2016) 4) แบบจำลองใช้เป็นตัวแทนของเป้าหมายและทำหน้าที่เป็น "สะพาน" ที่เชื่อมต่อทฤษฎีและปรากฏการณ์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สามารถสร้างแบบจำลองได้อย่างหลากหลาย เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจมีความคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่แตกต่างกัน (Oh & Oh, 2011) นักเรียนถูกคาดหวังให้มีความสามารถในการสร้างและใช้แบบจำลองที่หลากหลายเพื่ออธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ พัฒนาการสร้างและแก้ไขแบบจำลองบนพื้นฐานของความรู้ใหม่ (National Research Council, 2012)

เมื่อพิจารณาถึงปัญหาการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของโกเมส นาแฉ่ง (2554) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบ MCIS (Model-Centered Instruction Sequence) มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองในวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากธรรมชาติหรือลักษณะของวิชาฟิสิกส์มีความเป็นนามธรรมสูง แม้ว่าปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นจะมีอยู่จริงแต่อาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหรือสัมผัสไม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของณัฏฐนันท์ กัตติรัตน์ (2558) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIS (Model-Centered Instruction Sequence) ในวิชาเคมี ยังมีนักเรียนจำนวนอีกไม่น้อยที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุงการที่นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร อาจเนื่องจากนักเรียนต้องวาดสิ่งที่เป็นามธรรมซึ่งไม่สามารถมองเห็น หรือสัมผัสไม่ได้ออกมาเป็นรูปภาพ รวมทั้งต้องระบุสัญลักษณ์ต่างๆ ประกอบด้วยการวาดภาพเพื่อสื่อสารสิ่งที่มองไม่เห็นให้คนอื่นเข้าใจเป็นเรื่องที่ไม่ง่าย นอกจากนี้หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล (2559) ได้ศึกษาผลของการใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาชีววิทยา ยังพบปัญหา คือ การสร้างแบบจำลองต้องอาศัยกระบวนการแปลความหมายข้อมูล หากปรากฏการณ์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความยากต่อการทำความเข้าใจ ส่งผลทำให้นักเรียนแปลความหมายในรูปแบบของแบบจำลองได้ยาก และยังพบว่านักเรียนสามารถประเมินและปรับปรุงแบบจำลองได้ดีขึ้นหลังจากผ่านการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดผ่านไปเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ Rogers, Huddle, and White (2000) ได้ศึกษาความเข้าใจแบบจำลองของนักเรียนเกรด 8-11 พบว่านักเรียนยังไม่รู้บทบาท ข้อจำกัด และวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่ใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองของสิ่งต่างๆ เกิดขึ้นจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และจากการศึกษาพบว่าความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการปรับปรุง หรือแก้ไขภายหลังจากได้รับการเรียนการสอน และ Baek et al. (2011) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนเกรด 5 มีความพยายามที่จะสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ยังขาดการประยุกต์แบบจำลองไปสู่ปรากฏการณ์ใหม่ ซึ่งทำได้ยากเมื่อนักเรียนไม่ได้รับความช่วยเหลือจากครู

ดังจะเห็นได้ว่าปัญหาการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ยังต้องได้รับการพัฒนาในวิชาวิทยาศาสตร์ทุกสาขาทั้งวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาในทุกช่วงชั้นเพื่อให้ให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้ในการต่อยอดความรู้ต่อไป

1.7 องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการ และนักการศึกษา วิทยาศาสตร์ กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Schwarz et al. (2009) กล่าวถึงการสร้างแบบจำลองว่าต้องประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) องค์ประกอบในการสร้างแบบจำลอง (Elements of modeling practice) 2) การตระหนักรู้ในการสร้างแบบจำลอง (Metamodeling knowledge)

1. องค์ประกอบในการสร้างแบบจำลอง (Elements of modeling practice) มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1) สร้างแบบจำลอง (Construct models) เริ่มต้นที่แสดงความคิดหรือสมมติฐาน อภิปรายวัตถุประสงค์ และธรรมชาติของแบบจำลอง

1.2) เปรียบเทียบและประเมิน (Compare and evaluate) ตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ทำนาย และอธิบายแบบจำลองเปรียบเทียบกับหลักฐาน เพื่อประเมินและการแก้ไขแบบจำลอง

1.3) ปรับปรุงแบบจำลอง (Revise models) ทดสอบแบบจำลองกับทฤษฎีอื่นๆ ปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อให้สอดคล้องกับหลักฐานใหม่ เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของแบบจำลอง และสร้างแบบจำลองฉันทามติ

1.4) ใช้แบบจำลอง (Use models) เพื่อทำนาย หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ

2. การตระหนักรู้ในการสร้างแบบจำลอง (Metamodeling knowledge) คือ ความรู้ในการสร้างแบบจำลอง เป็นแนวทางในการปฏิบัติโดยช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการฝึกสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ธรรมชาติของแบบจำลอง 2) จุดประสงค์ของแบบจำลอง 3) เกณฑ์สำหรับการประเมิน และปรับปรุงแบบจำลอง ซึ่งแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของการตระหนักรู้ในการสร้างแบบจำลอง (Metamodeling knowledge)

องค์ประกอบ	คำอธิบาย
1. ธรรมชาติของแบบจำลอง (Nature of models)	1) แบบจำลองสามารถแสดงสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้และไม่สามารถเข้าถึงกระบวนการได้ 2) แบบจำลองที่ต่างกันสามารถให้ประโยชน์ต่างกัน 3) แบบจำลองมีข้อจำกัดในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ 4) แบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์ 5) แบบจำลองมีหลายประเภท เช่น แผนภาพ วัสดุ สถานการณ์จำลอง เป็นต้น
2. จุดประสงค์ของแบบจำลอง (Purpose of models)	1) แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ 2) แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสารสำหรับการถ่ายทอดความเข้าใจหรือความรู้ 3) แบบจำลองสามารถใช้เพื่อพัฒนาความเข้าใจใหม่ได้โดยการทำนายลักษณะใหม่ของปรากฏการณ์ 4) แบบจำลองสามารถใช้เพื่อแสดงตัวอย่าง อธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์
3. เกณฑ์สำหรับการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง (Criteria for evaluating and revising models)	1) แบบจำลองต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ 2) แบบจำลองจำเป็นต้องรวมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา

National Science Teachers Association (2011) กล่าวถึงองค์ประกอบของ
ความสามารถในสร้างแบบจำลองสำหรับนักเรียนระดับต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. นักเรียนเกรด K-2 การสร้างแบบจำลองของนักเรียนจะสร้างจากประสบการณ์เดิม
สำหรับการใช้ และการพัฒนาแบบจำลอง เช่น แผนภาพ การวาดภาพ การจำลองทางกายภาพ ที่
แสดงถึงเหตุการณ์ที่เป็นรูปธรรมหรือออกแบบการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความสามารถย่อย 4
ความสามารถ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การเปรียบเทียบแบบจำลอง
4) การพัฒนาแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดของความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน
เกรด K-2 ดังนี้

1.1) แยกแยะความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับวัตถุจริง

1.2) เปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อระบุและแยกแยะความแตกต่างของแบบจำลองได้

1.3) พัฒนาและ / หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบาย จำนวน หรือปริมาณที่สัมพันธ์กัน
เช่น ใหญ่กว่า เล็กกว่า

1.4) พัฒนาแบบจำลองอย่างง่าย โดยใช้หลักฐานเพื่อแสดงวัตถุต่างๆ

2. นักเรียนเกรด 3-5 การสร้างแบบจำลองของนักเรียนจะสร้างจากประสบการณ์เดิมจาก
เกรด K-2 เพื่อสร้าง และแก้ไขแบบจำลองอย่างง่าย และใช้แบบจำลองเพื่อแสดงเหตุการณ์ และ
ออกแบบการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความสามารถย่อย 4 ความสามารถ ได้แก่ 1) การสร้าง
แบบจำลอง 2) การแก้ไขแบบจำลอง 3) การใช้แบบจำลอง 4) การพัฒนาแบบจำลอง โดยมี
รายละเอียดของความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเกรด 3-5 ดังนี้

2.1) ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองต่าง ๆ

2.2) ร่วมมือกันพัฒนาและ / หรือแก้ไขแบบจำลองโดยใช้หลักฐานที่แสดง
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

2.3) พัฒนาแบบจำลองโดยใช้การเปรียบเทียบตัวอย่าง หรือสิ่งที่เป็นนามธรรมเพื่อ
อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือออกแบบการแก้ปัญหา

2.4) พัฒนาและ / หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายและ / หรือทำนายปรากฏการณ์

2.5) พัฒนาแผนภาพ หรือแบบจำลองอย่างง่าย เพื่อถ่ายทอดวัตถุ เครื่องมือหรือ
กระบวนการต่างๆ

2.6) ใช้แบบจำลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล หรือปฏิสัมพันธ์ของ
ธรรมชาติ

3. นักเรียนเกรด 6-8 การสร้างแบบจำลองของนักเรียนจะสร้างจากประสบการณ์จากเกรด K-5 เพื่อการพัฒนาการใช้ และการแก้ไขแบบจำลอง เพื่ออธิบาย ทดสอบ และทำนายปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมมากขึ้น และการออกแบบระบบ ประกอบด้วยความสามารถย่อย 4 ความสามารถ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การพัฒนาแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดของความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเกรด 6-8 ดังนี้

- 3.1) ประเมินข้อจำกัดของแบบจำลองต่าง ๆ
- 3.2) พัฒนาหรือปรับปรุงแบบจำลองโดยใช้หลักฐานเพื่อให้ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น หากตัวแปรหรือส่วนประกอบของระบบมีการเปลี่ยนแปลงไป
- 3.3) ใช้และ / หรือพัฒนาแบบจำลองอย่างง่าย โดยการใช้การคาดคะเนที่น้อยลง
- 3.4) พัฒนาและ / หรือแก้ไขแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร รวมถึงสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ แต่ทำนายปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
- 3.5) พัฒนาและ / หรือใช้แบบจำลองเพื่อทำนายและ / หรืออธิบายปรากฏการณ์
- 3.6) พัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายกลไกที่มองไม่เห็น
- 3.7) พัฒนาและ / หรือใช้แบบจำลองเพื่อสร้างข้อมูล ในการทดสอบความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และที่ไม่สามารถสังเกตได้

4. นักเรียนเกรด 9-12 การสร้างแบบจำลองของนักเรียนจะสร้างจากประสบการณ์ในเกรด K - 8 เพื่อการใช้ การสังเคราะห์ การพัฒนาแบบจำลอง เพื่อทำนายและแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในธรรมชาติ ประกอบด้วยความสามารถย่อย 4 ความสามารถ คือ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การพัฒนาแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดของความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเกรด 9-12 ดังนี้

- 4.1) ประเมินข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองที่แตกต่างกัน ของเครื่องมือ กระบวนการ กลไกหรือระบบเดียวกันเพื่อเลือกหรือแก้ไขแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดกับหลักฐาน
- 4.2) ออกแบบ การตรวจสอบแบบจำลองเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือ
- 4.3) พัฒนา แก้ไขและ / หรือใช้แบบจำลองบนพื้นฐานของหลักฐานเพื่อแสดงและ / หรือทำนายความสัมพันธ์ระหว่างระบบหรือระหว่างส่วนประกอบของระบบ
- 4.4) พัฒนาและ / หรือใช้แบบจำลองหลายประเภทเพื่อทำนายปรากฏการณ์โดยยึดตามข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง
- 4.5) พัฒนาแบบจำลองที่ซับซ้อน

4.6) พัฒนาและ / หรือใช้แบบจำลอง รวมถึงคณิตศาสตร์และการคำนวณ เพื่อสร้างข้อมูลเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์วิเคราะห์ระบบและ / หรือแก้ปัญหา

Papaevripidou, Nicolaou, and Constantinou (2014) กล่าวถึงองค์ประกอบของความ สามารถในการสร้างแบบจำลอง ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การปฏิบัติในการสร้างแบบจำลอง (Modeling practices) 2) ความรู้ในการสร้างแบบจำลอง (Meta-knowledge)

1. การปฏิบัติในการสร้างแบบจำลอง (Modeling practices) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1) การสร้างแบบจำลอง (Model construction) โดยแสดงรายละเอียดองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุมทุกองค์ประกอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา สามารถตีความ และอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ได้ อธิบายได้ว่าเหตุใดปรากฏการณ์จึงเกิดขึ้น และมีความสามารถในการทำนายปรากฏการณ์ได้

1.2) การใช้แบบจำลอง (Model use) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายว่าปรากฏการณ์เกิดขึ้นได้อย่างไร และใช้แบบจำลองเพื่อทำนายลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

1.3) การเปรียบเทียบแบบจำลอง (Model comparison) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบจำลองว่าดีหรือไม่ เปรียบเทียบ หรือตรวจสอบแบบจำลองจากความครอบคลุมของการเป็นตัวแทน รวมทั้งมีการตีความหรือทำนายปรากฏการณ์

1.4) การปรับปรุงแบบจำลอง (Model revision) หลังจากพิจารณาข้อจำกัด และความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของแบบจำลอง เช่น แบบจำลองขาดตัวแปร กระบวนการ หรือความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลอง จากนั้นปรับปรุงแบบจำลองเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ รวมทั้งมีการตีความแบบจำลอง เช่น การอธิบายว่าปรากฏการณ์เกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมจึงเกิดขึ้น

2. ความรู้ในการสร้างแบบจำลอง (Meta-knowledge) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการในการสร้างแบบจำลอง มีดังนี้

2.1.1) การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ เช่น การสังเกต การระบุตัวแปร กระบวนการ และปฏิสัมพันธ์ของปรากฏการณ์

2.1.2) การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง

2.1.3) การสร้างแบบจำลองบนพื้นฐานของข้อมูลที่รวบรวมได้

2.1.4) การเปรียบเทียบแบบจำลองกับปรากฏการณ์จริง หรือเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีอยู่กับแบบจำลองอื่น ๆ

2.1.5) การประเมินแบบจำลองเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของแบบจำลองที่ต้องการนำเสนอ

2.1.6) การปรับปรุงแบบจำลอง /การแก้ไขแบบจำลอง

2.1.7) การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

2.2 ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลอง มีดังนี้

2.2.1) แบบจำลองสามารถใช้ในการอธิบาย แสดงหรือเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ภายใต้สิ่งที่ศึกษา เช่น อธิบายกลไกของปรากฏการณ์ หรือใช้ทดสอบการทำนายเกี่ยวกับลักษณะของปรากฏการณ์

2.2.2) แบบจำลองสามารถใช้ในการทดสอบการทำนายเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของปรากฏการณ์

2.3 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง มีดังนี้

2.3.1) แบบจำลองทำหน้าที่ในการเป็นสื่อการสอน

2.3.2) แบบจำลองเป็นสิ่งที่ช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ หรือการจำลองสถานการณ์

2.3.3) แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร ช่วยในการทำความเข้าใจแนวคิดของเราเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2.3.4) แบบจำลองเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2.3.5) แบบจำลองเป็นเครื่องมือสำหรับการสร้าง และการทดสอบการทำนาย

Jong, Chiu, and Chung (2015) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งปรับมาจาก Liu and Chiu ในปี 2010 ไว้ 6 องค์ประกอบ คือ

1. การเลือกแบบจำลอง (Model selection) คือ การเลือกองค์ประกอบที่เหมาะสมของแบบจำลอง

2. การสร้างแบบจำลอง (Model construction) คือ การสร้างความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องและโครงสร้างขององค์ประกอบของแบบจำลอง

3. การตรวจสอบแบบจำลอง (Model validation) คือ การใช้ความสัมพันธ์และโครงสร้างของแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบ ตัดสิน ทดสอบหรือเปรียบเทียบความสอดคล้องของแบบจำลองกับสิ่งที่ต้องการอธิบาย

4. การวิเคราะห์แบบจำลอง (Model analysis) คือ การใช้แบบจำลองที่ผ่านการตรวจสอบแล้วเพื่อวิเคราะห์ปัญหา ข้อดี ข้อจำกัดของแบบจำลองที่สร้างขึ้น

5. การปรับใช้แบบจำลอง (Model deployment) คือ การใช้แบบจำลองที่ปรับแก้ไขแล้วในบริบทใหม่หรือสถานการณ์ที่คล้ายกัน

6. การปรับเปลี่ยนแบบจำลอง (Model reconstruction) คือ การปรับแก้ไขแบบจำลองโดยการเพิ่ม หรือลดองค์ประกอบของแบบจำลอง หรือเปลี่ยนรูปแบบจำลองใหม่ เมื่อแบบจำลองไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้

Pu, Zhou, and Zhao (2018) กล่าวถึงองค์ประกอบของการสร้างแบบจำลอง ซึ่งดัดแปลงมาจาก Chang and Chiu (2009) ไว้ 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเลือกแบบจำลอง (Model selection) คือ นักเรียนเลือกแบบจำลองจากความคิดของตนเอง

2. การสร้างแบบจำลอง (Model construction) คือ นักเรียนสร้างแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบและโครงสร้างที่เกี่ยวข้องของแบบจำลองที่เลือก

3. การตรวจสอบแบบจำลอง (Model validity) คือ หลังจากสร้างแบบจำลองเบื้องต้น นักเรียนตรวจสอบแบบจำลอง เพื่อพิจารณาว่าต้องแก้ไขแบบจำลองหรือไม่

4. การใช้แบบจำลอง (Model application) คือ หลังจากแก้ไขแบบจำลองแล้วนักเรียนสามารถใช้แบบจำลองที่ผ่านการตรวจสอบในการแก้ไขปัญหา ที่ความปัญหาในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้

5. การปรับใช้แบบจำลอง (Model deployment) คือ นักเรียนจะใช้แบบจำลองในสถานการณ์ใหม่

6. การปรับเปลี่ยนแบบจำลอง (Model reconstruction) คือ หากแบบจำลองที่ใช้ไม่สามารใช้เพื่ออ้างถึงสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายกันได้ นักเรียนจะรับรู้ข้อจำกัดของแบบจำลองแล้วพัฒนาแบบจำลองเพิ่มเติม

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา และองค์กรต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ในการสร้างแบบจำลอง

ผู้วิจัย/องค์กร (ปี ค.ศ.) องค์ประกอบ	Schwarz et al., (2009)	National Science Teachers Association (2011)	Papaevripidou, Nicolaou, and Constantinou, (2014)	Jong, Chiu, and Chung, (2015)	Pu, Zhou, & Zhao, (2018)
1. ธรรมชาติของแบบจำลอง	✓	✓	✓	-	-
2. จุดประสงค์ของแบบจำลอง	✓	✓	✓	-	-
3. เกณฑ์สำหรับการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง	✓	✓	✓	-	-
4. การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์	-	-	✓	-	-
5. การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง	-	✓	✓	-	-
6. การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	-	-	✓	-	-

ตารางที่ 3 วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านการปฏิบัติ

ผู้วิจัย/องค์กร (ปี ค.ศ.) องค์ประกอบ	Schwarz et al., (2009)	National Science Teachers Association (2011)	Papaevripidou, Nicolaou, and Constantinou, (2014)	Jong, Chiu, and Chung, (2015)	Pu, Zhou, & Zhao, (2018)
1.การเลือกแบบจำลอง คือ การเลือกแบบจำลองจากความคิดของตนเอง				✓	✓
2.การสร้างแบบจำลอง คือ การสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานและครอบคลุมองค์ประกอบของ ปรากฏการณ์	✓	✓	✓	✓	✓
3.การใช้แบบจำลอง คือ การใช้แบบจำลองเพื่อทำนาย หรืออธิบายปรากฏการณ์หรือ ใช้แบบจำลองเพื่อสร้างข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓
4.การประเมินแบบจำลอง/การเปรียบเทียบแบบจำลอง คือ การเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐาน รวมทั้งตรวจสอบ พิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง	✓	✓	✓	✓	✓
5.การปรับปรุงแบบจำลอง / การพัฒนาแบบจำลอง / การปรับเปลี่ยนแบบจำลอง คือ การพัฒนาหรือปรับปรุงแบบจำลองเมื่อพบข้อจำกัดของ	✓	✓	✓	✓	✓

ผู้วิจัย/องค์กร (ปี ค.ศ.) องค์ประกอบ	Schwarz et al., (2009)	National Science Teachers Association (2011)	Papaevripidou, Nicolaou, and Constantinou, (2014)	Jong, Chiu, and Chung, (2015)	Pu, Zhou, & Zhao, (2018)
แบบจำลอง โดยใช้หลักฐาน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา					

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง พบว่า องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) ความรู้ในการสร้างแบบจำลอง 2) กระบวนการปฏิบัติในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งจากการสืบค้นและวิเคราะห์ องค์ประกอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักการศึกษา และองค์กรต่างๆ องค์ประกอบของการปฏิบัติในการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วย 4 ความสามารถ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง (การเปรียบเทียบแบบจำลอง) 4) การปรับปรุงแบบจำลอง ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกแนวคิดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของ Papaevripidou, Nicolaou, and Constantinou (2014) เนื่องจากมีองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ในการสร้างแบบจำลอง และการปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองอย่างครอบคลุม

1.8 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีแนวทางในการวัดและการประเมินหลายแนวทาง ประกอบด้วย 1) แนวทางการวัดการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 2) แนวทางการประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1. แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) แบบสอบ (Test) 2) แบบประเมินภาระงาน (Assessment tasks)

1.1 แบบสอบ (Test) ลักษณะของข้อคำถามเป็นสถานการณ์ที่มีข้อมูลประกอบ ลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบให้เติมคำตอบโดยการวาดแบบจำลอง และอธิบายคำตอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Chang (2008) สร้างแบบสอบเพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ใช้แบบสอบการสร้างแบบจำลองโดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Modeling Test) ในเรื่องภาวะโลกร้อน ดังนี้

จากปัญหาที่เกิดจากสภาวะโลกร้อน นักวิจัยหลายท่านได้เริ่มสำรวจตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลก
ข้อมูลในตารางแสดงผลการศึกษาของนักวิจัย

ปี \ องค์ประกอบ	1210	1420	1670	1850	1940	2003
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) (ppm)	200	255	225	260	280	290
แก๊สมีเทน (CH ₄) (ppm)	350	410	380	440	480	485
อุณหภูมิผิวโลกได้ (°C)	-6	-2	-4	-3	0	+1

จากข้อมูลให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ให้นักเรียนวาดแผนภาพ (เช่น ตาราง แผนภูมิวงกลม และอื่นๆ) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน และอุณหภูมิผิวโลกได้
- จากแผนภาพที่นักเรียนวาดในข้อที่ 1 ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน และอุณหภูมิผิวโลกได้

Bamberger and Davis (2013) สร้างแบบสอบเพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน เกรด 6 โดยให้นักเรียนวาดแบบจำลอง เรื่องกลืน การระเหย และแรงเสียดทาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำถามที่ 1 เรื่องกลิ้ง

บิลล์และซอร์นาสงสัยว่าเขาจะได้กลิ้งจากเครื่องดับกลิ้งในสภาพอากาศเย็นหรืออากาศร้อนได้เร็วกว่ากัน พวกเขาจึงทำการทดลองให้สภาพห้องมีอุณหภูมิต่ำ (50°F) และวัดเวลาที่ได้กลิ้งหลังจากเสียบปลั๊กเครื่องดับกลิ้ง วันต่อมาพวกเขาทำการทดลองในห้องเดียวกันแต่ทำในสภาพอากาศที่อุณหภูมิสูง (85°F) และวัดเวลาที่ได้กลิ้งหลังจากเสียบปลั๊กเครื่องดับกลิ้งเช่นเดิมให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการทำการทดลองของบิลล์และซอร์นา คือข้อใด ให้นักเรียนวงกลมข้อที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่กำหนดให้

ก. กลิ้งเคลื่อนที่ถึงประตูใช้เวลาเท่ากันทั้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง

☒ ข. กลิ้งเคลื่อนที่ถึงประตูได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 85°F

ค. กลิ้งเคลื่อนที่ถึงประตูได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 50°F

2. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองที่ช่วยอธิบายตัวเลือกในข้อ 1. (แบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นควรแสดงว่าทำไมกลิ้งจึงเคลื่อนที่จากที่อุณหภูมิหนึ่งเร็วกว่าอีกอุณหภูมิหนึ่ง)



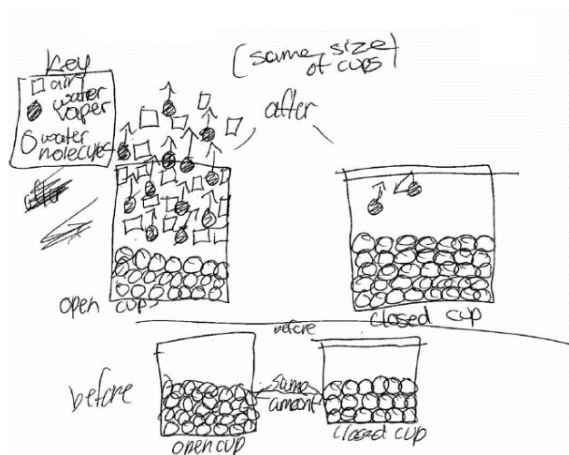
แผนภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบจำลอง เรื่องกลิ้ง

จากงานวิจัยของ Bamberger and Davis (2013)

คำถามข้อที่ 2 เรื่อง การระเหย

เทน้ำปริมาณเท่ากันลงในแก้วที่มีขนาดเท่ากัน 2 ใบ จากนั้นปิดฝาแก้วใบที่ 1 ส่วนแก้วใบที่ 2 ไม่ต้องปิดฝา จากนั้นทิ้งแก้วทั้ง 2 ใบไว้เป็นเวลา 3 วัน พบว่าระดับน้ำในแก้วใบที่ 2 ที่ไม่ได้ปิดฝาน้อยกว่าแก้วใบที่ 1 ที่ปิดฝา

1. ให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดระดับน้ำในแก้วที่เปิดฝาจึ้นน้อยกว่าแก้วที่ปิดฝ
2. ให้นักเรียนวาดภาพเพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดระดับน้ำในแก้วที่เปิดฝาจึ้นน้อยกว่าแก้วที่ปิดฝ (ใช้คำหรือประโยคที่ช่วยในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น)

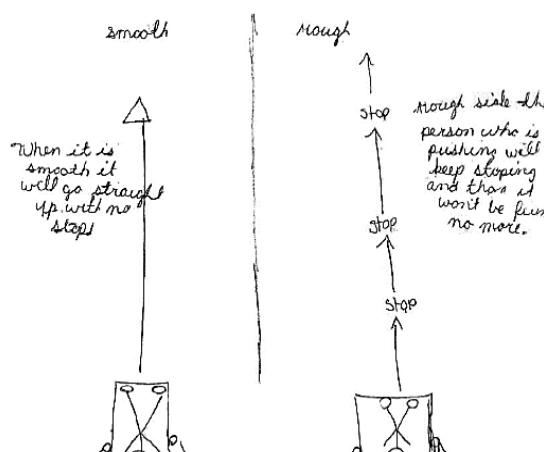


แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองเรื่อง การระเหย
จากงานวิจัยของ Bamberger and Davis (2013)

คำถามข้อที่ 3 เรื่องแรงเสียดทาน

นักเรียนและเพื่อนกำลังสนุกสนานกับการผลักกล่องกระดาษไปรอบๆ บ้าน ที่มีพื้นผิวเรียบและกล่องเคลื่อนที่ได้เร็วมาก แต่เมื่อผลักกล่องไปยังพื้นที่มีผิวขรุขระพบว่าต้องออกแรงในการลากกล่องมากขึ้น และกล่องเคลื่อนที่ช้าลง

1. ให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดกล่องจึงเคลื่อนที่ได้เร็วบนพื้นที่มีผิวเรียบ และเคลื่อนที่ช้าบนพื้นที่มีผิวขรุขระ
2. ให้นักเรียนวาดภาพเพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดกล่องจึงเคลื่อนที่ได้เร็วบนพื้นที่มีผิวเรียบ และเคลื่อนที่ช้าบนพื้นที่มีผิวขรุขระ (ใช้คำหรือประโยคที่ช่วยในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น)



แผนภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบจำลองเรื่อง แรงเสียดทาน
จากงานวิจัยของ Bamberger and Davis (2013)

1.2 แบบประเมินภาระงาน (Assessment tasks)

Papaevripidou et al. (2014) ให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศนศาสตร์การทดลองแล้วตอบคำถาม ซึ่งมีลักษณะของการประเมิน ดังนี้

ศึกษาวิดีโอแสดงการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของทรงกลมที่ตกลงอย่างอิสระ และทรงกลมที่เคลื่อนที่ในแนวระดับ (horizontal velocity)



ทรงกลมที่ตกลงอย่างอิสระ



ทรงกลมที่เคลื่อนที่ในแนวระดับ

แผนภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของทรงกลมอย่างอิสระและการเคลื่อนที่ของทรงกลมที่เคลื่อนที่ในแนวระดับ

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดง และอธิบายการทดลองที่สังเกตหรือปรากฏการณ์ โดยใช้คำพูด การวาดรูป หรือแบบจำลองในรูปแบบใดก็ได้

2. แนวทางการประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แนวทางการประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์แบบแยกแยะประเด็น (Analytical Rubrics) ซึ่งใช้ประเมินความสามารถ 2 ด้าน ได้แก่ 1) การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น

2.1 การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Schwarz et al. (2009) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ด้าน 1) ด้านการสร้างและการใช้แบบจำลอง 2) ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง โดยมีตัวอย่างดังนี้ ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสร้างและการใช้แบบจำลอง Schwarz et al. (2009)

แบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 4 ระดับ ตามความสามารถ

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถ
4	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อช่วยในการคิดของตนเอง - นักเรียนพิจารณาว่าโลกมีแบบจำลองที่หลากหลาย - นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อตั้งคำถามใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
3	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองที่หลากหลายเพื่ออธิบายและทำนายลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง - นักเรียนแสดงว่าแบบจำลองซึ่งเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนการคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือปรากฏการณ์ใหม่ - นักเรียนพิจารณาทางเลือกในการสร้างแบบจำลองบนพื้นฐานของการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อดีและข้อจำกัดสำหรับการอธิบายและทำนายแบบจำลองที่เลือก
2	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อแสดงและอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งสอดคล้องกับหลักฐาน - นักเรียนแสดงว่าแบบจำลองมีความหมายในการสื่อสารความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถ
	มากกว่าเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนการคิดของตนเอง
1	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองซึ่งแสดงตัวอย่างของปรากฏการณ์เพียงอย่างเดียว - นักเรียนไม่สามารถแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดความรู้ใหม่แต่มองว่าแบบจำลองเป็นวิธีในการแสดงให้ผู้อื่นเห็นว่าปรากฏการณ์เป็นอย่างไร

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง Schwarz et al. (2009)

แบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 4 ระดับ ตามความสามารถ

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถ
4	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทำให้การอธิบายดีขึ้นมากกว่าก่อนที่จะได้รับหลักฐานสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงแบบจำลอง เพื่อพัฒนาคำถามที่สามารถถูกทดสอบด้วยหลักฐานจากปรากฏการณ์ - นักเรียนประเมินแบบจำลองที่สมบูรณ์โดยพิจารณาลักษณะร่วมของแบบจำลอง เพื่อทำให้การทำนายและการอธิบายดีขึ้น
3	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้รับมากขึ้น เพื่อพัฒนาการอธิบายให้ดีขึ้น - นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลอง และเห็นองค์ประกอบที่แตกต่างหรือความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับหลักฐานที่สมบูรณ์มากขึ้น และมีการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์มากขึ้น
2	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองบนพื้นฐานของข้อมูลจากครู ตำราเรียน หรือเพื่อน มากกว่าหลักฐานที่รวบรวมมาจากปรากฏการณ์หรือการอธิบายใหม่ๆ - นักเรียนปรับปรุงเพื่อแก้ไขรายละเอียด ความชัดเจน และเพิ่มข้อมูลใหม่ โดยไม่ได้คำนึงถึงการอธิบายแบบจำลอง หรือความสอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว
1	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนไม่ได้คาดหวังว่าการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองจะเปลี่ยนความเข้าใจใหม่ แต่สนใจแบบจำลองในแง่ความสมบูรณ์ของคำตอบที่ถูกหรือผิด - นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อประเมินว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่ดีหรือไม่ดีของปรากฏการณ์

Baek et al. (2011) สร้างเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ด้าน 1) ด้านการสร้างและการใช้แบบจำลอง 2) ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง ดังนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสร้างและการใช้แบบจำลอง Baek et al. (2011)

แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ประเด็น และเกณฑ์การประเมินออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
1. ลักษณะของแบบจำลองและการรับรู้ในการปฏิบัติสร้างแบบจำลอง	ใช้แบบจำลองที่เป็นตัวแทนของสิ่งที่จริงและสัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5	สร้างและใช้เพื่อแสดงสิ่งต่างๆ ที่ไม่สามารถสัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น แรง พลังงาน เป็นต้น	สร้างและใช้แบบจำลองเพื่อแสดง ทำนายลักษณะของปรากฏการณ์	สร้างและใช้แบบจำลองเพื่อการสังเกตปรากฏการณ์และการตั้งคำถามใหม่ๆ
2. การสื่อสารโดยใช้แบบจำลอง	สร้างหรือใช้แบบจำลองเพื่อแสดงลักษณะของสิ่งต่างๆ แต่ขาดจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนในการสนับสนุนความเข้าใจหรือการสื่อสาร	สร้างหรือใช้แบบจำลองเพื่อแสดงสิ่งที่ตนเองคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์	สร้างหรือใช้แบบจำลองเพื่อช่วยในการสื่อสารสิ่งที่ตนเองคิดหลักฐาน กลไกหรือกระบวนการไปยังบุคคลอื่น	สร้างและใช้แบบจำลองเพื่อสื่อสารกับบุคคลอื่นด้วยแนวคิดของตนเอง
3. หลักฐานในการสร้างแบบจำลอง	สร้างหรือใช้แบบจำลองจากความพอใจของตนเองโดยปราศจาก	สร้างหรือใช้แบบจำลองจากแหล่งอ้างอิง การสังเกตหรือหลักฐานจากการ	สร้างและใช้แบบจำลองด้วยเหตุผลที่สนับสนุนซึ่งมาจากความรู้การสังเกตหรือ	-

รายการ ประเมิน	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
	หลักฐาน สนับสนุน	ทดลอง	หลักฐานจากการ ทดลอง	
4. ความสัมพันธ์ ระหว่าง แบบจำลองกับ ปรากฏการณ์	ใช้แบบจำลอง แสดงหรือบอก รายละเอียดทั่วไป โดยไม่แสดง ความสัมพันธ์กับ ปรากฏการณ์	สร้างหรือใช้ แบบจำลองเพื่อ อธิบายรายละเอียด ทั่วไปที่สัมพันธ์กับ ปรากฏการณ์	สร้างและใช้เพื่อ อธิบายกลไก กระบวนการหรือ ความสัมพันธ์ ระหว่าง องค์ประกอบของ แบบจำลองกับ ปรากฏการณ์	สร้างและใช้ แบบจำลองเพื่อ อธิบาย ปรากฏการณ์ใหม่ ที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านการปรับปรุง
แบบจำลอง Baek et al. (2011)

แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ประเด็น และเกณฑ์การประเมินออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

รายการ ประเมิน	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
1. ลักษณะ ของ แบบจำลอง และการรับรู้ ในการปฏิบัติ สร้าง แบบจำลอง	ปรับปรุง แบบจำลองเมื่อ แบบจำลองเดิมไม่ ถูกต้อง	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ ทำให้เป็นตัวแทน ที่ดีกว่าเดิม โดย การเพิ่มหรือนำ ลักษณะของ ปรากฏการณ์ออก โดยไม่ได้กล่าวถึง ปรากฏการณ์ อื่นๆ	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อทำ ให้แบบจำลองมี ความชัดเจนมาก ขึ้น เพื่อนำไปใช้กับ ปรากฏการณ์ที่ หลากหลายมาก ขึ้น	ปรับปรุง แบบจำลองเดิม เพื่อก่อให้เกิด คำถามใหม่ๆ เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์

รายการ ประเมิน	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
2. การสื่อสาร โดยใช้ แบบจำลอง	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ แสดงลักษณะของ สิ่งต่างๆ แต่ขาด จุดมุ่งหมายที่ ชัดเจนในการ สนับสนุนความ เข้าใจหรือการ สื่อสาร	ปรับปรุง แบบจำลองโดย พิจารณาว่า แบบจำลอง สามารถสะท้อน ความคิดของตน ได้อย่างไร หรือ ผู้อื่นสามารถ เข้าใจแบบจำลอง ที่ตนเองสร้างขึ้น ได้อย่างไร	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ ช่วยในการสื่อสาร สิ่งที่ตนเองคิด หลักฐาน กลไก หรือกระบวนการ ไปยังบุคคลอื่น	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ สื่อสารกับบุคคล อื่นด้วยแนวคิด ของตนเอง
3. หลักฐานใน การสร้าง แบบจำลอง	ปรับปรุง แบบจำลองจาก ความพอใจของ ตนเอง เช่น สี รูปร่าง ขนาด	ปรับปรุง แบบจำลองจาก แหล่งอ้างอิง การ สังเกตหรือ หลักฐานจากการ ทดลอง	ปรับปรุง แบบจำลองด้วย เหตุผลที่สนับสนุน ซึ่งมาจากความรู้ การสังเกตหรือ หลักฐานจากการ ทดลอง	-
4. ความสัมพันธ์ ระหว่าง แบบจำลอง กับ ปรากฏการณ์	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ แสดงหรือบอก รายละเอียดทั่วไป โดยไม่แสดง ความสัมพันธ์กับ ปรากฏการณ์	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ อธิบาย รายละเอียดทั่วไป สัมพันธ์กับ ปรากฏการณ์ แต่ ขาดการอธิบาย	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ แก้ไขการอธิบาย กลไก กระบวนการ หรือความสัมพันธ์ ระหว่าง องค์ประกอบของ แบบจำลองกับ ปรากฏการณ์	ปรับปรุง แบบจำลองเพื่อ อธิบาย ปรากฏการณ์ ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

Papaevripidou et al. (2014) สร้างเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองออกเป็น แบ่งเป็น 6 ระดับความสามารถ ดังนี้

ตารางที่ 8 ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง	คำอธิบายระดับความสามารถ
ระดับ 1	แบบจำลองแสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ไม่ครบถ้วน องค์ประกอบส่วนใหญ่ของปรากฏการณ์หายไป ขาดการตีความ และแบบจำลองไม่สามารถใช้ในการทำนายได้
ระดับ 2	แบบจำลองแสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ แสดงองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปรากฏการณ์ แต่ขาดการตีความ และแบบจำลองไม่สามารถใช้ในการทำนายได้
ระดับ 3	แบบจำลองแสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ เช่น แสดงองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปรากฏการณ์ มีการตีความ และอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ได้ แต่แบบจำลองไม่สามารถใช้ในการทำนายได้
ระดับ 4	แบบจำลองแสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ เช่น แสดงองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปรากฏการณ์ มีการอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ได้ รวมทั้งตีความเชิงสาเหตุที่อธิบายว่าเหตุใดปรากฏการณ์จึงเกิดขึ้นและเกิดอย่างไร แต่แบบจำลองไม่สามารถใช้ในการทำนายได้
ระดับ 5	แบบจำลองแสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ เช่น แสดงองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปรากฏการณ์ มีการอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ได้ รวมทั้งตีความเชิงสาเหตุที่อธิบายว่าเหตุใดปรากฏการณ์จึงเกิดขึ้นและเกิดอย่างไร และแบบจำลองสามารถใช้ในการทำนายได้บางส่วน

ระดับความสามารถในการ สร้างแบบจำลอง	คำอธิบายระดับความสามารถ
ระดับ 6	แบบจำลองแสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ เช่น แสดงองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปรากฏการณ์ มีการอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ได้ รวมทั้งตีความเชิงสาเหตุเพื่ออธิบายว่าเหตุใดปรากฏการณ์จึงเกิดขึ้นและเกิดอย่างไร และแบบจำลองสามารถใช้ในการทำนายได้

2. การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น

Pluta, Chinn, and Duncan (2011) สร้างเกณฑ์การประเมินแบบจำลองที่เป็นผลงานทางวิทยาศาสตร์ ใช้สำหรับประเมินลักษณะที่ดีของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) เป้าหมายของแบบจำลอง (Goals of models) 2) องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model constituents) 3) องค์ประกอบสื่อสาร (Communicative elements) 4) หลักฐาน (Evidential criteria) 5) องค์ประกอบของความรู้ (Epistemic elements) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เป้าหมายของแบบจำลอง (Goals of models) ประกอบด้วย

1.1) การอธิบาย คือ การใช้คำที่ชัดเจนในการอธิบาย หรือใช้ภาษาในการบรรยายอื่นๆ เช่น แสดง อย่างไร และทำไม

1.2) การพรรณนา คือ การใช้คำที่ชัดเจนในการอธิบาย เช่น ใช้รูปภาพในการสื่อความหมาย

1.3) การให้ข้อมูล คือ การให้ข้อเสนอแนะแบบจำลองประกอบด้วยชิ้นส่วน ข้อมูล หรือข้อเท็จจริง

1.4) การตอบคำถาม คือ การรวมความคิดที่เป็นแบบอย่าง ให้คำตอบสำหรับปัญหา

1.5) ตัวอย่าง คือ การแสดงแบบจำลองเป็นภาพประกอบ คำอธิบายแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นนามธรรม

1.6) ข้อมูล คือ การให้ข้อมูลประกอบอย่างชัดเจน

2. องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model constituents) ประกอบด้วย

- 2.1) รูปภาพ คือ การใช้รูปภาพประกอบอย่างชัดเจน
- 2.2) คำ คือ การอ้างอิงการใช้คำ ข้อความและภาษาในแบบจำลอง
- 2.3) แผนภาพ คือ การใช้แผนภาพอย่างชัดเจน
- 2.4) การระบุ คือ การทำสัญลักษณ์หรือป้ายกำกับ
- 2.5) ลูกศร คือ การใช้ลูกศรแสดงอย่างชัดเจน
- 2.6) ภาพ คือ การใช้ภาพที่ชัดเจน
- 2.7) ชื่อเรื่อง คือ การใช้ชื่อเรื่องที่ชัดเจน
- 2.8) การวาดรูป คือ การใช้การวาดภาพอย่างชัดเจน

3. องค์ประกอบการสื่อสาร (Communicative elements) ประกอบด้วย

- 3.1) ความชัดเจน คือ การแสดงแบบจำลองที่เข้าใจง่ายและชัดเจน
- 3.2) การจัดการ คือ การจัดการองค์ประกอบความเรียบร้อยของแบบจำลอง เช่น มีการใช้ลูกศรแสดงอย่างเหมาะสม มากหรือน้อยเกินไป
- 3.3) การสื่อสารไปยังบุคคลอื่น คือ แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ หรือประชาชนทั่วไป
- 3.4) รายละเอียด คือ การแสดงรายละเอียดของแบบจำลองอย่างชัดเจน
- 3.5) ความซับซ้อน คือ ความซับซ้อนของแบบจำลองไม่ควรมากเกินไป
- 3.6) ลำดับ คือ การแสดงแบบจำลองที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน เช่น ขั้นตอน วัฏจักร

4. หลักฐาน (Evidential criteria) ประกอบด้วย

- 4.1) หลักฐาน คือ การใช้หลักฐานที่ชัดเจนเพื่อสนับสนุนแบบจำลอง
- 4.2) การสนับสนุนอื่น ๆ คือ หลักฐานอื่น ๆ ที่สนับสนุนแบบจำลอง
- 4.3) คุณภาพ คือ คุณภาพของหลักฐาน หรือเหตุผล เช่น หลักฐานควรมีความเป็นจริง
- 4.4) ปริมาณ คือ ปริมาณของหลักฐานและเหตุผล เช่น หลักฐานต้องมีหลายชิ้น
- 4.5) เหตุผล คือ การให้เหตุผลอย่างชัดเจน

5. องค์ประกอบของความรู้ (Epistemic elements) ประกอบด้วย

- 5.1) คุณภาพของการอธิบาย/การพรรณนาข้อมูล คือ การอธิบาย หรือพรรณนาข้อมูลของแบบจำลอง
- 5.2) ความถูกต้อง คือ การให้ความสำคัญกับแนวคิดและความถูกต้องของแบบจำลอง

5.3) ความน่าสนใจ คือ การสร้างแบบจำลองควรมีความน่าสนใจหรือความคิดสร้างสรรค์

5.4) ความเป็นจริง คือ การใช้คำที่เป็นจริงอย่างชัดเจน

5.5) คุณภาพ คือ การให้คำอธิบายกับแบบจำลอง จะทำให้แบบจำลองเป็นแบบจำลองที่ดีมี

คุณภาพ

Nelson and Davis (2012) ทำการศึกษาโดยให้นักศึกษาครูประเมินแบบจำลองของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่สร้างขึ้น โดยมีเกณฑ์การประเมินแบบจำลอง 7 เกณฑ์ ดังนี้

1. การสร้างความเข้าใจ คือ การอธิบาย หรือการทำความเข้าใจของผู้สร้างแบบจำลอง ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจว่าเกิดอะไรขึ้น

2. การสื่อสาร คือ การสื่อสารแบบจำลองได้อย่างชัดเจน สมบูรณ์

3. ความสอดคล้องกับหลักฐาน คือ ความถูกต้องของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือแบบจำลองต้องสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เช่น แบบจำลองไม่แสดงการควบแน่นบนแผ่นพลาสติกที่นักเรียนสังเกตได้ในการทดลอง

4. ความเรียบร้อย คือ ความประณีต มีการแสดงลูกศร การเขียนลูกศรแสดงส่วนประกอบ กำหนดชื่อเรื่อง ความเรียบร้อยของแบบจำลอง

5. การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ คือ การเปรียบเทียบแบบจำลองกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เช่น แบบจำลองนี้สามารถใช้อธิบายการเกิดหมอกบนหน้าต่างรถยนต์

6. กลไกหรือกระบวนการ คือ การแสดงการเปลี่ยนแปลง กระบวนการ กลไก สาเหตุ ตัวแปรหรือปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ เช่น แบบจำลองไม่ได้อธิบายว่าเพราะเหตุใดการระเหยและการควบแน่นจึงเกิดขึ้น

7. การใช้คำในการอธิบาย คือ การใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ หรือการใช้คำศัพท์อย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนใช้คำว่า “การระเหย” เพื่อการคำอธิบายในแบบจำลอง

Bamberger and Davis (2013) ประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากผลงานของนักเรียน เกรด 6 โดยให้นักเรียนวาดแบบจำลอง เรื่อง กลิ่น การระเหย และแรงเสียดทาน จากนั้นใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากผลงานของนักเรียน โดยมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การอธิบาย (Explanation) นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อแสดงและอธิบาย โดยใช้กลไก เพื่อแสดงการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์โดยสอดคล้องกับหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้น

2. การเปรียบเทียบ (Comparativeness) นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลอง แสดงความแตกต่างของแบบจำลองก่อนและหลังจบกระบวนการได้ หรือแสดงความแตกต่างของแบบจำลองที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ต่างกัน

3. ความเป็นนามธรรม (Abstraction) นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ในระดับใหญ่ เช่น คลื่น แรง เป็นต้น หรือในระดับเล็ก เช่น โมเลกุล การเคลื่อนที่ของอนุภาค เป็นต้น หรือองค์ประกอบที่มองเห็นได้ เช่น คน ประตุ เป็นต้น

4. การระบุองค์ประกอบของแบบจำลอง (Labelling) นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของแบบจำลองได้ เพื่อสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองที่ช่วยในการสื่อสารความคิดกับผู้อื่น

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากผลงานของนักเรียน

ระดับ	การอธิบาย	การเปรียบเทียบ	ความเป็นนามธรรม	การระบุองค์ประกอบของแบบจำลอง
1	ไม่มีการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป	ไม่มีการเปรียบเทียบแบบจำลอง อธิบายเพียง 1 สถานการณ์เท่านั้น	แสดงแบบจำลองที่มองเห็นได้เท่านั้น เช่น ที่ดับกลืน คน ประตุ ถ้วย เป็นต้น	ไม่มีการระบุค่าสำคัญของแบบจำลอง
2	อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงด้วยเหตุและผล แสดงลูกศรแสดงการเคลื่อนที่ของกลืนในลักษณะของคลื่นหรืออนุภาค แต่ไม่ได้อธิบาย	เปรียบเทียบแบบจำลองเพียง 1 สถานการณ์เท่านั้น โดยใช้คำเปรียบเทียบ เช่น เร็วกว่า ช้ากว่า	แสดงแบบจำลองที่มองเห็นไม่ได้ เช่น คลื่น โมเลกุล การเคลื่อนที่ของโมเลกุล	ระบุค่าสำคัญของแบบจำลองบางส่วน

ระดับ	การอธิบาย	การเปรียบเทียบ	ความเป็นนามธรรม	การระบุองค์ประกอบของแบบจำลอง
	เหตุผลเกี่ยวกับความแตกต่างของอุณหภูมิ			
3	อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงด้วยเหตุและผล เขียนอธิบายผลจากความแตกต่างของอุณหภูมิ	เปรียบเทียบแบบจำลองอย่างชัดเจนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นทั้ง 2 สถานการณ์	แสดงองค์ประกอบที่มองไม่เห็น มีการแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ	ระบุสำคัญของแบบจำลองครบทุกองค์ประกอบ

นอกจากนี้ Bamberger and Davis (2013) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทั่วไป ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 มิติ โดยปรับมาจาก Schwarz et al. (2009) ดังนี้

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินแบบจำลองจากผลงาน

ขมิตี	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
การเป็นตัวแทน	แสดงแบบจำลองที่ไม่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์	แสดงแบบจำลองที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ ขาดความแตกต่างของแบบจำลองและประยุกต์แบบจำลองกับเหตุการณ์ใหม่โดยไม่สามารถนำไปใช้ได้กับปรากฏการณ์ที่หลากหลาย	แสดงแบบจำลองมากกว่า 1 แบบจำลองและประยุกต์แบบจำลองได้กับปรากฏการณ์ที่หลากหลาย
การสื่อสาร	แสดงให้เห็นว่าสิ่งที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร แต่ไม่ชัดเจนในการสื่อสารให้	แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสะท้อนความคิดของผู้สร้างแต่ไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่น	แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถสื่อสารความคิดของตนเอง ที่สอดคล้องกับ

ขมิตี	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
	ผู้อื่นเข้าใจ	เข้าใจได้	หลักฐาน และกลไกให้ผู้อื่นเข้าใจได้
หลักฐาน	ไม่มีหลักฐานสนับสนุนแบบจำลอง	วาดภาพสนับสนุนจากเนื้อหาที่เรียนรู้ ความรู้ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์	วาดภาพสนับสนุน จากหลักฐานทางเชิงประจักษ์ โดยมีเหตุผลสนับสนุน ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์
การอธิบาย	แสดงแบบจำลองแต่ ไม่มีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองและปรากฏการณ์	อธิบายหรือทำนายแบบจำลองได้ไม่ชัดเจน ไม่มีการอธิบายกลไกหรือกระบวนการของแบบจำลอง	พยายามอธิบายกลไกหรือกระบวนการในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์

จากการศึกษาแนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีการประเมิน 2 ส่วน ได้แก่ 1) การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินผลงานแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2. เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม โดยนำเสนอเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

- 2.1 ความหมายของการทำงานเป็นทีม
- 2.2 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม
- 2.3 ความหมายของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม
- 2.4 องค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม
- 2.5 แนวทางการวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

2.1 ความหมายของการทำงานเป็นทีม

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีนักวิชาการ และนักการศึกษาให้ความหมายของการทำงานเป็นทีมไว้ ดังนี้

Harris and Harris (1996) ได้ให้ความหมายของการทำงานเป็นทีมว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การทำงานที่มีวัตถุประสงค์เดียวกัน ซึ่งสมาชิกในทีมจะพัฒนาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือภารกิจ นอกจากนี้ Dickinson and McIntyre (1997) กล่าวว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง พฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการแบ่งปันข้อมูล ทรัพยากร มีการประสานงาน และร่วมมือกันทำงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน และ การทำงานเป็นทีม ยังหมายถึง การรวมตัวกันของคนจำนวนหนึ่งที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในช่วงเวลาหนึ่ง กลุ่มที่จะสามารถพัฒนาเป็นทีมได้ต้องเกิดจากคนที่มารวมตัวกันต้องมีการรับรู้ในตนเอง มีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เพื่อการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ร่วมกัน มีการประเมิน รับผิดชอบ และเน้นการแก้ไขปัญหาเพื่อมุ่งสู่ความสำเร็จไปที่เป้าหมายเดียวกันร่วมกัน ตามแนวคิดของ Johnson and Johnson (2003) ซึ่งสอดคล้องกับ Zayed and Kamel (2005) ซึ่งกล่าวว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่คน 2 คนหรือมากกว่า 2 คน พึ่งพาซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์และมีอิทธิพลต่อกัน เพื่อที่จะบรรลุความสำเร็จร่วมกัน และ การทำงานเป็นทีมต้องมี การรวมกันระหว่างการมีทักษะ ปฏิสัมพันธ์ ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งจำเป็นที่สมาชิกในกลุ่มต้องใช้ในการทำงานร่วมกัน สมาชิกทุกคนมีบทบาทหน้าที่ของตน มุ่งทำงานไปที่เป้าหมายเดียวกัน ซึ่งให้ผลลัพธ์มากกว่าการทำงานคนเดียว (Crebert, Patrick, Cragolini, Smith, Worsfold, and Webb, 2011) นอกจากนี้ทีศนา แฉมมณี (2545) ให้ความหมายของการทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่กลุ่มบุคคลเข้ามาร่วมปฏิบัติงาน ร่วมกัน และทุกคนในกลุ่มมีบทบาทในการช่วยดำเนินงานของกลุ่ม มีการติดต่อสื่อสาร ประสานงาน และตัดสินใจร่วมกัน เพื่อให้งานบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย เพื่อประโยชน์ร่วมกันของทีม และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561b) ให้ความหมายของการทำงานเป็นทีม หมายถึง การแสดงความสามารถในการทำงานร่วมกับกลุ่มคนต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพและให้เกียรติ มีความยืดหยุ่นและยินดีที่จะประนีประนอม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการทำงาน พร้อมทั้งยอมรับและแสดงความรับผิดชอบต่องานที่ทำร่วมกัน และเห็นคุณค่าของผลงานที่พัฒนาขึ้นจากสมาชิกแต่ละคนในทีม

จากการศึกษาความหมายของการทำงานเป็นทีม สรุปได้ว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การทำงานร่วมกันของบุคคลคน 2 คนหรือมากกว่า 2 คน ที่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีการแบ่งปัน

ข้อมูล การแลกเปลี่ยนข้อมูล แสดงความคิดเห็น และมีการตัดสินใจร่วมกัน ทุกคนมีบทบาทหน้าที่ของตนและมุ่งทำงานไปที่เป้าหมายเดียวกัน

2.2 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม

Tarricone and Luca (2002) อธิบายองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. มีความรับผิดชอบเพื่อความสำเร็จของทีมและเป้าหมายร่วมกัน (Commitment to team success and shared goals) สมาชิกในทีมมีความรับผิดชอบ เพื่อความสำเร็จของทีม ทีมที่ประสบความสำเร็จสมาชิกจะมีแรงจูงใจ มีเป้าหมายเพื่อที่จะประสบความสำเร็จในระดับสูงสุด
2. การพึ่งพาซึ่งกันและกัน (Interdependence) สมาชิกในทีมจำเป็นต้องสร้างสภาพแวดล้อมที่ทำให้ตนเองมีส่วนร่วมได้ สภาพแวดล้อมการทำงานแบบพึ่งพาซึ่งกันทางบวก จะทำให้แต่ละบุคคลทำให้ทีมบรรลุเป้าหมายในระดับที่สูงขึ้น
3. ทักษะระหว่างบุคคล (Interpersonal Skills) สมาชิกในทีมมีความสามารถในการอภิปรายร่วมกันอย่างเปิดเผย มีความซื่อสัตย์ เชื่อถือได้ สนับสนุน แสดงความเคารพ และเอาใจใส่ต่อทีมและต่อบุคคล การส่งเสริมสภาพแวดล้อมการทำงานที่เกื้อกูลกันเป็นสิ่งสำคัญ รวมถึงความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพกับสมาชิกคนอื่นๆ ในทีม
4. การสื่อสารแบบเปิดและการให้ผลป้อนกลับเชิงบวก (Open communication and positive feedback) สมาชิกในทีมต้องรับฟังความคิดเห็น และความต้องการของสมาชิกในทีม รวมทั้งมีส่วนร่วมและแสดงออกอย่างตั้งใจ เพื่อช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีประสิทธิภาพ สมาชิกในทีมควรเต็มใจที่จะให้ และรับคำวิจารณ์ที่สร้างสรรค์ และให้ผลป้อนกลับตามสภาพจริง
5. องค์ประกอบของทีมที่เหมาะสม (Appropriate team composition) เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างทีมที่ประสบความสำเร็จ สมาชิกในทีมจะต้องตระหนักถึงบทบาทของทีม และเข้าใจในสิ่งที่คาดหวังของทีม ส่วนร่วมในทีม และเข้าใจว่าทีมคาดหวังอะไรจากบทบาทหน้าที่ของตน
6. ข้อตกลงร่วมกันต่อกระบวนการของทีม ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ (Commitment to team processes, leadership & accountability) สมาชิกในทีมจะต้องรับผิดชอบต่อการมีส่วนร่วมของทีม ตระหนักถึงกระบวนการของทีม และมีแนวคิดใหม่ ๆ ความเป็นผู้นำที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จของทีม รวมถึงการตัดสินใจร่วมกันและการแก้ปัญหา

Zayed and Kamel (2005) อธิบายองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Interdependent Relationship) สมาชิกในทีมมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อบรรลุกิจกรรมของทีม
2. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) การพึ่งพาซึ่งกันและกัน สมาชิกในทีมต้องมีปฏิสัมพันธ์ผ่านการสนทนาหรือกิจกรรม การทำงานร่วมกัน
3. การมีอิทธิพลร่วมกัน (Mutual Influence) ทีมมีลักษณะโดยเงื่อนไขของการมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างสมาชิกในทีม
4. การมีเป้าหมายร่วมกัน (Common Purpose) ทีมมีเป้าหมายร่วมกัน เช่น การบรรลุงาน ทำโครงการให้เสร็จ หรือการเตรียมรายงาน

Baker, Amodeo, Krokos, Slonim and Herrera (2010) อธิบายองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. การติดตามสถานการณ์ (Situation monitoring) คือ การติดตามผลการปฏิบัติงานของสมาชิกในทีมเพื่อให้มั่นใจว่างานที่กำลังทำ เป็นไปตามเป้าหมาย และตามขั้นตอนที่ตั้งไว้
2. การสนับสนุนซึ่งกันและกัน (Mutual support) คือ การให้ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขเมื่อพบข้อผิดพลาด ช่วยเหลือสมาชิกทีมในการทำงาน และหากว่ามีภาระงานมากเกินไปต้องช่วยกันทำให้ภาระงานสำเร็จ
3. ความเป็นผู้นำ (Leadership) คือ ความสามารถในการชี้นำ ประสานงานสมาชิกในทีม ประเมินประสิทธิภาพของทีม แบ่งหน้าที่ สร้างแรงจูงใจให้สมาชิกในทีม มีการวางแผน จัดระเบียบ และจัดการสภาพแวดล้อมในทีมให้เป็นเชิงบวก
4. การติดต่อสื่อสาร (Communication) คือ การส่งสาร หรือข้อความของผู้ส่งสาร และการรับสาร หรือข้อความของผู้รับสาร จะต้องมีความเข้าใจตรงกัน

วิชัย โสสุวรรณจินดา (2536) อธิบายองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของทีม สมาชิกของทีมต้องรู้ และมีวัตถุประสงค์ร่วมกัน และทุกคนต้องรู้สึก ว่า ตนเองต่างมีภาระผูกพันที่จะต้องปฏิบัติ หรือดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์
2. การเข้าใจพฤติกรรมของบุคคล สมาชิกของทีมจะต้องมีความสามารถในการเข้าใจ พฤติกรรมของตน และเพื่อนร่วมทีมโดยต้องเข้าใจว่ามนุษย์มีความแตกต่างกันทั้งร่างกายและจิตใจ และมีเป้าหมายในชีวิตไม่เหมือนกัน

3. บทบาทหน้าที่ สมาชิกในทีมต้องแสดงบทบาท หน้าที่ของตนเองอย่างเหมาะสมโดยมีทั้ง บทบาทที่มุ่งสนองความต้องการเฉพาะตน และบทบาทตามตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย

4. ระเบียบ กฎเกณฑ์ ในการทำงานต้องมีระเบียบ กฎเกณฑ์ หรือมาตรฐานต่าง ๆ ที่เป็น เครื่องช่วยในการควบคุมให้สมาชิกของทีม ปฏิบัติตามกฎหมาย กฎเกณฑ์ หรือมาตรฐานนั้นๆ

5. การติดต่อสื่อสาร สมาชิกในทีมต้องมีระบบการติดต่อสื่อสารที่ดีระหว่างกัน

6. การจัดการกับปัญหา ในการทำงานเป็นทีมต้องมีวิธีการจัดการข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพโดยการประนีประนอม พุดด้วยเหตุผล

7. การสร้างความร่วมมือ ในการทำงานเป็นทีมต้องสร้างความร่วมมือ ระหว่างสมาชิกในการ ทำงาน โดยการแสดงออกซึ่งสีหน้า กริยาท่าทาง ความกระตือรือร้น พุดคุยอย่างเปิดเผย ไว้วางใจซึ่ง กันและกัน และขอความเห็นตลอดจนคำปรึกษา พร้อมทั้งจะแสดงน้ำใจ และให้ความช่วยเหลือสมาชิก ในกลุ่มเท่าที่จะทำได้

8. การรวมให้เป็นหนึ่งเดียวกัน ทำให้สมาชิกในกลุ่มรู้สึกเป็นกลุ่มเดียวกัน หรือพวกเดียวกัน

9. วิธีการทำงานในทีม การทำงานต้องมีวิธีการทำงานที่ดีในกลุ่ม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วาง ไว้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการตัดสินใจ โดยทุกคนในกลุ่มต้องเข้าใจเหตุผล ตัดสินใจ วิเคราะห์ปัญหา กำหนดแนวทางแก้ปัญหา เลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

10. สร้างบรรยากาศการทำงานที่ดีในการทำงาน ทั้งสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน และ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

ทศนา แคมมณี (2545) อธิบายองค์ประกอบของการทำงานร่วมกัน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านผู้นำกลุ่ม ผู้นำเป็นแกนกลางสำคัญที่จะประสานการดำเนินงาน หาก กลุ่มได้ผู้นำที่ดี รู้เข้าใจบทบาทของตนเองและมีทักษะในการปฏิบัติตามบทบาทนั้น ก็จะทำให้กลุ่ม บรรลุเป้าหมายได้อย่างราบรื่น

2. องค์ประกอบด้านบทบาทสมาชิกกลุ่ม กลุ่มที่มีสมาชิกที่มีความสามารถในงาน รู้และ ตระหนักถึงความสำคัญของตนเองและพยายามปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่ตนได้รับก็จะทำให้การ ทำงานร่วมกันประสบผลสำเร็จ

3. องค์ประกอบด้านกระบวนการทำงาน การมีกระบวนการทำงานในกลุ่มที่ดีจะทำให้สมาชิก ทำงานร่วมกันง่าย ราบรื่น และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม แต่ถ้ากลุ่มไม่มีกระบวนการ

ทำงานที่ชัดเจนและเหมาะสม ก็อาจทำให้สมาชิกในกลุ่มเกิดการแตกแยกหรือทำให้งานสำเร็จล่าช้า
ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 วิเคราะห์องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม

รายการ	นักวิชาการ				
	Tarricone and Luca (2002)	Zayed and Kamel (2005)	Baker, Amodeo, Krokos, Slonim and Herrera (2010)	วิชัย โกสุวรรณ จินดา (2536)	ทศนา แถมมณี (2545)
1. ความร่วมมือกันในการทำงาน คือ สมาชิกในทีมมีความ รับผิดชอบ ทำงานร่วมกันเพื่อ เป้าหมายของทีม ในการทำให้งาน สำเร็จ ร่วมกับสมาชิกทีม	✓	✓	✓	✓	✓
2. การพึ่งพาซึ่งกันและกัน คือ การทำให้ตนเองมีส่วนร่วมในการ ทำงาน สมาชิกในทีมมี ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน พึ่งพา ซึ่งกันทางบวก ร่วมกันปรับปรุง แก้ไขเมื่อพบข้อผิดพลาด ช่วยเหลือสมาชิกทีมในการทำงาน	✓	✓	✓	✓	
3. ทักษะระหว่างบุคคล คือ การ แสดงความเคารพ เอาใจใส่สมาชิก ในทีม การส่งเสริมสภาพแวดล้อม การทำงาน และความสามารถใน การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพกับ สมาชิกคนอื่น ๆ ในทีม	✓	✓	✓	✓	✓

รายการ	นักวิชาการ				
	Tarricone and Luca (2002)	Zayed and Kamel (2005)	Baker, Amodeo, Krokos, Slonim and Herrera (2010)	วิชัย โกลสุวรรณ จินดา (2536)	ทศนา แคมมณี (2545)
4. การติดต่อสื่อสาร คือ การพูด อภิปราย แสดงความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะ และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	✓	✓	✓	✓	
5. ความเป็นผู้นำ คือ ความสามารถในการจัดการกับปัญหา การตัดสินใจและแก้ปัญหา ความสามารถในการคิด พิจารณา ตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ประสาน การดำเนินงาน เพื่อให้ทีมประสบความสำเร็จ	✓	-	✓	-	✓

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม ประกอบด้วย 1) ความร่วมมือกันในการทำงาน 2) การพึ่งพซึ่งกันและกัน 3) ทักษะระหว่างบุคคล 4) การติดต่อสื่อสาร 5) การจัดการกับปัญหา เพื่อให้ทีมประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ร่วมกัน โดยแนวทางในการทำงานเป็นทีม มีลักษณะร่วมกันคือ การเรียนรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการกลุ่ม

2.3 ความหมายของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่านิยามนิเวศวิทยาการ และนักการศึกษาให้ความหมายของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมไว้ ดังนี้

Gardner and Korth (1998) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมว่า คือ สภาวะภายในของบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจที่จะมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่มหรือไม่ ในขณะที่ Beigi and Shirmohammadi (2012) กล่าวว่า เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม หมายถึง ความชอบโดยทั่วไปของบุคคลที่ชอบหรือไม่ชอบสำหรับการทำงานเป็นทีม นอกจากนี้ Mullins (2013) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม หมายถึง การประเมินการทำงานในทางบวกหรือทางลบ ที่มีอิทธิพลต่อแนวโน้มของบุคคลในการตอบสนองต่อรูปแบบของกิจกรรมนั้นในทางบวกหรือทางลบ ซึ่งสอดคล้องกับ Rudawska and Szarek (2014) ที่กล่าวว่า เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม หมายถึง การประเมินการทำงานในทางบวกหรือทางลบ ที่มีผลต่อการตอบสนองของบุคคลในการทำงาน และ Mendo-Lázaro et al. (2017) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ว่า คือความต้องการภายในของแต่ละบุคคลในการทำงานร่วมกับทีมหรือบุคคลอื่น

จากการศึกษาความหมายของเจตคติของการทำงานเป็นทีม สรุปได้ว่า เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม หมายถึง ความชอบหรือไม่ชอบของบุคคล ในการประเมินการทำงานในทางบวกหรือทางลบ ที่มีผลต่อการตอบสนองของบุคคลในการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น

2.4 องค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

Beigi and Shirmohammadi (2012) กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติของการทำงานเป็นทีมไว้ 2 องค์ประกอบ

1. ความกังวลเกี่ยวกับการประเมินผลการทำงานของทีม หมายถึง การประเมินถึงผลลัพธ์หรือความสำเร็จของการทำงานเป็นทีม
2. ความเข้าใจเกี่ยวสิ่งแวดล้อมสำหรับการทำงานเป็นทีม หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสภาพแวดล้อม บรรยากาศ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการทำงานเป็นทีม รวมถึงความรู้สึกต่อครูผู้สอนที่ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการทำงานเป็นทีมด้วย

Rudawska and Szarek (2014) กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมไว้ 2 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การเชื่อในประสิทธิภาพการทำงานของทีม หมายถึง การรับรู้ของเขตในการทำงานเป็นทีม เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้น หรือได้เรียนรู้สิ่งใหม่ รวมถึงการพัฒนาตนเองและความพอใจในการทำงาน

2. ความพึงพอใจในกิจกรรมของทีม หมายถึง ความรู้สึกในการทำงานร่วมกับสมาชิกทีม โดยมีการคำนึงถึงผลลัพธ์หรือความสำเร็จของบุคคลในการทำงาน

Mendo-Lázaro et al. (2017) กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติของการทำงานเป็นทีม (attitude toward teamwork) ไว้ 2 มิติ

1. มิติทางวิชาการ (Academic dimension) หมายถึง การกระทำ ความเชื่อ การประเมินผล ของการทำงานเป็นทีมของบุคคลที่คาดหวังเกี่ยวกับผลลัพธ์ของการเรียนรู้ และความสำเร็จ

2. มิติทางสังคม (Social dimension) หมายถึง การประเมินปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน ร่วมกับผู้อื่น

Rudawska (2017) กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ไว้ 2 องค์ประกอบ

1. องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (Cognitive component) หมายถึง การประเมินการรับรู้ ประสิทธิภาพการทำงานของทีม ที่มีความเชื่อว่าการทำงานเป็นทีมนำไปสู่การบรรลุผลที่ดีกว่า และ ความเป็นอยู่ของสมาชิกในทีม

2. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioural component) หมายถึง การประเมินความ พึงพอใจของแต่ละบุคคลในการทำงานร่วมกันและการทำงานเป็นรายบุคคล

2.5 แนวทางการวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

Zhuang, MacCann, Wang, Liu, and Roberts (2008) พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือเพื่อประเมินการทำงานเป็นทีมและการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลังของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษา โดยให้ครูประเมินเป็นผู้ประเมินนักเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ความเห็น ได้แก่ 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไปจนถึง 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังนี้

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่ประเมินโดยครู

1. เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์หรือยากลำบากนักเรียนคนนี้จะ

1	2	3	4	5
ใช้ความพยายาม เพียงเล็กน้อยใน การปรับปรุงสิ่ง		เผชิญกับปัญหา และทำตาม ขั้นตอน		ดำเนินการที่ เหมาะสมเพื่อ เปลี่ยนแปลง

1	2	3	4	5
ต่าง ๆ และ อาจหลีกเลี่ยง ปัญหา ไม่ สามารถควบคุม ตนเองได้		เปลี่ยนสิ่งต่าง ๆ แต่อาจไม่สำเร็จ		สถานการณ์และ สามารถควบคุม ตัวเองได้

2. ในเรื่องความสัมพันธ์และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นนักเรียนคนนี้จะ

1	2	3	4	5
หงุดหงิดหรือ โมโหผู้อื่นและ เป็นที่ไม่ชื่นชอบ ของเพื่อน		เข้ากับคนอื่นได้ดี พอสมควร แต่ประพฤติผิด มารยาทสังคม เป็นครั้งคราว		สามารถเข้าได้ดีมี ปฏิสัมพันธ์ได้ดี กับเพื่อนทุกคน และเป็นที่รักของ เพื่อนๆ

3. เมื่อวางแผนในการทำงานกลุ่มนักเรียนคนนี้จะ

1	2	3	4	5
เพิกเฉยหรือไม่ สนใจความ ต้องการของ สมาชิกในทีม		ทบทวนแผนการ ทำงาน หาก สมาชิกในทีมพูด แนะนำหรือ กระตุ้นให้ทำ		ทบทวนแผนการ ทำงานอย่าง รอบคอบ เพื่อให้ มีความยุติธรรม และมีความ เกี่ยวข้องกับ สมาชิกในทีมทุก คน

4. เมื่อนักเรียนคนอื่นต้องการความช่วยเหลือนักเรียนคนนี้จะ

1	2	3	4	5
ไม่ได้สนใจ หรือ เพิกเฉย ความ ต้องการ / หรือ ไม่ได้ให้ความ ช่วยเหลือสมาชิก ในทีม		พยายาม ช่วยเหลือ แต่อาจ ช่วยอย่างไม่ เหมาะสม เท่าที่ควร		ประเมินความ ต้องการของผู้อื่น ช่วยเหลือผู้อื่น อย่างเอื้อเฟื้อและ เต็มใจ

Beigi and Shirmohammadi (2012) ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบทัศนคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาปริญญาตรี ในประเทศอิหร่านที่ โดยสร้างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมจำนวน 6 ข้อ เป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) ที่แสดงระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ได้แก่ 1 คือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไปจนถึง 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่ประเมินโดยนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับความเห็น				
	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มี ความเห็น	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
ฉันมีความกังวลว่าสมาชิกคนอื่น ๆ ที่มี ความสามารถไม่ดี จะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ ของฉันในการทำงานโครงการเป็นทีม					
เมื่อฉันได้รับมอบหมายงานในชั้นเรียน ฉันรู้สึกว่าคุณอื่นทำให้ฉันทำงานไม่ ถูกต้อง					
มหาวิทยาลัยสนับสนุนบรรยากาศใน การทำงานเป็นทีม					

รายการประเมิน	ระดับความเห็น				
	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มี ความเห็น	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
พื้นที่ทางกายภาพของมหาวิทยาลัย อำนวยความสะดวกในการทำงานเป็น ทีม					

Rudawska and Szarek (2014) ทำการสำรวจความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดการทำงานเป็นทีม เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม และการประเมินประสิทธิผลของสมาชิก ในการทำโครงการของนักศึกษาปริญญาโท โดยสร้างเครื่องมือวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับความเห็น ได้แก่ 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไปจนถึง 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่ประเมินโดยนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับความเห็น				
	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มี ความเห็น	เห็น ด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
การทำงานเป็นทีมทำให้ฉันได้เรียนรู้ สิ่งใหม่ ๆ					
การทำงานเป็นทีมทำให้ฉันมี ประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น					
การทำงานเป็นทีมทำให้ฉันพึงพอใจ มากกว่าทำงานคนเดียว					
ฉันชอบที่จะได้รับการประเมินเป็น รายบุคคลมากกว่าเป็นทีม					

รายการประเมิน	ระดับความเห็น				
	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มี ความเห็น	เห็น ด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
ฉันไม่ชอบการทำงานเป็นทีมเพราะ จะมีคนที่ฉันไม่ชอบอยู่ด้วยเสมอ					

Mendo-Lázaro et al. (2017) สร้างและตรวจสอบเครื่องมือในการประเมินทัศนคติต่อการ
ทำงานเป็นทีมในระดับอุดมศึกษา โดยทำการวิจัยกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 2 จำนวน 12 ข้อ ซึ่งมี
ลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับความเห็น ได้แก่ 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไปจนถึง 5 เห็น
ด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่ประเมินโดยนักเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความเห็น				
		ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มี ความเห็น	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	คิดว่าการทำงานเป็นทีมช่วย เพิ่มความน่าสนใจ และ แรงจูงใจให้ฉันในการทำงาน					
2	ฉันคิดว่าการทำงานเป็นทีมทำ ให้ฉันสามารถทำงานได้ดีและ มีประสิทธิภาพมากขึ้น					
3	ฉันคิดว่าคะแนนของฉันดีขึ้น เมื่อได้ทำงานร่วมกับเพื่อน					
4	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกับ เพื่อนมีความสำคัญกับฉัน					

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความเห็น				
		ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มี ความเห็น	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
5	ฉันคิดว่าการทำงานกับเพื่อน ทำให้เสียเวลามากกว่าการ ทำงานคนเดียว					
6	ฉันคิดว่าฉันสามารถทำงาน ด้วยตนเองได้ดีกว่าการทำงาน ร่วมกันกับเพื่อน					
7	ฉันรู้สึกว่าเป็นที่พึ่งของ เพื่อนและได้รับการชื่นชมจาก เพื่อนขณะทำงานร่วมกันกับ เพื่อน					
8	ฉันรู้สึกสบายใจในการทำงาน ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน					
9	ฉันรู้สึกว่าการทำงานร่วมกัน กับเพื่อนช่วยให้ฉันกับเพื่อนมี ความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมากขึ้น					
10	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าเพื่อนในทีม ของฉันสามารถทำงานได้ตาม ส่วนแบ่งของงานที่ตนเอง รับผิดชอบ					
11	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกันกับ เพื่อนช่วยให้ฉันรู้จักเพื่อนได้ดี ขึ้น					

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความเห็น				
		ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มี ความเห็น	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
12	ฉันคิดว่าความคิดเห็นของสมาชิกในทีมช่วยให้ฉันตัดสินใจได้ดีขึ้น					

Tseng and Yeh (2013) สร้างคำถามปลายเปิดและข้อคำถามในการสัมภาษณ์นักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษาเกี่ยวกับเจตคติของการทำงานเป็นทีมและการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังแบบออนไลน์ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) คำถามปลายเปิด (Open-ended questions) และ 2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview)

ตัวอย่างคำถามปลายเปิด

1. คุณชอบหรือไม่ชอบการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังแบบออนไลน์ หรือการทำงานเป็นทีมหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ข้อดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังแบบออนไลน์คืออะไร

3. ข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังแบบออนไลน์คืออะไร

ตัวอย่างข้อคำถามในการสัมภาษณ์

1. คุณพอใจกับการจัดกลุ่มในการเรียนวิชานี้หรือไม่

2. ประสบการณ์การทำงานเป็นทีมที่ดีที่สุดสำหรับทีมของคุณคืออะไร

3. ประสบการณ์การทำงานเป็นทีมที่ไม่ดีที่สุดสำหรับทีมของคุณคืออะไร

4. ทีมของคุณมีปัญหาในการทำงานร่วมกันหรือไม่ ถ้ามีคืออะไรและเป็นอย่างไร

5. สมาชิกในทีมของคุณสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกันได้ได้อย่างไร

6. คุณคิดว่าความเชื่อใจเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำงานเป็นทีมให้มีประสิทธิภาพหรือไม่ ถ้าใช่จำเป็นต้องมีองค์ประกอบอะไรบ้างในการทำให้สมาชิกในทีมเชื่อใจซึ่งกันและกัน

จากการศึกษาแนวทางการวัดประเมินเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมมีลักษณะ ดังนี้

1. แบบวัดเจตคติ ที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยระดับ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย ถึงระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยข้อคำถามในการวัดเจตคติแตกต่างกันตาม

องค์ประกอบของเจตคติของการทำงานเป็นทีม โดยมีทั้งแบบวัดที่ครูเป็นผู้ประเมิน และให้นักเรียนประเมินตนเอง

2. คำถามปลายเปิด
3. แบบสัมภาษณ์

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) เพื่อขยายความการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น มีดังนี้

3.1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

3.2 ลำดับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

3.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) เป็นกลวิธีการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้เริ่มต้นมาจากการสาธิต การสังเกต การอธิบาย (Demonstration - Observation - Explanation: DOE) ซึ่งเป็นกลวิธีที่พัฒนาโดย Champagne, Klopfer and Anderson (1980) ถูกใช้เป็นครั้งแรกกับ นักศึกษาฟิสิกส์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยพิตส์เบิร์ก (University of Pittsburg) หลังจากนั้นกลวิธีนี้ได้ถูก พัฒนาอีกครั้งเป็นการทำนาย การสังเกต การอธิบาย (Prediction - Observation - Explanation: POE) โดย White and Gunstone (1981) โดยใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ พัฒนาความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Hilario, 2015) POE เป็นลำดับการสอนที่สำคัญ ช่วยนักเรียนเข้าใจความคิดทางวิทยาศาสตร์ และการใช้เหตุผลในการเสนอคำอธิบายสำหรับเนื้อหา (Alexander, Haysom, & Bowen, 2010) เป็นกลวิธีที่ต้องการให้นักเรียนทำนายผลลัพธ์ของ

เหตุการณ์ และให้เหตุผลประกอบการทำนาย จากนั้นนักเรียนจะเป็นผู้สังเกตเหตุการณ์ต่าง ๆ ถ้านักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างการสังเกตกับการทำนายในตอนแรก นักเรียนจะต้องสามารถให้คำอธิบายเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ ได้ กลวิธีการสอน POE ใช้เป็นสะพานเชื่อมระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนผ่านการปฏิบัติ การอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ซึ่งทำให้การเรียนรู้มีความหมายสำหรับนักเรียน สิ่งสำคัญในการใช้กลวิธีการสอน POE คือ นักเรียนต้องสามารถเขียนคำทำนายด้วยเหตุผลก่อนที่จะแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อที่จะแก้ไขความคิดหรือมโนทัศน์ให้ถูกต้อง (Treagust, Mthembu, & Chandrasegaran, 2014) รวมทั้งต้องให้โอกาสนักเรียนในการสังเกตปรากฏการณ์ และอธิบายปรากฏการณ์ สามารถตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน และทำนายปรากฏการณ์ตามสมมติฐานที่สร้างขึ้น ทดสอบความถูกต้องของการทำนายโดยการทดลอง และสร้างสมมติฐานใหม่เพื่อให้ได้คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง (Berek, Sutopo, & Munzil, 2016)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย การสังเกต การอธิบาย (POE) มีแนวคิดเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือมโนทัศน์ต่างๆ (Cinici & Demir, 2013) ซึ่งเป็นความท้าทายในห้องเรียนที่จะทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Kearney, 2003) ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสรื้อฟื้น แก้ไขความเข้าใจผิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Pedaste et al., 2015) ช่วยให้นักเรียนมีความคิดอย่างวิทยาศาสตร์ มีส่วนร่วมในกระบวนการแก้ปัญหา การสำรวจทางวิทยาศาสตร์ และช่วยปรับปรุงความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ (Hsiao, Chen, Hong, Chen, & Chen, 2017) นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย (POE) ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สังเกตปรากฏการณ์ สื่อสารความคิดได้ และสามารถเขียนบันทึกผลการอภิปรายได้ (Hilario, 2015) ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ (Adebayo & Olufunke, 2015) ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมของตนเอง มีโอกาสแลกเปลี่ยน อภิปรายถึงความคิดของตนเองได้ (Wu & Tsai, 2005) ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย (POE) จึงส่งผลต่อการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนด้วย (Jasdilla, Fitria, & Sopandi, 2019)

ในปี ค.ศ. 2003 Savander และ Kolari ได้พัฒนาการสอนแบบทำนาย อภิปราย อธิบาย สังเกต อภิปราย อธิบาย (Predict – Discuss – Explain – Observe – Discuss – Explain: PDEOD) ซึ่งปรับจากการสอนแบบการทำนาย การสังเกต การอธิบาย (Prediction – Observation

-Explanation: POE) ของ Gunstone และ White โดยมีการเพิ่มการอธิบายร่วมกันกับเพื่อน และสามารถอธิบายให้เหตุผลประกอบการทำนายได้ (Savander-Ranne and Kolari, 2003) ในปี ค.ศ. 2012 Sani ได้พัฒนารูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เขียน (Predict – Observe – Explain – Write: POEW) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ มีการเพิ่มการเขียนเพื่อให้นักเรียนเขียนอธิบายผลลัพธ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นโดยใช้ภาษาของตนเองเขียนแสดงออกมา (Sani, 2012)

ในปี ค.ศ. 2015 Hilario ได้ใช้แนวทางการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย สำนวน (Predict – Observe – Explain - Explore: POEE) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี โดยมีจุดเน้น คือ การอธิบายความแตกต่างระหว่างการทำนาย และการสังเกตของนักเรียน รวมทั้งมีการเพิ่มการสำนวน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบาย เชื่อมโยงและประยุกต์ใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องในบทเรียนกับชีวิตประจำวัน (Hilario, 2015)

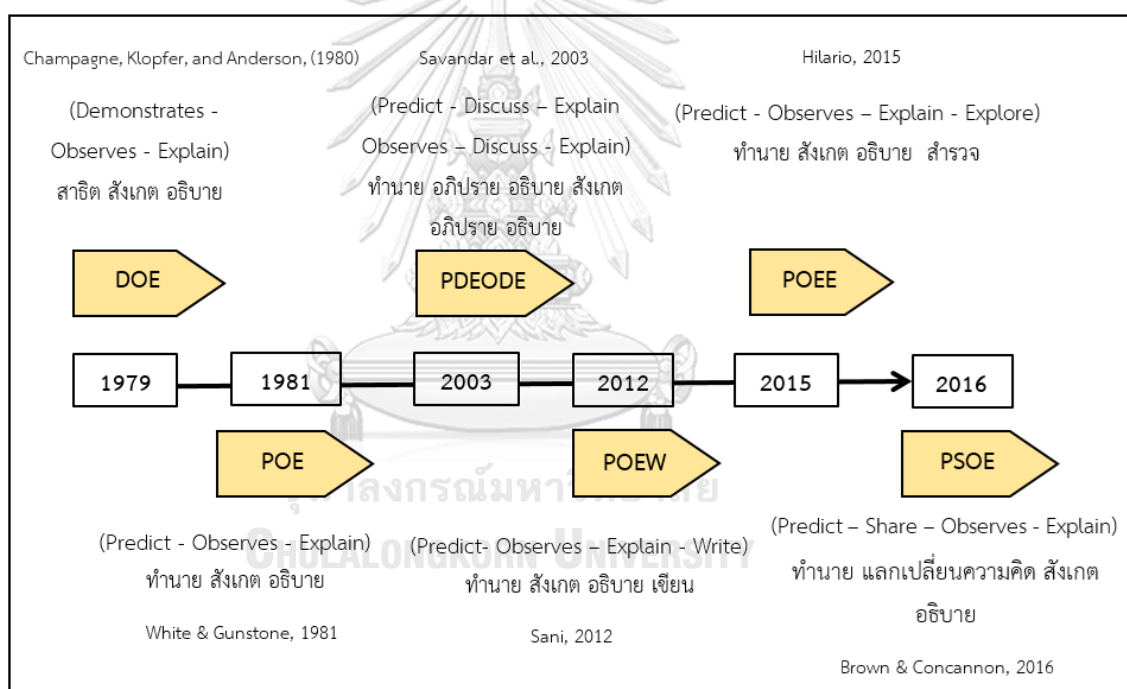
ในปี ค.ศ. 2016 Brown และ Concannon ได้พัฒนารูปแบบการสอน แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) โดยใช้สอนนักเรียนเกรด 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจเรื่องสภาพอากาศและภูมิอากาศ การใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ช่วยให้นักเรียนสามารถขยายความคิดหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเริ่มต้น ผ่านการสะท้อนตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและจากการสังเกต ซึ่ง Brown และ Concannon ได้เพิ่มขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดในรูปแบบการสอนให้นักเรียนได้มีทำงานอย่างร่วมมือร่วมพลัง และมีการอธิบายความเข้าใจสิ่งที่เรียน ผ่านการเขียนช่วยพัฒนาความคิดเหมือนนักวิทยาศาสตร์ และสิ่งสำคัญที่สุด คือ การให้นักเรียนสังเกต และสำนวนก่อนการอธิบาย ช่วยส่งเสริมความเข้าใจโมโนทัศน์ เพราะโมโนทัศน์ๆ ที่นักเรียนได้รับจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และหลักฐานที่นักเรียนได้พบเจอจากการเรียน และการทำกิจกรรม (Brown & Concannon, 2016)

โดยสรุปแล้วรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย พัฒนามาจากการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict - Observe - Explain) หรือ POE ซึ่งมีแนวคิดอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีแนวคิดสำคัญให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ความรู้เดิม ผ่านการทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์จากการทดลองหรือการสาธิต นักเรียนจะเกิดการขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ทำนายกับ

ปรากฏการณ์ที่สังเกต เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ จะเปลี่ยนแปลงความขัดแย้งที่เกิดขึ้น โดยต้องสามารถอธิบายว่าผลการทำนายกับผลการสังเกตสอดคล้องกันหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลประกอบการเปลี่ยนแปลงความคิดได้ โดยการเพิ่มลำดับการสอนขั้นแลกเปลี่ยนความคิด เพื่อให้ นักเรียนได้เกิดการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลัง ทำให้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสในการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในหลายมุมมอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนร่วมกันสร้างความรู้ได้

3.2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีการพัฒนามาจากการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ซึ่งมีลำดับการพัฒนารูปแบบการสอน ดังแผนภาพที่



แผนภาพที่ 6 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย
ปรับจาก (Phanphech, Tanitteerapan, & Murphy, 2019)

จากแผนภาพที่ 6 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีแนวคิดแรกเริ่มมาจากการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ในปี ค.ศ. 1979 หลังจากนั้นได้มีการศึกษาได้พัฒนาการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายมา โดยการเพิ่มขั้นการสอน เช่น การ

อภิปราย การเขียน การสำรวจ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2016 Brown และ Concannon ได้เพิ่มการแลกเปลี่ยนความคิดให้นักเรียนได้ทำงานอย่างร่วมมือรวมพลัง โดยมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

นักวิจัยหรือนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่าน ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) และ การจัดการเรียนรู้ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ดังนี้

Coştu, Ayas, and Niaz (2012) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เป็นเทคนิคตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ชั้น

1. ทำนาย คือ นักเรียนต้องทำนายผลลัพธ์ของเหตุการณ์หรือสถานการณ์และต้องอธิบายด้วยเหตุผล

2. สังเกต คือ นักเรียนต้องอธิบายสิ่งที่เห็นหรือสิ่งที่เกิดขึ้น

3. อธิบาย คือ นักเรียนต้องบอกความขัดแย้งของการทำนายและการสังเกตได้

Rahman (2012) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เป็นกลวิธีการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ทำนาย คือ ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์

2. สังเกต คือ นักเรียนอธิบายสิ่งที่เห็นจากการสาธิตหรือการสังเกตปรากฏการณ์

3. อธิบาย คือ นักเรียนจะต้องเกิดความความขัดแย้งระหว่างการทำนายและการสังเกต และการอธิบาย

Kala, Yaman, and Ayas (2013) ได้กล่าวว่าก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) นักเรียนจะต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับลำดับขั้นของ POE ก่อนว่าจะต้องดำเนินการอย่างไร ประกอบด้วย 3 ชั้น ได้แก่

1. ทำนาย คือ ครูจะต้องเป็นคนอธิบายนักเรียนว่านักเรียนจะต้องทำการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนเขียนคำทำนายพร้อมด้วยเหตุผล

2. สังเกต คือ ให้นักเรียนสังเกตการทดลอง

3. อธิบาย คือ ให้นักเรียนเขียนแสดงความขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากการทำนายและการสังเกต

Hilario (2015) ได้กล่าวถึงจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ว่าเป็นวิธีที่สามารถใช้ร่วมกับการสาธิต กิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติ และการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะช่วยพัฒนาการฝึกปฏิบัติในชั้นเรียน พัฒนานวัตกรรมของนักเรียนและการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการได้ ซึ่งการสอนประกอบไปด้วย 3 ขั้น ได้แก่

1. ทำนาย คือ นักเรียนจะต้องทำนายผลลัพธ์ของเหตุการณ์และอธิบายการทำนายของเหตุการณ์ได้

2. สังเกต คือ นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นได้

3. การอธิบาย คือ นักเรียนจะต้องอธิบายความขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ทำนายและสิ่งที่สังเกต

Brown and Concannon (2016) ได้จัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) เป็นการสอนที่ให้นักเรียนสามารถขยายความคิดหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเริ่มต้นผ่านการสะท้อนตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและการสังเกต ประกอบด้วยการสอน 4 ขั้น

1. ขั้นทำนาย (Predict stage) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม โดยทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมหรือสิ่งที่คิดโดยการวาดภาพ

2. ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share stage) เป็นขั้นที่นักเรียนเสนอความคิด แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ช่วยกันแก้ไขความคิดเดิมจากการทำนาย โดยใช้หลักฐานและอธิบายความคิดโดยใช้เหตุผล

3. ขั้นสังเกต (Observe stage) เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ และได้รับหลักฐานการเรียนรู้ต่างๆ จากการทดลอง หรือการทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยวาดภาพสิ่งที่ได้จากการสังเกตของตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explain stage) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างความคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งได้จากข้อมูลที่ได้รวบรวมหรือสังเกตของนักเรียนโดยใช้หลักฐานและเหตุผลสนับสนุนโดยสรุปแล้วการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) มีแนวคิด และพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ซึ่งพัฒนาจากการสอน 3 ขั้น ได้แก่ 1) ทำนาย 2) สังเกต 3) อธิบาย เป็นการสอน 4 ขั้น ได้แก่ 1) ทำนาย 2) แลกเปลี่ยนความคิด 3) สังเกต 4) อธิบาย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Rogers, Huddle, and White (2000) ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนเกรด 8-11 พบว่านักเรียนยังไม่รู้บทบาท ข้อจำกัด และวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่ใช้ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองของสิ่งต่างๆ เกิดขึ้นจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการปรับปรุงหรือแก้ไขภายหลังจากได้รับการเรียนการสอน

Chang (2008) ศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง แบตเตอรี่ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยให้นักศึกษาศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของแบตเตอรี่ผ่านวิดีโอ จากนั้นได้รับการประเมินโดยการทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลอง การทดสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และการทดสอบการสร้างแบบจำลองตามบริบท พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนและการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น

Baek et al. (2011) ศึกษาผลของการจัดเรียนการสอนโดยใช้ MIS (model-centered instructional sequence) ในบทเรียนเรื่อง การระเหยและการควบแน่นของสาร เพื่อส่งเสริมการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 พบว่า นักเรียนมีความพยายามที่จะสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ยังขาดการประยุกต์ใช้แบบจำลองไปสู่ปรากฏการณ์ใหม่และทำได้ยากเมื่อนักเรียนไม่ได้รับความช่วยเหลือจากครู นอกจากนี้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 64 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนสามารถวาดภาพแบบจำลองที่อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เป็นการแสดงการอธิบายลักษณะที่สำคัญด้วยแบบจำลองและการสื่อสารด้วยแบบจำลอง

Khan (2011) ได้ศึกษารูปแบบการสอน GEM (Generate - Evaluate - Modify: GEM) ของครูที่ใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในชั้นเรียน พบว่า ในขั้นตอนสร้างแบบจำลอง นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเริ่มต้น แต่ยังไม่ได้มีการอธิบาย และปรับปรุงแบบจำลองเริ่มต้นของตนเอง ไม่มีการเปรียบเทียบแบบจำลองกับผู้อื่น

และไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้แบบจำลองที่หลากหลาย การนำเสนอแบบจำลองทำให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ รูปแบบการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อนักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลองอย่างหลากหลาย เพื่อสร้างประเมินและแก้ไขแบบจำลองของตนเอง

Bamberger and Davis (2013) ศึกษาการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 เรื่อง กลิ่น การระเหย และแรงเสียดทาน โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองดีขึ้น สามารถวาดแบบจำลองที่ดีกว่าก่อนเรียน และแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องชัดเจนตามความเข้าใจของนักเรียน

โกเมศ นาแจ้ง (2554) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS (model-centered instruction sequence) ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยวัดองค์ประกอบของแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด แบบจำลองที่นำเสนอการทดลอง แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก แบบจำลองที่แสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองในวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ เนื่องมาจากธรรมชาติหรือลักษณะของวิชาฟิสิกส์มีความเป็นนามธรรมสูงแม้ว่าปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นจะมีอยู่จริงแต่อาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหรือสัมผัสไม่ได้

ณัฐนันท์ กตัญญูรัตน์ (2558) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ MIS (model-centered instruction sequence) ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก แต่ยังคงมีนักเรียนจำนวนอีกไม่น้อยที่ยังอยู่ในระดับดี ระดับปานกลาง ระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุง การที่นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากนักเรียนต้องวาดสิ่งที่เป็นามธรรม ไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ออกมาเป็นรูปภาพ รวมทั้งต้องระบุสัญลักษณ์ต่างๆ ประกอบด้วยทำให้การวาดภาพเพื่อสื่อสารสิ่งที่มองไม่เห็นให้คนอื่นเข้าใจเป็นเรื่องที่ไม่ง่าย

หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล (2559) ศึกษาผลของการใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาชีววิทยา พบว่านักเรียนที่

เรียนด้วยแนวคิดการสร้างตัวแทนความคิด มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี เนื่องมาจากการสร้างแบบจำลองต้องอาศัยกระบวนการแปลความหมายข้อมูล หาก ปรากฏการณ์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความยากต่อการทำความเข้าใจ ส่งผลทำให้นักเรียนแปลความหมายในรูปแบบของแบบจำลองได้ยาก นอกจากนี้ นักเรียนสามารถประเมินและ ปรับปรุงแบบจำลองได้ดีขึ้นหลังจากผ่านการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดผ่านไปเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ายังมีความยากเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับที่ไม่ดีเท่าที่ควร จึงมีรูปแบบการสอนและวิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต้องใช้ เวลาในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด

สังเกต อธิบาย

Khathanvy and Yuenyong (2009) ศึกษาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ของนักเรียนเกรด 9 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยแห่งชาติประเทศลาว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและมีความเข้าใจในมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่มากขึ้น

ChiLiang (2011) ใช้จัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ในการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนอนุบาล อายุประมาณ 6 ปี เพื่อประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของอากาศ โดยสาธิตกิจกรรมการสอนโดยใช้การทำนาย สังเกต อธิบาย เกี่ยวปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น อากาศ พบว่าการสอนโดยวิธีนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดการทำนาย คิดและสังเกต นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของอากาศมากขึ้น โดยสามารถอธิบายความเข้าใจมโนทัศน์เป็นภาษาของตนเองได้

Brown, Concannon, Hansert, Frederick and Frerichs (2015) ศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง อุณหภูมิและความดันโดยจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความดันและปริมาตรของแก๊ส กับ

เหตุการณ์เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความดันและปริมาตรของแก๊สมากขึ้น เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล และทำงานร่วมกันเพื่อสร้างแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิความดัน และปริมาตรของก๊าซบรจุ และได้พัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาและทักษะการให้เหตุผลเพื่อสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่ได้จากการสังเกต

Brown and Concannon (2016) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ เรื่องอากาศและสภาพอากาศ ของนักเรียนเกรด 6 โดยจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (PSOE) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับความเย็น ความร้อน และความหนาแน่น พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ อธิบายความเข้าใจของตนเองผ่านการเขียนและวาดภาพ โดยมีเหตุผลสนับสนุน ซึ่งช่วยพัฒนาความคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ และการให้นักเรียนค้นหาคำตอบก่อนที่จะมีการอธิบาย ช่วยส่งเสริมความเข้าใจในทศน์ได้ดีขึ้น

Jasdilla, Fitria, and Sopandi (2019) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิดเรื่อง แสง ของนักเรียนเกรด 5 ในประเทศอินโดนีเซีย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เนื่องจากแบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่แสดงถึงใจของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้เดิมที่ไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์เดิม ซึ่งแบบจำลองทางความคิดสามารถพัฒนาได้เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

สุภาพร แหลมแก้ว (2557) ทำการวิจัยเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E วัดเจตคติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย และการสอนโดยวิธีสอนสืบเสาะหา ความรู้แบบ 5E มีเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก เนื่องมาจากการสอนโดยใช้ เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม ได้ฝึกทักษะการสังเกต การสำรวจ ค้นหา การทำนาย การอธิบาย สรุปผล รู้จักวางแผนใน และเรียนรู้การทำงานร่วมกัน โดยนักเรียนจะต้องให้เหตุผลประกอบได้ พร้อมลงมือทดลอง พิสูจน์หาคำตอบ การสอนแบบทำนาย สังเกต

อธิบาย เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนวย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย พบว่ามื่อนักวิจัยนำการสอนรูปแบบนี้มาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจในเนื้อหา บทเรียนของตนเองผ่านการเขียนและวาดภาพ ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และในการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนนี้นักเรียนได้มีการสำรวจ ค้นหาคำตอบก่อนที่จะอธิบายสรุปความรู้ทำให้เข้าใจแก่นทศน์ได้มากขึ้น และยังทำให้นักเรียนเกิดการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

Kolari, Viskari and Savander-Ranne (2005) ศึกษาการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมด้วยโครงการศึกษาวิจัย โดยทำการกับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 3 และ 4 โดยใช้กลวิธี PDEODE (Predict - Discuss- Explain - Observe - Discuss -Explain) โดยให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลอง และทำรายงานนำเสนอในการสัมมนา ซึ่งมีทั้งการทำงานเป็นกลุ่มและเป็นคู่ ช่วยกระตุ้นและส่งเสริมให้นักศึกษามีความรับผิดชอบในการเรียน และยังก่อให้เกิดทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการสื่อสาร นอกจากนี้ นักศึกษายังมีความคิดเห็นในเชิงบวกโดยมีความเห็นว่าการเรียนโดยวิธีนี้บางครั้งมีความยาก แต่ให้ผลลัพธ์ที่คุ้มค่า และการมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง กระตุ้นให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี

Kapp (2009) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการสร้างทีมเป็นทีม (team - building workshop) ในการพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีการรับรู้เชิงบวกเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีม และการเรียนรู้อย่างร่วมมือรวมพลัง ช่วยพัฒนาเจตคติทางบวกที่มีต่อการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาปริญญาตรี การสร้างบรรยากาศการทำงานร่วมกัน และการสร้างความคาดหวังร่วมกัน ช่วยให้ทีมทำงานร่วมกันได้อย่างสำเร็จ

Skolnick (2009) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้กรณีศึกษา (Case study) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานเป็นทีม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาชีววิทยา โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอน

ทั่วไปและกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้กรณีศึกษา ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้กรณีศึกษามีทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานเป็นทีมที่พัฒนาขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Persky and Pollack (2011) ใช้การจัดการเรียนรู้เป็นทีม (team-based learning) ในวิชากายวิภาคศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยแห่งรัฐวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้แบบประเมินเจตคติ และแบบสอบถามพบว่านักศึกษามีความจำที่คงทนมากขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานเป็นทีม นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้เป็นทีมยังส่งเสริมทักษะการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลังกับบุคคลอื่น

Tseng and Yeh (2013) ศึกษาเกี่ยวกับเจตคติของการทำงานเป็นทีมและการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โดยเก็บข้อมูลจากคำถามปลายเปิด และแบบสัมภาษณ์ พบว่านักศึกษามีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมทั้งเชิงบวกและเชิงลบ โดยเจตคติขึ้นอยู่กับสมาชิกในทีม และความเข้าใจกันของสมาชิกแต่ละคนในทีม ข้อมูลเชิงบวกที่ได้จากการสัมภาษณ์ เช่น ฉันทำงานได้ดีเมื่อทำงานเป็นทีมและคิดว่าการทำงานเป็นทีมมีประโยชน์ การทำงานเป็นทีมทำให้คุณภาพของงานที่ทำดีขึ้น เพราะสมาชิกทุกคนช่วยกันทำงาน สมาชิกแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน การทำงานเป็นทีมช่วยให้แต่ละคนแลกเปลี่ยนความคิด แบ่งปันประสบการณ์ของตนเองและช่วยให้งานสำเร็จได้ดี ข้อมูลเชิงลบที่ได้จากการสัมภาษณ์ เช่น การเรียนแบบออนไลน์ไม่ได้มีการพบหน้า ทำให้ฉันไม่สามารถเห็นหน้าเพื่อนหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีมได้ และระดับความรับผิดชอบต่อบุคคลของสมาชิกในทีมค่อนข้างน้อย แม้ว่าจะมีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าสมาชิกจะให้ความช่วยเหลืออย่างเท่าเทียมกัน เช่น บางคนทำงานประมาณ 80% ของงานทั้งหมด บางคนทำแค่ 8% และบางคนแกล้งทำเป็นมีส่วนร่วมซึ่งในความเป็นจริงพวกเขาไม่ได้ช่วยอะไร

ปริณดา เลิศศรีมงคล (2555) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีต่อทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการทำงานร่วมกันเป็นทีม ผลการวิจัยพบว่าหลังจากได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการกำกับอารมณ์ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมของกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีพฤติกรรมที่สะท้อนถึงอารมณ์เชิงลบอยู่บ้าง เช่น มีอารมณ์โกรธเพื่อนที่

เพื่อนทำงานไม่ถูกใจตนเอง การที่สมาชิกในทีมมีความเห็นไม่ตรงกัน จึงมีการคัดค้านความคิดของเพื่อนด้วยคำพูดที่ไม่เหมาะสม หรือนักเรียนบางคนแสดงความไม่สนใจในการทำงานร่วมกัน

นฤมล หน่อนิล (2554) ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเล็งเห็นถึงความสำคัญของการทำงานเป็นทีมค่อนข้างน้อย ควรมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะการทำงานเป็นทีมและเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ธนกร อรรถนาวัฒน์ (2558) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะทางสังคมต่าง ๆ เช่น ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การให้ความร่วมมือในการทำงาน การสื่อสารและความรับผิดชอบต่อส่วนร่วมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบสำคัญของการทำงานเป็นทีม และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีความสนใจในการสืบค้นข้อมูลเป็นอย่างดีจึงทำให้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มช่วยส่งเสริมเจตคติที่ดีของนักเรียนได้

จากการศึกษา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม พบว่า มีนักวิจัยได้นำเทคนิคการสอน วิธีการสอน รูปแบบการสอนต่างๆ มาใช้ในการพัฒนาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ซึ่งทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่ดีขึ้น นอกจากนี้สิ่งที่ได้จากการพัฒนาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน คือ ทักษะการสื่อสาร การทำงานอย่างร่วมมือรวมพลังกับบุคคลอื่น การรู้จักบทบาทหน้าที่ การให้ความร่วมมือในการทำงาน การมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง และกระตุ้นให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ยังพบข้อจำกัดของเรื่องดังกล่าว ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เช่น รูปแบบการสอน MCIS หรือ MIS ยังพบปัญหา คือ นักเรียนยังขาดการประยุกต์แบบจำลองไปสู่ปรากฏการณ์ใหม่ และทำได้ยากเมื่อนักเรียนไม่ได้รับความช่วยเหลือจากครู และการจัดการเรียนรู้แบบ GEM นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเริ่มต้น แต่ยังไม่ได้มีการอธิบาย

และปรับปรุงแบบจำลองเริ่มต้นของตนเอง ไม่มีการเปรียบเทียบแบบจำลองกับผู้อื่น และไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้แบบจำลองที่หลากหลาย

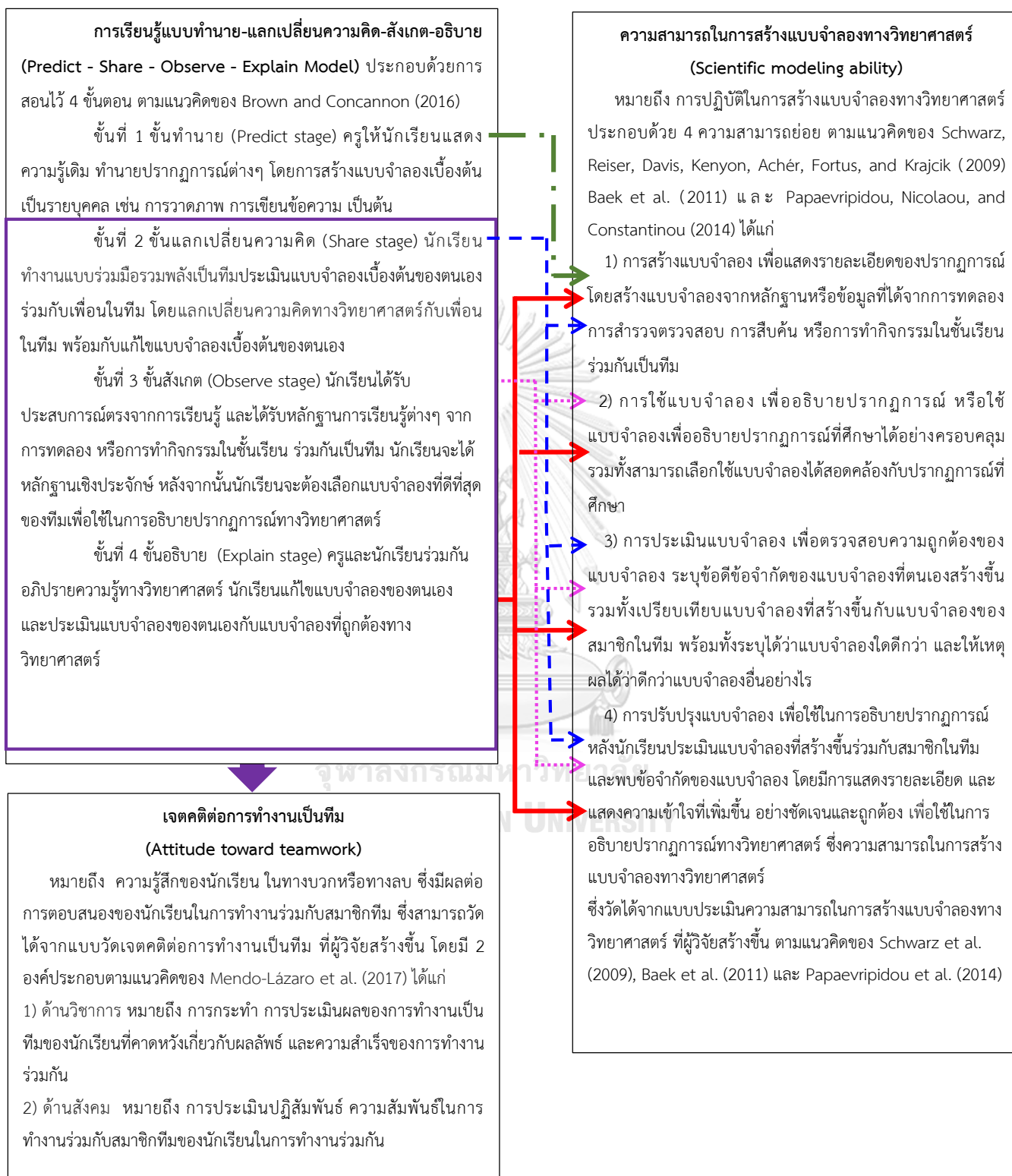
2. รูปแบบการสอนทำนายแลกลเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายมีแนวคิดและการพัฒนามาจากรูปแบบการสอนทำนาย สังเกต อธิบายซึ่งมีนักวิจัยนำรูปแบบการสอนทำนาย สังเกต อธิบายไปพัฒนาแบบจำลองทางความคิด แต่ยังไม่พบนักวิจัยนำรูปแบบการสอนทำนายแลกลเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายไปพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

3. การสร้างแบบจำลองทางความคิดนักเรียนทำได้ยาก หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากครู ดังนั้นการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยทำงานเป็นทีม น่าจะช่วยส่งผลต่อการเรียนรู้และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีมพบว่านักเรียน นอกจากจะมีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่ดีขึ้น นักเรียนยังได้ได้ฝึกทักษะทางสังคมต่าง ๆ เช่น ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การให้ความร่วมมือในการทำงาน การสื่อสารและความรับผิดชอบต่อส่วนร่วม

4. ในกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษากระบวนการทำงานร่วมกันเป็นทีมของนักเรียนในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลส่วนนี้มีความน่าสนใจ และน่าจะมีประโยชน์ในการนำมาพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ดังนั้นรูปแบบการสอนทำนายแลกลเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายจึงมีความน่าสนใจในการนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่เกิดจากการทำงานร่วมกันในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนายน แลกเปลี่ยนความคิดสังเกตอธิบาย มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (One-Group Pretest-Posttest Time-Series Design) กล่าวคือ มีการวัดตัวแปรตามก่อนและหลังการให้สิ่งที่ทดลองหลายครั้ง ทำให้สามารถดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาต่างๆ และสามารถดูความคงทนยั่งยืนของผลการเปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังการทดลองได้ (วรณี แกมเกตุ, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโกเมศ นาแจ้ง (2554) ที่ให้ข้อมูลว่าครูสามารถสังเกตเห็นพัฒนาการการสร้างแบบจำลองของนักเรียนได้ในสัปดาห์ที่ 3 และหนึ่งฤทัย เกียรติพิมล (2559) ที่ให้ข้อมูลการวิจัยว่า นักเรียนสามารถประเมิน และปรับปรุงแบบจำลองได้ดีขึ้นหลังจากผ่านการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดผ่านไปเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

แผนภาพที่ 7 แสดงรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (One-Group Pretest-Posttest Time-Series Design)

O_1 -----X----- O_2 -----X----- O_3 -----X----- O_4 -----X----- O_5 -----X----- O_6

O₁ หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

O₂ หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 และสัมพันธเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 1

O₃ หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 และสัมพันธเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 2

O₄ หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 และสัมพันธเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 3

O₅ หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 และสัมพันธเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 4

O₆ หมายถึง การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนหลังเรียน

2. กลุ่มเป้าหมาย

2.1. การเลือกโรงเรียน

การเลือกโรงเรียนใช้วิธีเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาถึงบริบทของโรงเรียนดังนี้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1) โรงเรียนมีการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2) โรงเรียนมีสิ่งอำนวยความสะดวก และแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้

1.3) ผู้บริหารและครูสนับสนุนและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

2. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนสาธิต ในกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยมีขั้นตอนการเลือกกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

2.1 การเลือกกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร และเลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายแบบการสุ่มแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากจากห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง เนื่องจากคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิต ในปี 2009 2012 และ 2015 มีคะแนนเท่ากับ 533 533 และ 510 ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554; 2557; 2561c) ซึ่งนักเรียนโรงเรียนกลุ่มสาธิตเป็นโรงเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับนานาชาติ แต่แนวโน้มของคะแนนการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ลดลง และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นระดับชั้นเริ่มต้นของชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการพัฒนาให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งคุณภาพของนักเรียนที่เป็นที่คาดหวังตามหลักสูตร คือ นักเรียนสามารถบันทึก และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบด้วยการเขียนหรือวาดภาพ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการแสดงท่าทางเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น จนงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561b) นอกจากนี้การส่งเสริมกระบวนการสร้างแบบจำลองในระดับชั้นเริ่มต้นมีความสำคัญ (Acher, Arcà, & Sanmartí, 2007) และในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ มีทักษะ และเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นต่อไป (โกเมศ นาแฉ่ง, 2554)

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- 1.1 แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม
- 1.4 แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) เรื่อง สารบริสุทธิ์

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม 4) แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ใช้วัดความรู้ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบสอบอัตนัยที่กำหนดสถานการณ์ต่างๆ จำนวน 2 ชุด ได้แก่ แบบสอบก่อนเรียน และหลังเรียนเป็นแบบสอบคู่ขนานจำนวน 4 ข้อ วัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ได้แก่ 1) แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ 2) แบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงมโนทัศน์ เนื่องจากการวิจัยของโกเมศ นาแฉ่ง (2554) พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองประเภทแบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ และแบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงมโนทัศน์อยู่ในระดับพอใช้และควรปรับปรุง ตามลำดับ ดังนั้นนักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ประเภทข้างต้นให้ดีขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1.2 กำหนดโครงสร้างแบบสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา และให้เหมาะสมกับประเภทของแบบจำลอง โดยอ้างอิงกรอบแนวคิดของ Guttersrud and Angell (2010) ซึ่งผู้วิจัยสร้างแบบสอบที่อ้างอิงเนื้อหาบทเรียนจำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วยแบบจำลอง 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ 2) แบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงมโนทัศน์

1.3 ดำเนินการสร้างแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์ และข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนเขียนตอบ แสดงเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การปรับปรุงแบบจำลอง ในแต่ละข้อจะมีวัดองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ โดยกระจายองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้มีจำนวนเท่าๆ กัน จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดของการสร้างข้อสอบในแต่ละข้อดังนี้

ตารางที่ 12 รายละเอียดการสร้างแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ประเภทแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์			
		การสร้างแบบจำลอง	การใช้แบบจำลอง	การประเมินแบบจำลอง	การปรับปรุงแบบจำลอง
1	แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ	✓		✓	
2	แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ		✓		✓
3	แบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงมโนทัศน์	✓		✓	
4	แบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงมโนทัศน์		✓		✓
รวม		2	2	2	2

1.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ประเมินจาก 2 ส่วน ได้แก่ 1) ประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยให้คะแนนเป็นรายข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน 2) ประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลงานหรือคำตอบที่เป็นแบบจำลองของนักเรียน ให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ใช้สำหรับประเมินผลงานที่เป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยจะมีองค์ประกอบในการประเมิน 4 ด้านและเกณฑ์การให้คะแนน ตามแนวคิดของ Bamberger and Davis (2013) เนื่องจากสามารถประเมินแบบจำลองที่เป็นผลงานของนักเรียนได้อย่างครอบคลุม ได้แก่ 1) การเป็นตัวแทน 2) การสื่อสาร 3) หลักฐาน 4) การอธิบาย โดยมีการให้คะแนนตามรูปรีคส์ 3 ระดับ จากนั้นกำหนดคะแนน ข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ข้อที่ 1 มีคะแนน 17 คะแนน ข้อที่ 2 มีคะแนน 13 คะแนน ข้อที่ 3 มีคะแนน 17 คะแนน ข้อที่ 4 มีคะแนน 13 คะแนน รวมทั้งหมด 60 คะแนน มีรายละเอียดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การให้คะแนนของแบบสอบแต่ละข้อ

ข้อ	การให้คะแนน					รวม (คะแนน)
	กระบวนการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ (คะแนน)	ผลงานหรือคำตอบที่เป็นแบบจำลองของนักเรียน				
		การเป็น ตัวแทน (คะแนน)	การสื่อสาร (คะแนน)	หลักฐาน (คะแนน)	การอธิบาย (คะแนน)	
1	5	3	3	3	3	17
2	1	3	3	3	3	13
3	5	3	3	3	3	17
4	1	3	3	3	3	13
รวมคะแนน						60

1.5 นำแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของสถานการณ์และประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งตรวจสอบภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6 นำแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ครู/อาจารย์ในโรงเรียนที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ อาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างลักษณะข้อคำถาม ในข้อสอบกับวัตถุประสงค์ของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจน และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นพิจารณาข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) และตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบ 2 ฉบับของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีความเป็นคู่ขนานกัน

1.7 นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับแก้ไข เพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์ของแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1.8 นำแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ด้วยการตรวจสอบหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากที่มีค่าระหว่าง 0.2-0.8 (โชติกา ภาษีผล อนุรักษ์รณ์ หลาวทอง และกมลวรรณ ตั้งธนากานนท์, 2558) และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับโดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของคอนบาร์ค พบว่าแบบสอบฉบับก่อนเรียน และแบบสอบฉบับหลังเรียน มีความเที่ยงของแบบสอบ เท่ากับ 0.72 และ 0.81 ตามลำดับ

1.9 นำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับแก้ไขแล้วไปใช้เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบประเมินที่ใช้สำหรับประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดของ Schwarz et al. (2009) Baek et al. (2011) และ Papaevripidou et al. (2014) รายการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง และ 4) การปรับปรุงแบบจำลอง เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ให้องค์ประกอบที่สามารถวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองได้อย่างครอบคลุม

แบบประเมินฉบับนี้้นำไปใช้เพื่อประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ 4 ครั้ง ประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยผู้วิจัย ใช้ประเมินร่วมกับใบกิจกรรมที่นักเรียนใช้ในการบันทึกการทำกิจกรรมจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ในแต่ละครั้งของการประเมินมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน และมีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุง ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนา และตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เป็นองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากงานวิจัยของ Schwarz et al. (2009) Baek et al. (2011) และ Papaevripidou et al. (2014) เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ให้องค์ประกอบที่สามารถวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองได้อย่างครอบคลุม จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 องค์ประกอบ คือ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง และ 4) การปรับปรุงแบบจำลอง

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การประเมินการปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ตามแนวทางการประเมินของ Schwarz et al. (2009) Baek et al. (2011) และ Papaevripidou et al. (2014) เนื่องจากสามารถประเมินได้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2.3 กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ของรายการประเมินทั้ง 4 รายการ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง และ 4) การปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อกำหนดเกณฑ์การประเมินให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ตามแนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับมาจากงานวิจัยของ Schwarz et al. (2009) Baek et al. (2011) และ Papaevripidou et al. (2014)

2.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์แบบแยกประเด็น (Analytic rubrics) โดยแบ่งระดับคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ คือ 3 คะแนน 2 คะแนน และ 1 คะแนน

2.5 กำหนดเกณฑ์ในการแปลผลคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นกำหนดระดับความสามารถในการประเมินแต่ละครั้ง ซึ่งมีคะแนนเต็มของการประเมินแต่ละครั้งเท่ากับ 24 คะแนน โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) ดังนี้

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

2.6 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของรายการประเมิน และภาษาที่ใช้ แล้วจึงปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.7 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ในการนำแบบจำลองมาใช้ในการจัดการเรียนในห้องเรียน อาจารย์มหาวิทยาลัย คณะครุศาสตร์/ ศึกษาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และอาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ด้วย

การพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้องจากผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมิน รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของการใช้ภาษา และความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน จากนั้นคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ผลการตรวจสอบ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2.8 นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับแก้ไข เพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2.9 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย โดยนำแบบประเมินนี้ไปใช้ในการให้คะแนนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับผู้เชี่ยวชาญอีก 1 ท่าน ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้และการสร้างแบบจำลอง จากนั้นนำคะแนนจากการประเมินมาตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-rater reliability) ระหว่างผู้ทำวิจัย และผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน เท่ากับ 0.995-1.000 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.10 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ไขแล้วไปใช้เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) มี 5 ระดับความคิดเห็น คือ 5 คือ เห็นด้วยที่สุด 4 คือ เห็นด้วย 3 คือ ไม่แน่ใจ 2 คือ ไม่เห็นด้วย และ 1 คือ ไม่เห็นด้วยที่สุด ใช้วัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

3.2 ศึกษาแนวคิดการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ตามแนวคิดของ Mendo - Lázaro et al. (2017) เนื่องจากเป็นแบบวัดที่มีการอธิบายนิยามองค์ประกอบในบริบททางการศึกษามีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว และมีค่าความเที่ยงของเครื่องมืออยู่ในระดับสูง สามารถนำมาใช้ได้ จากนั้นนำมาปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

ปรับภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยที่สุด เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยที่สุด

3.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม เป็นแบบมาตรประมาณค่า โดยใช้ข้อคำถามที่แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม 2 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Mendo-Lázaro et al. (2017) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 มิติ ได้แก่ 1) มิติด้านวิชาการ คำถามข้อที่ 1 – ข้อที่ 7 และ 2) มิติด้านสังคม คำถามข้อที่ 8 - ข้อที่ 14 รวม จำนวน 14 ข้อ

3.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ดังนี้

(สุชีรา ภัทรายุทธวรรณ์, 2556)

ระดับความเห็น	ความเห็นเชิงบวก	ความเห็นเชิงลบ
เห็นด้วยที่สุด	5 คะแนน	1 คะแนน
เห็นด้วย	4 คะแนน	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2 คะแนน	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน	5 คะแนน

3.5 นำแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของรายการประเมิน เกณฑ์การประเมิน และภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.6 นำแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์มหาวิทยาลัย หรืออาจารย์ในโรงเรียนที่มีความเชี่ยวชาญด้านสาขาจิตวิทยาการศึกษา อาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมทั้งฉบับในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ดัชนี IOC ให้มี ความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ และพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบ และความเหมาะสมของการใช้ภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ จากนั้นพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนี ความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

3.7 นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับแก้ไข เพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์ของแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

3.8 นำแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ในเรื่องความชัดเจน และความเข้าใจภาษาใน ข้อคำถาม

3.9 นำแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมที่แก้ไขแล้วไปใช้เพื่อวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ใช้สัมภาษณ์นักเรียนระหว่างการทดลอง 4 ครั้ง ซึ่งสัมภาษณ์โดยผู้วิจัย เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

4.1 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

4.2 สร้างแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม โดยมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง กำหนดข้อคำถามของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ตามแนวคิดของ Mendo-Lázaro et al. (2017) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 มิติ ได้แก่ 1) มิติด้านวิชาการ 2) มิติด้านสังคม จำนวน 6 ข้อ เพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ มีประเด็นในการสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ดังนี้ ตารางที่ 14 ประเด็นในการสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

องค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม	คำถามในการสัมภาษณ์
1. มิติด้านวิชาการ หมายถึง การกระทำ การประเมินผล ของการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่คาดหวังเกี่ยวกับ ผลลัพธ์ และความสำเร็จของการทำงานร่วมกัน	<p>1. นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้าง ที่มีส่วนช่วยให้การทำงานเป็นทีมสำเร็จ เพราะเหตุใด</p> <p>2. นักเรียนคิดว่าข้อดีและข้อจำกัดของการทำงานเป็นทีมคืออะไร เพราะเหตุใด</p> <p>3. นักเรียนเกิดปัญหาขณะทำงานหรือไม่ ถ้ามีนักเรียนแก้ปัญหาอย่างไรจึงทำให้การทำงานในครั้งนั้นประสบความสำเร็จ</p>

องค์ประกอบของเจตคติต่อ การทำงานเป็นทีม	คำถามในการสัมภาษณ์
2. มิติด้านสังคม หมายถึง การประเมินปฏิสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ในการทำงาน ร่วมกับสมาชิกทีมของ นักเรียนในการทำงานร่วมกัน	1. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเมื่อทำงานเป็นทีม (ชอบหรือไม่ชอบ การทำงานเป็นทีม) เพราะเหตุใด 2. สมาชิกในทีมมีส่วนช่วยนักเรียนในการทำงานหรือไม่ อย่างไร และหากสมาชิกในทีมไม่ช่วยทำงานนักเรียนได้ปฏิบัติอย่างไร 3. นักเรียนมีการสื่อสารกับเพื่อนในทีมในการทำงานร่วมกันเป็นทีม อย่างไร

4.3 นำแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาดูตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของรายการการสังเกต ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.4 นำแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้เป็นทีม อาจารย์มหาวิทยาลัย คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และการทำงานเป็นทีม พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ดัชนี IOC โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของความถูกต้องของภาษาที่ใช้ จากนั้นพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

4.5 นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับแก้ไข เพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

4.6 นำแบบสังเกตลักษณะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่แก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารบริสุทธิ์ ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) จากงานวิจัยของ Brown and Concannon (2016) แล้วจึงนำมาใช้เป็นแนวทางในการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

2.2 ศึกษาขอบเขตเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารบริสุทธิ์ จากหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อวิเคราะห์ประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงระยะเวลา จำนวนคาบเรียน และวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้

2.3 กำหนดเนื้อหา จำนวนคาบเรียน และประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารบริสุทธิ์ เนื่องจากงานวิจัยพบว่าแนวคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมเป็นแนวคิดที่ยากสำหรับนักเรียน เพราะเป็นนามธรรมและต้องอาศัยจินตนาการ ซึ่งนักเรียนยังมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจและความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องสารบริสุทธิ์ และเนื้อหาเรื่องสารบริสุทธิ์ ได้ถูกกำหนดให้เป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สสวท, 2561a) ซึ่งจัดทำแผนการเรียนรู้ทั้งหมด 10 แผน และจำนวนระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 20 คาบเรียน ให้ครอบคลุมประเภทของแบบจำลองทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ 2) แบบจำลองที่แสดงข้อความเชิงโมโนทัศน์ โดยในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทจัดเรียงตามลำดับเนื้อหา และความเหมาะสมของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองประเภทต่างๆ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เนื้อหา ลำดับหัวข้อ จำนวนคาบเรียนและประเภทของแบบจำลองในแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ	ประเภทของแบบจำลอง
3	จุดเดือดจุดหลอมเหลว	4	แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ แบบจำลองแสดงข้อความเชิงมโนทัศน์
6	ความหนาแน่น	4	แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ แบบจำลองแสดงข้อความเชิงมโนทัศน์
9	การจำแนกสารบริสุทธิ์	6	แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ แบบจำลองแสดงข้อความเชิงมโนทัศน์
10	การจำแนกธาตุและการใช้ประโยชน์	3	แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ แบบจำลองแสดงข้อความเชิงมโนทัศน์
รวม		20	

2.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบตามเนื้อหา จำนวนคาบเรียน และประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้เบื้องต้น คือ จำนวนแผนจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 แผน และจำนวนระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 20 คาบเรียน

2.5 นำแผนจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาสาระกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องของภาษา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.6 นำแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยครูที่มีประสบการณ์การสอนเนื้อหาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา อาจารย์มหาวิทยาลัยคณะวิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหา เรื่อง สารบริสุทธิ์ และมีประสบการณ์ในการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และอาจารย์มหาวิทยาลัยคณะครุศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาสาระและความถูกต้องของภาษา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

2.7 นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับแก้ไข เพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้

2.8 นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิที่แก้ไขแล้วไปใช้ในการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

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

1. ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนการทดลอง

เตรียมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายก่อนการทดลองสอนด้วยรูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Predict - Share - Observe - Explain Model: PSOE) โดยผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเข้าใจประเด็นในดังต่อไปนี้

1.1 ลักษณะการเรียนรู้ การจัดกิจกรรม และบทบาทของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

1.2 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและประเภทของ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ความหมาย องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2. ขั้นการดำเนินการทดลองและการเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

2.1 วัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนเรียน

2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในการเรียนการสอนจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ และคละเพศ จำนวนกลุ่มละเท่าๆกัน เนื่องจากกลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สูง ปานกลาง และต่ำ จัดกลุ่มให้คณะแพทยฯ และเพศชายจำนวนเท่ากันๆกัน (สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

2.3 ประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองในระหว่างการจัดการเรียนรู้ 4 ครั้ง
เป็นรายบุคคลโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมิน
การปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้
แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง และ 4) การปรับปรุงแบบจำลอง โดยเรียงลำดับประเภทของ
แบบจำลองวิทยาศาสตร์ตามลำดับเนื้อหาตามบทเรียน ความเหมาะสมของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการ
สร้างแบบจำลองประเภทต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดของการประเมิน และระยะห่างของการประเมิน ดังนี้

ครั้งที่ 1 ประเมินห่างจากการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียน 1 สัปดาห์ และสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 1

ครั้งที่ 2 ประเมินห่างจากการประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 เป็น
เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ และสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 2

ครั้งที่ 3 ประเมินห่างจากการประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 เป็น
เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ และสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 3

ครั้งที่ 4 ประเมินห่างจากการประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 เป็น
เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ และสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมครั้งที่ 4

2.4 ในระหว่างการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมโดยใช้แบบ
สัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม เป็นรายบุคคล โดยสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมด 4 ครั้ง ในขณะที่
สัมภาษณ์ผู้วิจัยจะบันทึกเสียงของนักเรียนเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม

3. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

3.1 วัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถามความสามารถ
ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อ
การทำงานเป็นทีมของนักเรียนหลังเรียน โดยมีรายละเอียดของช่วงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ดังนี้

ตารางที่ 16 ช่วงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับที่	ข้อมูลที่เก็บ	เครื่องมือที่ใช้			
		แบบสอบถาม ความสามารถ ในการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดเจตคติ ต่อการทำงาน เป็นทีม	แบบสัมภาษณ์ เจตคติต่อการทำงาน เป็นทีม	แบบประเมิน ความสามารถใน การสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์
1	ข้อมูลก่อนการทดลอง	✓	✓	-	-
2	การสร้างแบบจำลองครั้งที่ 1	-	-	✓	✓
3	การสร้างแบบจำลองครั้งที่ 2	-	-	✓	✓
4	การสร้างแบบจำลองครั้งที่ 3	-	-	✓	✓
5	การสร้างแบบจำลองครั้งที่ 4	-	-	✓	✓
6	ข้อมูลหลังการทดลอง	✓	✓	-	-

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ได้จากคะแนนการประเมิน 2 ส่วน ได้แก่ 1) คะแนนจากแบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งวัดก่อนและหลังเรียนเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 และ 2) คะแนนจากแบบประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการอภิปรายผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1.1.1) นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($X_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อประเมินคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent samples) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05 เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1

1.1.2) นำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนมาเทียบกับเกณฑ์ระดับความสามารถของกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 ดังนี้

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 คะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2.1.1) นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการวัดระหว่างเรียน 4 ครั้ง มาวิเคราะห์ผลเพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการอภิปรายผลการวิจัย 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

2. การวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

2.1 หาคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 นำค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพื่อแปลความหมายว่าอยู่ระดับใด จากเกณฑ์ของ Best & Kahn (2016) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับเจตคติ
4.50 – 5.00	ดีมากที่สุด
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	ไม่ดี
1.00 – 1.49	ไม่ดีที่สุด

2.3 นำคะแนนการวัดเจตคติก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent samples) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05 และนำข้อมูลจากแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม มาพิจารณาตามองค์ประกอบและจำแนกเป็นรายชื่อ เพื่อศึกษาว่าประเด็นใดนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด หรือน้อยที่สุดในแต่ละองค์ประกอบของเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2

2.4 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนทั้ง 4 ครั้ง มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยการรวบรวมข้อมูลจากนั้นให้รหัสกับข้อมูล แล้วจึงจัดกลุ่มข้อมูล และแยกแยะข้อมูลพร้อมทั้งวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการสัมภาษณ์ แล้วอธิบายในลักษณะความเรียง เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการอภิปรายผลการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดสังเกตอธิบาย ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ 1) แบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกตอธิบายที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังทดลอง

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกตอธิบายที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังทดลอง

การศึกษาศักยภาพในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ พิจารณาข้อมูลจากแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ใช้ประเมินความรู้ของนักเรียนในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเมินเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 25 คน มีคะแนนเต็ม 60 คะแนน ได้ผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียน

การทดสอบ	<i>M</i>	<i>M</i> _{ร้อยละ}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
ก่อนเรียน	41.00	68.33	8.89	5.55	24	0.001*	ดี
หลังเรียน	50.24	84.00	4.47				ดีมาก

* $p < .05$

จากตารางที่ 17 การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 41.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.33 อยู่ในระดับดี และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 50.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.00 อยู่ในระดับดีมาก การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent samples) พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

การศึกษาศักยภาพในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ในงานวิจัยครั้งนี้ พิจารณาข้อมูลแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ใช้ประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การปรับปรุงแบบจำลอง โดยเก็บข้อมูลความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งมีเนื้อหาที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ครั้งที่ 1 เรื่อง จุดเดือดของน้ำ

ครั้งที่ 2 เรื่อง ความหนาแน่น

ครั้งที่ 3 เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์

ครั้งที่ 4 เรื่อง การจำแนกธาตุและการใช้ประโยชน์

รายละเอียดของการประเมินแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างแบบจำลอง 4 ครั้ง

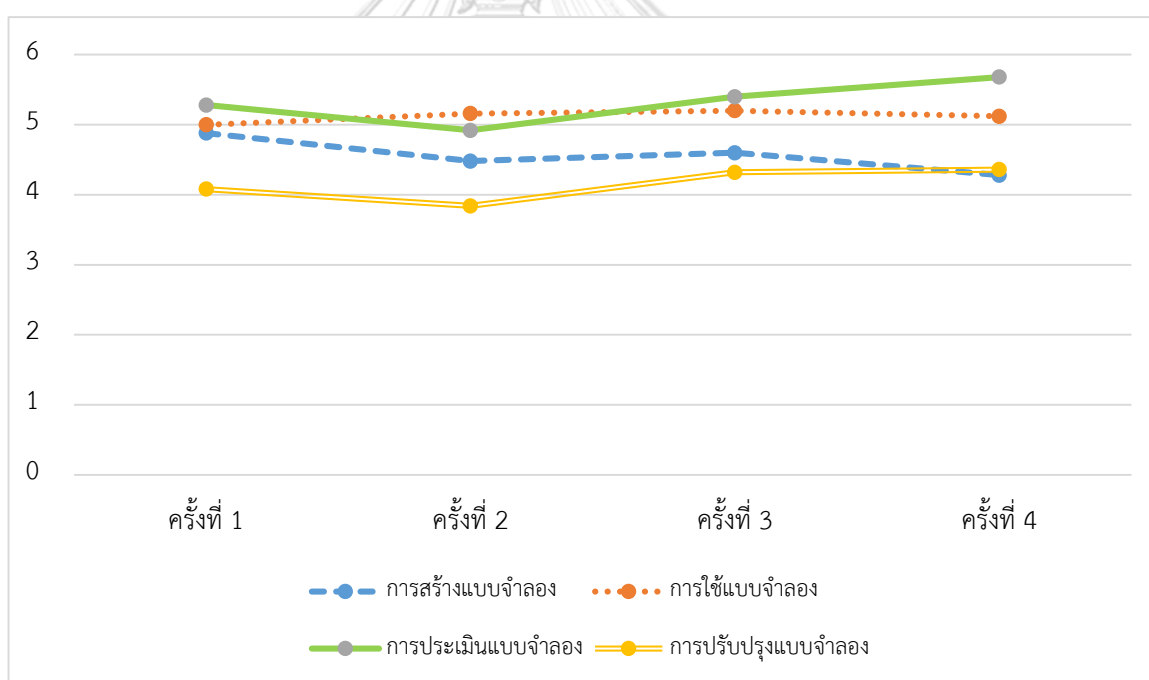
ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	ครั้งที่	M	M _{ร้อยละ}	SD	ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
1. การสร้างแบบจำลอง	1	4.88	81.33	0.44	ดีมาก
	2	4.48	74.67	0.82	ดี
	3	4.60	76.67	0.65	ดี
	4	4.28	71.33	0.54	ดี
2. การใช้แบบจำลอง	1	5.00	83.33	0.29	ดีมาก
	2	5.16	86.00	0.55	ดีมาก
	3	5.20	86.67	0.50	ดีมาก
	4	5.12	85.33	0.53	ดีมาก
3. การประเมินแบบจำลอง	1	5.28	88.00	0.54	ดีมาก
	2	4.92	82.00	1.38	ดีมาก
	3	5.40	90.00	0.71	ดีมาก
	4	5.68	94.67	0.56	ดีมาก
4. การปรับปรุงแบบจำลอง	1	4.08	68.00	0.40	ดี
	2	3.84	74.00	1.40	ดี

ความสามารถในการสร้าง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	ครั้งที่	M	M _{ร้อยละ}	SD	ระดับความสามารถ ในการสร้างแบบจำลอง
	3	4.32	72.00	0.80	ดี
	4	4.36	72.67	0.86	ดี

จากข้อมูลคะแนนค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ครั้ง
สามารถนำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังนี้

แผนภาพที่ 8 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
4 ครั้ง

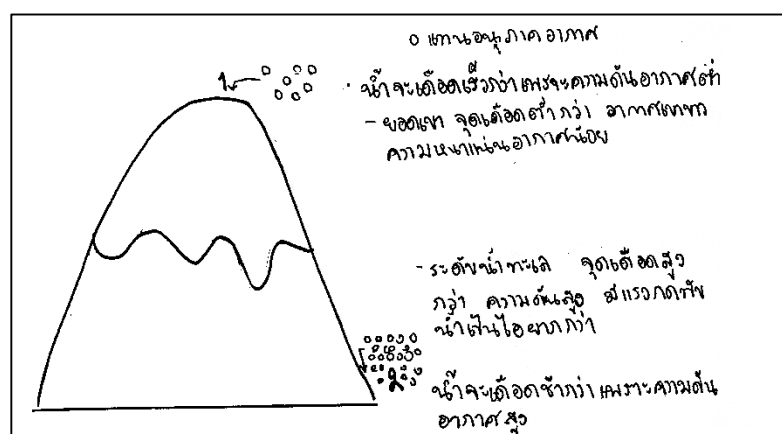
คะแนนเฉลี่ย (คะแนน)



จากตารางที่ 18 และแผนภาพที่ 8 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้ง 4 ด้าน ในแต่ละครั้งของการประเมิน สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังนี้

1. ด้านการสร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองแต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ครั้งที่ 1 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.33 อยู่ในระดับดีมาก ครั้งที่ 2 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.67 อยู่ในระดับดี ครั้งที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.67 อยู่ในระดับดี และครั้งที่ 4 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.28 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.33 อยู่ในระดับดี โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 18

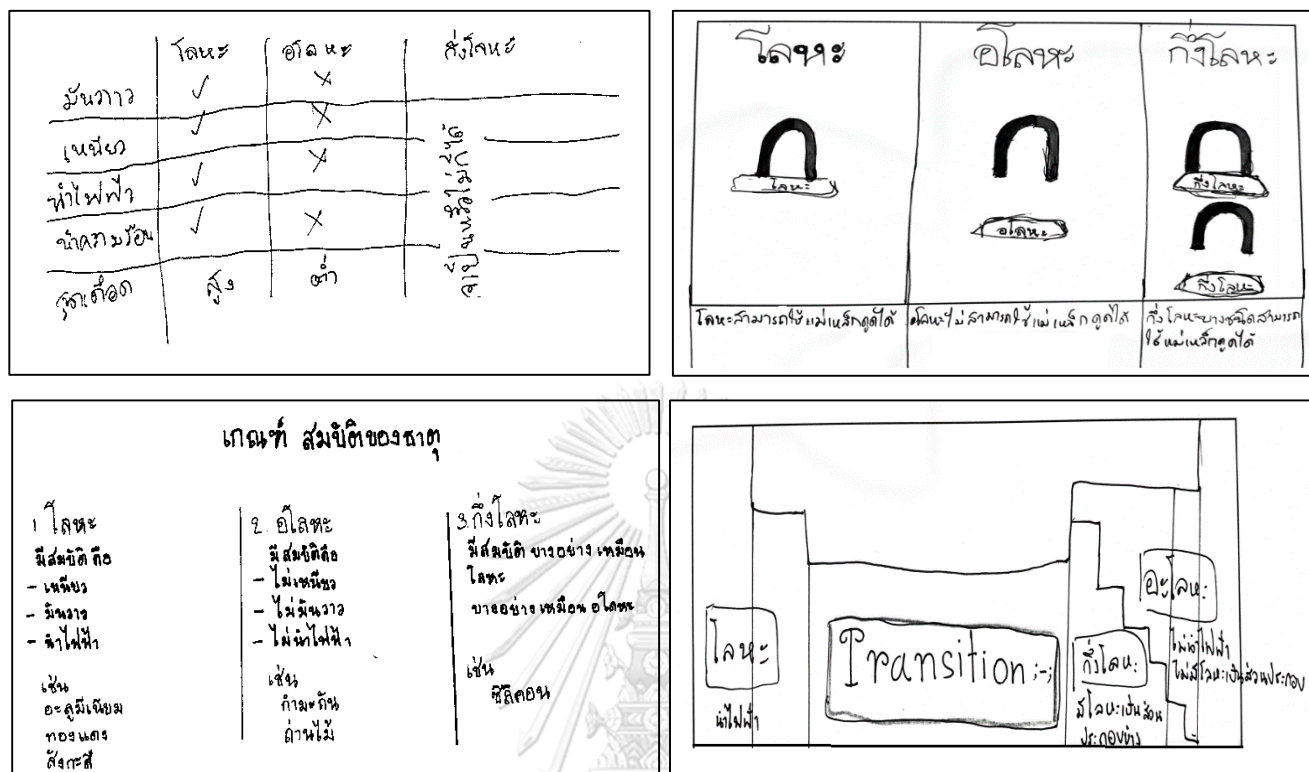


แผนภาพที่ 9 ผลงานการสร้างแบบจำลองของนักเรียน เรื่อง จุดเดือดของน้ำ
ด้านการสร้างแบบจำลองที่อยู่ในระดับดี

2. ด้านการใช้แบบจำลอง

การใช้แบบจำลองแต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ครั้งที่ 1 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.33 อยู่ในระดับดีมาก ครั้งที่ 2 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.00 อยู่ในระดับดีมาก ครั้งที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.67 อยู่ในระดับดีมาก และครั้งที่ 4 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.33 อยู่ในระดับดีมาก โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 18

หลังจากสอนนักเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ไปแล้วประมาณสัปดาห์ที่ 3 นักเรียนมีการเลือกใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น มีการวาดภาพประกอบ แสดงข้อมูลเป็นตาราง พร้อมเขียนข้อความเชิงโน้ตสโน้ต เพื่อใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆทางวิทยาศาสตร์



แผนภาพที่ 10 ตัวอย่างการเลือกใช้แบบจำลองของนักเรียนในการวัดครั้งที่ 4

เรื่อง การจำแนกธาตุและการใช้ประโยชน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ด้านการประเมินแบบจำลอง

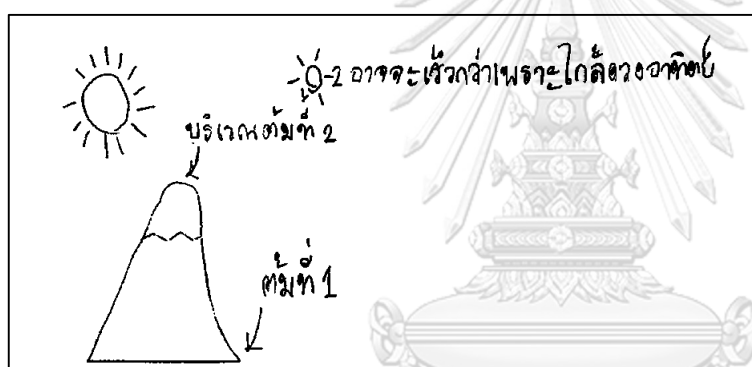
การประเมินแบบจำลองแต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ครั้งที่ 1 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.28 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.00 อยู่ในระดับดีมาก ครั้งที่ 2 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.92 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.00 อยู่ในระดับดีมาก ครั้งที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.00 อยู่ในระดับดีมาก และครั้งที่ 4 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 94.67 อยู่ในระดับดีมาก โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 18

ในการประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นักเรียนสามารถประเมินแบบจำลองได้ดีขึ้น ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ของการวิจัย โดยระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นได้และสามารถ เปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยระบุได้ว่าแบบจำลองใดดีกว่า และให้เหตุผลได้ว่าดีกว่า แบบจำลองอื่น

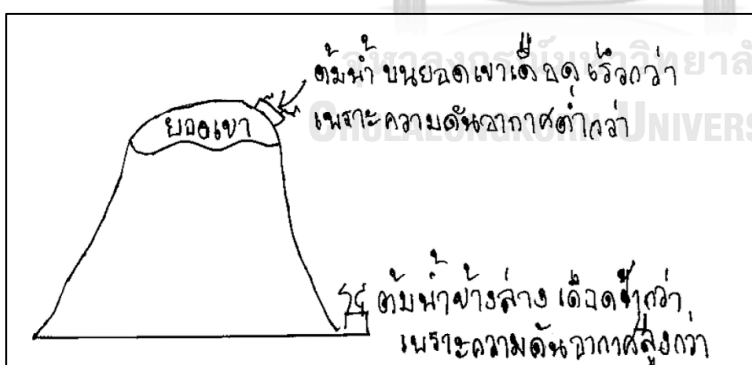
4. ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง

การปรับปรุงแบบจำลองแต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ครั้งที่ 1 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.00 อยู่ในระดับดี ครั้งที่ 2 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.00 อยู่ในระดับดี ครั้งที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.00 อยู่ในระดับดี และครั้งที่ 4 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.67 อยู่ในระดับดี โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 18

การปรับปรุงแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เมื่อนักเรียนสามารถบอข้อจำกัดของแบบจำลอง สามารถปรับปรุง หรือแก้ไขแบบจำลองได้ และสามารถแสดงรายละเอียดหรือความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นได้ดีขึ้น ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 โดย เพิ่มข้อความ รูปภาพ หรือ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์



แบบจำลองตามความคิดของตนเอง



แบบจำลองหลังจากมีการแลกเปลี่ยน
ความคิดกับเพื่อน

แผนภาพที่ 11 ผลงานการสร้างแบบจำลองของนักเรียน เรื่อง จุดเดือดของน้ำ
ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง

นอกจากนี้ผู้วิจัยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะ compound symmetry ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ซึ่งเป็นการทดสอบความเท่ากันของระดับความสัมพันธ์ระหว่างการวัดแต่ละครั้ง และความแปรปรวนของการวัดแต่ละครั้ง โดยใช้ Mauchly's test of sphericity ก่อนการวิเคราะห์แตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองแต่ละด้านในการวัด 4 ครั้ง หากผลการวิเคราะห์พบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมมีลักษณะเป็น compound symmetry ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองแต่ละด้านในการวัด 4 ครั้ง โดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบ sphericity assumed แต่หากพบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมมีลักษณะไม่เป็น compound symmetry ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองแต่ละด้านในการวัด 4 ครั้ง โดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Greenhouse-Geisser ได้ผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองในการวัดแต่ละครั้ง

จากตารางที่ 19 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองทั้ง 4 ด้านในการวัดแต่ละครั้ง สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังนี้

1. ด้านการสร้างแบบจำลอง

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการสร้างแบบจำลองในการวัดแต่ละครั้ง พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการสร้างอย่างน้อย 1 ครั้ง ที่แตกต่างจากการวัดครั้งอื่น ดังตารางที่ 19 จากการเปรียบเทียบภายหลังด้วยวิธี Bonferroni พบว่า คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการสร้างจากการวัดครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการวัดครั้งที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ด้านการใช้แบบจำลอง

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการใช้แบบจำลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการใช้จากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ด้านการประเมินแบบจำลอง

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการประเมินแบบจำลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการประเมินอย่างน้อย 1 ครั้ง ที่แตกต่างจากการวัดครั้งอื่น ดังตารางที่ 19 จากการเปรียบเทียบภายหลังด้วยวิธี Bonferroni พบว่า คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการประเมินจากการวัดครั้งที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการวัดครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการปรับปรุงแบบจำลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้านการปรับปรุงจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

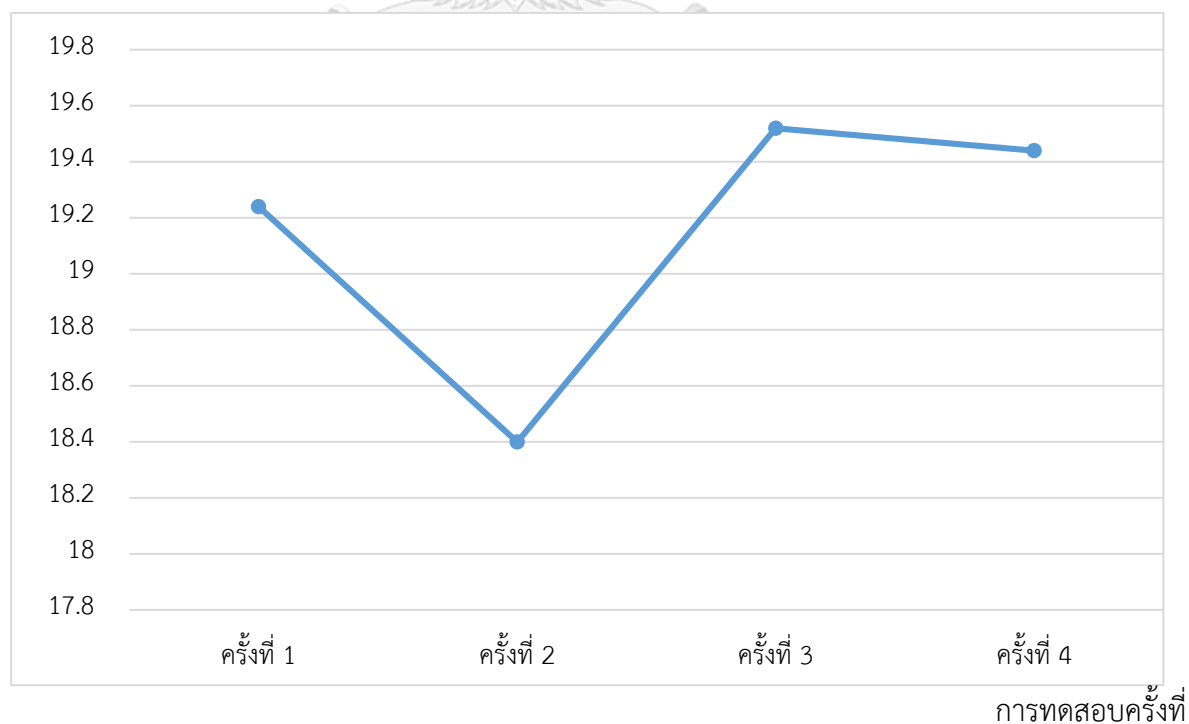
ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวม 4 ครั้ง

ครั้งที่	หัวข้อเรื่อง	M	$M_{ร้อยละ}$	SD	ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
1	จุดเดือดของน้ำ	19.24	80.17	1.16	ดีมาก
2	ความหนาแน่น	18.40	76.67	3.13	ดี
3	การจำแนกสารบริสุทธิ์	19.52	81.33	1.90	ดีมาก
4	การจำแนกธาตุและการใช้ประโยชน์	19.44	81.00	1.89	ดีมาก

จากข้อมูลคะแนนค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมทั้ง 4 ครั้ง สามารถนำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังนี้

แผนภาพที่ 12 กราฟแสดงความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมทั้ง 4 ครั้ง

ค่าเฉลี่ย (คะแนน)



ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมในการวัด 4 ครั้ง

แหล่งความแปรปรวน (Source)	SS	df	MS	F	p	η_p^2
การวัด (Time)	19.79	2.11	9.40	1.77	.18	.07
ความคลาดเคลื่อน (Error)	268.46	50.54	5.31			

จากตารางที่ 20 และ 21 ผู้วิจัยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะ compound symmetry ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ซึ่งเป็นการทดสอบความเท่ากันของระดับความสัมพันธ์ระหว่างการวัดแต่ละครั้ง และความแปรปรวนของการวัดแต่ละครั้ง โดยใช้ Mauchly's test of sphericity ก่อนการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมในการวัด 4 ครั้ง ผลการวิเคราะห์พบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมมีลักษณะไม่เป็น compound symmetry อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, $\chi^2(5) = 14.47$, $p = .01$, Mauchly's $W = 0.53$ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมในการวัด 4 ครั้ง โดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Greenhouse-Geisser ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คิดเป็นร้อยละ 79.79 อยู่ในระดับดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

การศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ในงานวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 22 ความแตกต่างระหว่างเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	M	Mร้อยละ	SD	r (p)	t	df	p
ก่อนเรียน	3.81	76.20	8.34				
หลังเรียน	3.96	79.20	7.70	.64 (< .001)	2.26	24	.03

จากตารางที่ 22 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมหลังเรียนและเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนของนักเรียนโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent samples) พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.20 อยู่ในระดับดี และคะแนนเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 คิดเป็นร้อยละ 79.20 อยู่ในระดับดี ซึ่งสูงกว่าเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

การศึกษาลของการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายที่มีต่อเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างเรียนในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม เก็บข้อมูลการทำงานร่วมกันเป็นทีมของนักเรียนระหว่างเรียน 4 ครั้ง ได้ข้อมูลโดยแบ่งประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1) ข้อดีของการทำงานเป็นทีม

จากการสัมภาษณ์ในช่วงแรกนักเรียนยังมีการปรับตัวเข้ากับสมาชิกของทีมตนเอง นักเรียนบางคนยังไม่สนิทและไม่คุ้นเคยกับสมาชิกของทีมเนื่องจากมาจากต่างห้องกัน และย้ายมาอยู่ห้องเดียวกันในภาคการศึกษานี้ หรืออาจไม่เคยทำงานร่วมกันมาก่อน ทำให้เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนต่อเพื่อนในทีมยังไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง โดยในการสัมภาษณ์ครั้งที่ 2 พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ชอบการทำงานเป็นทีม โดยมีข้อดีของการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. ทำงานร่วมกับเพื่อน เพราะได้ทำงานร่วมกันเป็นทีม ทำให้ได้ทำงานร่วมกันกับเพื่อนหลาย ๆ คน
2. แลกเปลี่ยนความคิด เกิดการแลกเปลี่ยนความคิด และสามารถช่วยเหลือกันได้ มีเพื่อนช่วยคิด
3. มีเพื่อนช่วยคิด ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหลากหลายรูปแบบ คำตอบที่ได้จึงถูกต้องแม่นยำมากขึ้น
4. งานเสร็จเร็วขึ้น เพราะได้มีการแบ่งงานกันทำ ช่วยเหลือกัน ทำให้งานเสร็จเร็วขึ้น
5. รู้จักเพื่อนเพิ่มมากขึ้น ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดและการทำงานร่วมกัน
6. พุดคุยสนุกสนาน ในการทำงานเป็นทีม มีสมาชิกในทีมหลายคน ทำให้มีโอกาสได้พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิด เกิดความสนุกสนาน

ตัวอย่างข้อความจากการสัมภาษณ์นักเรียน มีดังนี้

“ทำให้งานเสร็จเร็ว ประหยัดเวลา เพราะถ้าช่วยกันทำแบ่งหน้าที่ก็จะทำให้งานเสร็จเร็วขึ้น”

นักเรียนคนที่ 14

“การทำงานเป็นทีมช่วยให้ทำงานได้ง่ายขึ้น มีคนคอยให้คำปรึกษาเวลาเกิดข้อผิดพลาด”

นักเรียนคนที่ 18

“การทำงานเป็นทีมถูกต้องมากกว่าการทำงานคนเดียว สามารถตรวจสอบคำตอบและความถูกต้องจากเพื่อนได้”

นักเรียนคนที่ 23

2) ลักษณะของการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

ในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในช่วงแรกยังเป็นไปในลักษณะของการเกี่ยงงานกันทำ อยู่บ่อยครั้ง นักเรียนยังบริหารจัดการเวลาและแบ่งงานกันทำไม่ได้ดีเท่าที่ควร ภายหลังจากการวิจัยประมาณ 3 สัปดาห์ ในการสัมภาษณ์ ครั้งที่ 3 นักเรียนมีลักษณะการทำงานเป็นทีมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยลักษณะของการทำงานเป็นทีมของนักเรียน มีดังนี้

1. ช่วยกันทำงาน แบ่งงานกันทำตามหน้าที่ และความถนัด นักเรียนบางคนให้ข้อมูลว่าการทำงานเป็นทีมอาจทำให้มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน ซึ่งนำไปสู่ความขัดแย้งได้ มีคนเห็นแก่ตัวและไม่ช่วยทำงาน ทำให้งานเกิดปัญหาและล่าช้า และอาจมีความยุ่งยากกว่าการทำงานคนเดียวหากเป็นงานที่สามารถทำงานคนเดียวได้ เช่น จดบันทึกผลการทดลอง หรือหยาบอุปกรณ์ แต่ถ้าเป็นงานที่ยากหรือซับซ้อนการทำงานร่วมกันกับเพื่อนน่าจะให้ผลสำเร็จได้ดีกว่า เช่น ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง ต้องอาศัยการทำงานร่วมกัน เนื่องจากนักเรียนไม่มั่นใจในแบบจำลองของตนเองว่าถูกหรือไม่ ในการทำงานร่วมกันเป็นทีมจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน อภิปรายร่วมกัน ทำให้ได้แบบจำลองที่ใกล้เคียงกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2. มีผู้นำและผู้ตามที่ดี มีหัวหน้าแบ่งงานให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มตัวอย่างชัดเจน หากนักเรียนคนใดไม่ถนัด หรือรู้สึกว่ตนเองไม่มีความเป็นผู้นำเท่าที่ควรก็จะเป็นผู้ตามที่ดีรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและปฏิบัติตามที่เพื่อนบอก

ตัวอย่างข้อความจากการสัมภาษณ์นักเรียน มีดังนี้

“เพื่อนในทีมมีการพูดคุยกัน แบ่งหน้าที่กันตามสิ่งที่ตนเองอยากทำ เช่น แบ่งกันไปหยาบอุปกรณ์การทดลอง จดบันทึกผลการทดลอง ส่วนคนไหนที่ไม่มีหน้าที่ก็จะช่วยล้างอุปกรณ์การทดลอง”

นักเรียนคนที่ 15

“ในทีมจะมีเพื่อนที่คอยกำกับการทำงานและแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกทีมคนอื่น ๆ ทำงาน การทำงานเป็นไปได้อย่างราบรื่นและเสร็จอย่างรวดเร็ว ถ้ามีเพื่อนคนไหนไม่ช่วยก็จะถามเพื่อนคนนั้นว่าอยากทำหน้าที่อะไร จะได้ให้เพื่อนทำในหน้าที่ที่เพื่อนทำได้”

นักเรียนคนที่ 2

“ในช่วงแรก ๆ เพื่อนไม่ค่อยช่วยงาน ตัวเองจะอาสาทำงานแทนเพื่อน แต่ในครั้งหลัง ๆ พอมีการแบ่งหน้าที่กัน และบอกเพื่อนว่าทุกคนต้องทำงานที่ตนเองรับผิดชอบให้เสร็จ เพื่อนก็ช่วยงานดีขึ้น”

นักเรียนคนที่ 18

3) ปัญหาของการทำงานเป็นทีม

ในการทำงานเป็นทีมช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในเรื่องของความเห็นไม่ตรงกัน และการปรับตัวเข้าหากันของสมาชิกทีม และยังแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ได้ ซึ่งในช่วงแรก ๆ ของการเรียน นักเรียนจะแก้ปัญหาโดยเรียกผู้สอนไปช่วยไกล่เกลี่ยและแก้ปัญหาให้ ในช่วงประมาณสัปดาห์ที่ 2 ในการสัมภาษณ์ ครั้งที่ 2 นักเรียนสามารถแก้ปัญหากันเองภายในทีมได้ดีขึ้น ปัญหาของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการทำงานเป็นทีมที่ได้จากการสัมภาษณ์ มีดังนี้

1) มีความเห็นไม่ตรงกัน นักเรียนแก้ไขโดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และเลือกคำตอบที่ดีที่สุดของทีม พยายามหาข้อสรุปโดยความเห็นจากเสียงส่วนมากในทีมในการช่วยตัดสินใจ

2) เพื่อนบางคนในทีมไม่ช่วยทำงาน ชอบเล่นเวลาทำงาน นักเรียนแก้ไขโดยให้เพื่อนในทีมที่เป็นผู้นำเป็นคนมอบหมายหน้าที่ให้ชัดเจน และพูดกระตุ้นให้เพื่อนตั้งใจทำงาน

3) นักเรียนบางคนรู้สึกว่าตนเองยังช่วยเพื่อนได้ไม่ดี และไม่กล้าออกความเห็น นักเรียนแก้ไขโดย สอบถามเพื่อนว่ามีอะไรยังไม่ทำบ้าง และคอยอาสาช่วยเหลืองานที่ตนเองพอจะทำได้ เช่น ช่วยเพื่อนหยิบอุปกรณ์การทดลอง แทนการนำเสนอความเห็นหรืออภิปรายผลการทดลอง เป็นต้น

ตัวอย่างข้อความจากการสัมภาษณ์นักเรียน มีดังนี้

“บางครั้งมีความเห็นไม่ตรงกัน มีการเถียงกัน ก็จะทำให้ได้ข้อสรุปช้า และเสียเวลาทำงานในบางครั้ง”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นักเรียนคนที่ 4

CHULALONGKORN UNIVERSITY

“เพื่อนบางคนในทีมไม่ช่วยทำงาน ชอบเดินเล่นหรือนั่งเหม่อไม่ช่วยจดบันทึกผลการทดลอง จึงต้องทำให้ตนเองคอยกระตุ้นเพื่อน และตำหนิเพื่อนในบางครั้ง”

นักเรียนคนที่ 8

4) ปัจจัยที่มีส่วนช่วยให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ

จากการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 4 ครั้ง ในการทำงานเป็นทีมแต่ละครั้ง ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีส่วนช่วยให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จของนักเรียนแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน กิจกรรม และเนื้อหาของบทเรียนด้วย ผลการสัมภาษณ์ พบว่า ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ง่าย และไม่ซับซ้อน เช่น การนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนจะสามารถแบ่ง

งานกันทำได้ดี ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้การทำงานเป็นทีมของนักเรียนสำเร็จ จากการสัมภาษณ์ คือ การรับฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของเพื่อนร่วมทีม แต่ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ยากและซับซ้อน ซึ่งเป็นงานที่นักเรียนไม่เคยทำ หรือเนื้อหาบทเรียนที่นักเรียนไม่ได้เรียนมาก่อน เช่น การทดลองเรื่องการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ที่มีการต่อวงจรไฟฟ้าซึ่งนักเรียนยังไม่เคยต่อวงจรไฟฟ้ามาก่อน จึงทำให้นักเรียนแต่ละทีมต้องใช้ความสามัคคีกันในการช่วยกันต่อวงจรไฟฟ้า

ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนสำเร็จ ได้แก่ ความสามัคคี การแบ่งภาระงาน ความรับผิดชอบ และความตั้งใจทำงาน

ตัวอย่างข้อความจากการสัมภาษณ์นักเรียน มีดังนี้

1) ความสามัคคีในการทำงานร่วมกัน เพราะการช่วยกันทำงานจะทำให้งานประสบความสำเร็จได้เร็วยิ่งขึ้น

2) ความรับผิดชอบและความตั้งใจทำงาน เพราะถ้าสมาชิกในทีมตั้งใจทำงาน และทำหน้าที่ของตนเองให้ดีที่สุด งานที่ได้จะออกมาดี และงานจะเสร็จเร็วขึ้น

3) การรับฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของเพื่อนร่วมทีม เพราะการสื่อสารกับเพื่อนร่วมทีมเป็นสิ่งสำคัญ เวลางานมีปัญหาเพื่อนจะได้ช่วยเหลือ และช่วยกันแก้ปัญหาให้งานสำเร็จได้

ตัวอย่างข้อความจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“ถ้าเพื่อน ๆ แบ่งหน้าที่กันก็จะทำให้งานเสร็จเร็วขึ้นและถ้าสามัคคีกันช่วยงานกันก็จะไม่เกิดปัญหาในการทำงานร่วมกัน”

นักเรียนคนที่ 12

“ความตั้งใจในการทำงานแบ่งหน้าที่กัน และยอมรับฟังความเห็นของคนอื่นสำคัญมาก เพราะจะทำให้การทำงานสำเร็จ และถ้าทุกคนต่างช่วยกันไม่ทะเลาะกัน ฟังความเห็นกันงานจะเสร็จเร็วขึ้น”

นักเรียนคนที่ 24

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (One-Group Pretest-Posttest Time-Series Design) มีการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ 1) แบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง 3) เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนและหลังเรียน 4) แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน 4 ครั้ง โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังทดลอง 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการทดลองด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย 4) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง ได้แก่ โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 25 คน เวลาที่ใช้ในการวิจัย 6 สัปดาห์ จำนวน 20 คาบเรียน มีการเก็บข้อมูลความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน จากนั้นวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที่ Repeated measures ANOVA และการวิเคราะห์เนื้อหา

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานเป็นทีมและเจตคติต่อการ
ทำงานเป็นทีม เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ข้อ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต
อธิบาย มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 50.24 คิดเป็น
ร้อยละ 84.00 อยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต
อธิบายมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนน
ความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง เท่ากับ 19.15 คะแนน คิดเป็น
ร้อยละ 79.79 อยู่ในระดับดี ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต
อธิบาย มีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนเท่ากับ 3.81 คิดเป็นร้อยละ 76.20 อยู่ในระดับดี
และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ เท่ากับ 3.96 คิดเป็นร้อยละ 79.20 อยู่ในระดับดี ซึ่งคะแนนหลัง
เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนายน แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต
อธิบาย มีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน สามารถแยกประเด็นที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์
ข้อมูลการทำงานเป็นทีม ได้ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ข้อดีของการทำงานเป็นทีม 2) ลักษณะของการ
ทำงานเป็นทีมของนักเรียน 3) ปัญหาของการทำงานเป็นทีม 4) ปัจจัยที่มีส่วนช่วยให้การทำงานเป็น
ทีมประสบความสำเร็จ

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ
ต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนายน
แลกเปลี่ยนความคิดสังเกตอธิบาย ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายผลเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

ตอนที่ 2) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน

ตอนที่ 3) เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนและหลังเรียน

ตอนที่ 4) เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน

ตอนที่ 1 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากคะแนนแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจากการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 50.24 คิดเป็นร้อยละ 84.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวัดการปฏิบัติความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

ประการที่หนึ่ง การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ขั้นที่ 1 ทำนาย นักเรียนได้ทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างแบบจำลองวิทยาศาสตร์เบื้องต้นด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนสามารถขยายความคิด ผ่านการสะท้อนตนเอง นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองที่มีอยู่ต่อปรากฏการณ์ที่จะศึกษาโดยแสดงการทำนายออกมาในลักษณะภาพวาด หรือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าของตนเอง ในขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด เพื่อแลกเปลี่ยนแบบจำลองของตนเองกับแบบจำลองของเพื่อนในทีม นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิด หรือเปลี่ยนแปลงความคิด จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่หลากหลายของแบบจำลอง ในขั้นที่ 3 สังเกต นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการทำกิจกรรม และขั้นที่ 4 อธิบาย นักเรียนยังได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในทีมอีกครั้งทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิดและได้รับข้อมูลเพื่อนำมาแก้ไขแบบจำลองของตนเองให้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brown & Concannon (2016) ที่ใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ เรื่องสภาพอากาศและภูมิอากาศ พบว่า นักเรียนสามารถขยายความคิดหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเริ่มต้น ผ่านการสังเกต การสะท้อนตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เนื่องจากในขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนความคิด การแลกเปลี่ยนความคิดและอธิบายร่วมกันของนักเรียนในทีม ทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองจากข้อบกพร่องหรือข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น และในขั้นที่ 4 อธิบาย การอธิบายร่วมกันในห้องเรียนและการนำอภิปรายของครู ทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบแบบจำลองที่เป็นข้อสรุปของทั้งห้องเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถเลือกใช้ประเภทของแบบจำลองได้เหมาะสม และครอบคลุมกับการอธิบายปรากฏการณ์ และในขั้นที่ 4 นักเรียนยังได้ร่วมกันตรวจสอบแบบจำลองโดยนำเสนอแบบจำลองของทีมตนเอง และให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนเป็นผู้ประเมินแบบจำลองร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญันฐันภันต์ กัตตุรัตน์ (2558) ที่กล่าวว่า การประเมินโดยเพื่อนอาจช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยนักเรียนได้พิจารณาประเด็นที่เหมือนและแตกต่างกันของแบบจำลองของแต่ละทีมเพื่อปรับปรุงให้เป็นแบบจำลองที่สมบูรณ์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwarz et al. (2009) และ Baek et al. (2011) ที่แสดงข้อคิดเห็นสรุปได้ว่า การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการสร้าง การประเมิน และการสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ตอนที่ 2 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน

การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง เท่ากับ 19.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.79 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจาก เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในแต่ละครั้งมีความยากง่ายแตกต่างกัน และเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม จึงทำให้ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญันฐันภันต์ กัตตุรัตน์ (2558) พบว่านักเรียนต้องวาดสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งไม่สามารถมองเห็น หรือสัมผัสไม่ได้ ออกมาเป็นรูปภาพ รวมทั้งต้องระบุสัญลักษณ์ต่างๆ ประกอบ ทำให้การวาดภาพเพื่อสื่อสารสิ่งที่มองไม่เห็นให้คนอื่นเข้าใจเป็นเรื่องที่ไม่ง่าย และจากการศึกษาของเซาวรินทร์ สีไหม (2552) ที่กล่าวถึงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่มีความสำคัญต่อการสร้างแบบจำลองและช่วยให้การสร้างแบบจำลอง

เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความถูกต้องสมบูรณ์ นอกจากนี้นักเรียนต้องใช้เวลาในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของหนึ่งฤทัย เกียรติพิมล (2559) พบว่านักเรียนสามารถประเมิน และปรับปรุงแบบจำลองได้ดีขึ้นหลังจากผ่านการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดผ่านเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมก่อนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนและหลังทดลอง พบว่าเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากเหตุผล 2 ประการ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการทำงานอย่างร่วมมือร่วมพลัง นักเรียนได้มีการแบ่งงานกันทำตามความถนัด และมีการบริหารจัดการหน้าที่กันภายในทีมของตนเอง ความสำเร็จของทีมมาจากการที่ทุกคนช่วยเหลือกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brown & Concannon (2016) ใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ เรื่องสภาพอากาศและภูมิอากาศ พบว่า ในการจัดการเรียนการสอนขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดทำให้นักเรียนได้มีการทำงานอย่างร่วมมือร่วมพลัง โดยมีการอธิบายความเข้าใจสิ่งที่เรียน ผ่านการเขียน การพูดคุย การแลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียนและส่งเสริมการทำงานของนักเรียนให้เหมือนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Brown & Concannon, 2016)

2. การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายทำให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดกัน นักเรียนจึงมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานร่วมกันมากขึ้น เพราะข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ได้ข้อมูลว่า การทำงานเป็นทีมทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิด ระดมความคิดเห็นร่วมกันของเพื่อนในทีม มีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน สามารถเสนอแนวคิดได้หลากหลายรูปแบบ คำตอบที่ได้จึงถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ช่วยทำให้งานเสร็จเร็วขึ้น และนอกจากนี้ยังได้รู้จักเพื่อนเพิ่มมากขึ้น ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิด และการทำงานร่วมกัน ทำให้เพื่อนบางคนที่จะไม่ค่อยได้คุยหรือไม่ค่อยได้ทำงานร่วมกันบ่อยครั้ง เมื่อทำงาน

ร่วมกันเป็นทีมจึงมีความสนิทกันมากขึ้น เนื่องจากการทำงานเป็นทีมนักเรียนได้อยู่ทีมเดียวกันตลอดการวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนควรอยู่ร่วมเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงเปลี่ยนทีม และนอกจากนี้ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานเป็นทีม เพราะสามารถช่วยกันทำงานได้ แบ่งงานตามความถนัดของสมาชิกทีม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนฤมล หน่อนิล (2554) พบว่าการทำงานเป็นทีมทำให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกัน แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ได้พัฒนาทักษะการสื่อสาร และพัฒนาความสัมพันธ์อันดีระหว่างกัน มีการยอมรับ สนับสนุนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อีกทั้งยังมีการแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของธนกร อรรถนาวัดน์ (2558) พบว่าเมื่อจัดการเรียนรู้ไปแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการทำงานร่วมกันสนิทสนมกันมากขึ้น รวมทั้งเข้าใจและรู้บทบาทหน้าที่ของตนเองมากขึ้น ทำให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นช่วยเหลือกันเพื่อให้งานสำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย

ตอนที่ 4 เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย มีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมระหว่างเรียน สามารถแยกประเด็นที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานเป็นทีม ได้ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ข้อดีของการทำงานเป็นทีม 2) ลักษณะของการทำงานเป็นทีมของนักเรียน 3) ปัญหาของการทำงานเป็นทีม 4) ปัจจัยที่มีส่วนช่วยให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ อาจเนื่องมาจากเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

ประการแรก ในขั้นแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดมุมมองในการทำงานที่หลากหลาย ช่วยเหลือกันทำงาน แบ่งหน้าที่กัน ทำให้ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Loo (2013) ที่ศึกษาโดยให้สมาชิกแต่ละทีมมีการคละเพศและความสามารถ นักเรียนจะใช้เวลาเรียนร่วมกันตลอดทุกคาบไม่มีการเปลี่ยนทีม นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยเหลือและแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ เรียนรู้การทำงานร่วมกัน และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองให้เข้ากับสมาชิกทุกคนได้

ประการที่สอง ในขั้นสังเกต นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมในชั้นเรียนร่วมกัน ทำให้เกิดความสนิทสนมกันมากขึ้น ได้แก่ปัญหาต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกัน จึงทำให้เจตคติต่อการทำงานเป็นทีมดีขึ้น เพราะการทำงานร่วมกัน ความสำเร็จของทีมเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าการทำงานคนเดียว ซึ่งสอดคล้องกับทศนา แคมมณี (2545) ที่กล่าวว่า การทำงานเป็นทีมส่งผลให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เสริมสร้างการมีปฏิสัมพันธ์กัน เกิดการเรียนรู้การทำงานจากผู้อื่นและนำมาพัฒนาตนเอง ซึ่ง

ช่วยลดข้อจำกัดในเรื่องการทำงานที่ยาก ทำให้นักเรียนสามารถทำงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ประการที่สาม ในชั้นอธิบาย นักเรียนได้อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกันเป็นทีม ทำให้ได้เปิดมุมมองทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายซึ่งมาจากแนวคิดและมุมมองของสมาชิกในทีม จึงทำให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น เนื่องจากการแสดงความคิดเห็นร่วมกันเป็นทีมทำให้นักเรียนรู้สึกไม่กดดัน และนักเรียนไม่กลัวที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mitchell, Montgomery, Holder, and Stuart (2008) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เป็นทีม ที่สมาชิกทีมมีการยอมรับฟังซึ่งกันและกัน จะส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศที่ดีในการทำงาน จึงทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานเป็นทีม

ข้อเสนอแนะ

จากการนำรูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ค่อนข้างใช้เวลาในการสอนมากกว่าการสอนแบบทั่วไป เนื่องจากนักเรียนจะใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง ครูผู้สอนควรกำหนดข้อตกลง หรือ กำหนดประเด็นในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน เพราะจากการศึกษาพบว่า ในระหว่างการปฏิบัติการสร้างแบบจำลอง นักเรียนอาจคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น การใช้เวลามากในการตกแต่งแบบจำลองให้สวยงามมากกว่าคำนึงความเหมาะสม และความถูกต้องของแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล ครูผู้สอนควรวางแผนเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเลือกใช้ และสร้างแบบจำลองที่หลากหลายตามความเหมาะสมของเนื้อหา

2) ในขั้นที่ 1 ของการสอน ทำนาย นักเรียนจะต้องสร้างแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง ซึ่งในช่วงเริ่มต้นของการสอน นักเรียนอาจไม่คุ้นเคย หรือไม่รู้จักแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงควรเตรียมความพร้อม เช่น อาจมีการอธิบาย หรือแสดงตัวอย่างของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนในการสร้าง และเลือกใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

3) ในการทำงานเป็นทีมเป็นการจัดนักเรียนแบบคณะเทศ และความสามารถ ในช่วงแรกของการสอน และข้อมูลจากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนอาจยังไม่สนิทกัน ทำให้การตัดสินใจ การแบ่งงาน และแบ่งหน้าที่ในทีมใช้เวลานาน ครูควรให้การส่งเสริมหรือกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำงาน และการแสดงความคิดเห็น เพื่อส่งเสริมบรรยากาศในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้มีข้อเสนอในการทำการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1) เนื่องจากในการทำการวิจัยครั้งนี้ มีนักเรียนกลุ่มเดียว และเป็นนักเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิต ทำให้งานวิจัยไม่สามารถอ้างอิงไปยังบริบทของนักเรียนกลุ่มทั่วไปได้ ในงานวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายกับนักเรียนกลุ่มทั่วไปด้วย

2) ในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน นักเรียนบางคนอาจมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน เนื่องจากการทดลองพบว่านักเรียนในทีมมีลักษณะการทำงานที่หลากหลาย และมีแนวคิดในการทำงานร่วมกันเป็นทีมแตกต่างกันงานวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน





รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
บางเขน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติกร อ่อนโยน อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์

อาจารย์ ดร.สุนทร ภูรีปริชาเลิศ อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ้ายคำตา อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
บางเขน

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์สาขาการวัดและประเมินผล
การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

อาจารย์โกเมศ นาแจ้ง อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ้ายคำตา

อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
บางเขน

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง

อาจารย์สาขาการวัดและประเมินผล
การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

อาจารย์โกเมศ นาแจ้ง

อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตั้งชนกานนท์

อาจารย์สาขาการวัดและประเมินผล
การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ

อาจารย์สาขาจิตวิทยาการศึกษา คณะ
ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ ดร.รับขวัญ ภูเขาแก้ว

อาจารย์กลุ่มกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังชนกานนท์	อาจารย์สาขาการวัดและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ	อาจารย์สาขาจิตวิทยาการศึกษา คณะ ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดร.รับขวัญ ภูเขาแก้ว	อาจารย์กลุ่มกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. แบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม
4. แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

แบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบสอบฉบับนี้เป็นแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เรื่อง สารบริสุทธิ์ โดยอิงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ม.1 ภาคเรียนที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย ข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที

ข้อที่ 1 รวม 17 คะแนน

ข้อที่ 2 รวม 13 คะแนน

ข้อที่ 3 รวม 17 คะแนน

ข้อที่ 4 รวม 13 คะแนน รวม คะแนนรวม 60 คะแนน

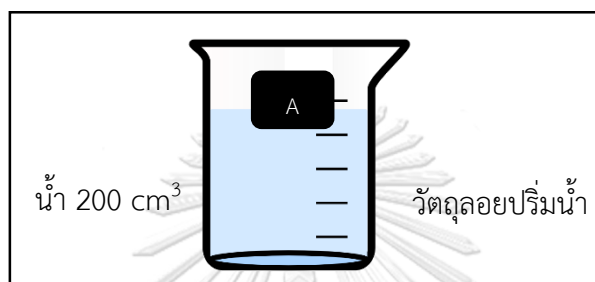
2. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อโดยเขียนคำตอบให้ถูกต้อง

3. แบบสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 10 หน้า

คำถามข้อที่ 1 (รวม 17 คะแนน)

วัตถุ A ทรงกลมตัน มีมวล 100 กรัม มีความหนาแน่น 2.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปหย่อนในน้ำเกลือปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งบรรจุอยู่ในปิกเกอร์ ปรากฏว่าวัตถุลอยปริ่มน้ำเกลือพอดี ถ้านำวัตถุนี้นำไปหย่อนลงในน้ำ วัตถุ A จะอยู่ในลักษณะใด

เด็กชายณเดช วาดแบบจำลองแสดงผลการทดลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ดังกล่าว ดังภาพ



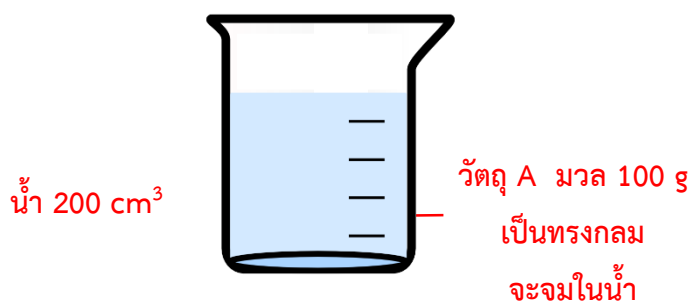
1.1 แบบจำลองของเด็กชายณเดชถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐
(1 คะแนน)

☐ ถูกต้อง

☒ ไม่ถูกต้อง

หากถูกต้องให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้องให้นักเรียนวาดแบบจำลองแสดงผลการทดลอง เมื่อนำวัตถุ A ไปหย่อนลงในน้ำ (ประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 12 คะแนน)

ตัวอย่างคำตอบ



1.2 แบบจำลองของเด็กชายคนเดียวที่แสดงในโจทย์กับแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นในข้อ 1.1
แบบจำลองใดดีกว่ากัน

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ (1 คะแนน)



แบบจำลองของนักเรียน



แบบจำลองของเด็กชายคนเดียว

เพราะเหตุใดแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า อธิบายเหตุผลว่าดีกว่ากันอย่างไร (1 คะแนน)

แบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นดีกว่า เพราะมีการวาดภาพและเขียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ อย่างครบถ้วน คือ วัตถุเป็นทรงกลมตัน จมอยู่ในน้ำ

ตัวอย่างคำตอบ

1.3 แบบจำลองผลการทดลองของเด็กชายคนเดียวมีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร

ข้อดี (1 คะแนน)

1. วาดภาพแสดงรายละเอียดและอุปกรณ์การทดลองได้ เช่น บีกเกอร์

2. แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ศึกษา เช่น รูปร่างของวัตถุ ปริมาณน้ำ

ตัวอย่างคำตอบ

ข้อจำกัด (1 คะแนน)

1. วาดภาพผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น ผลการทดลองวัตถุต้องจมน้ำ

และวัตถุต้องเป็นทรงกลมตัน

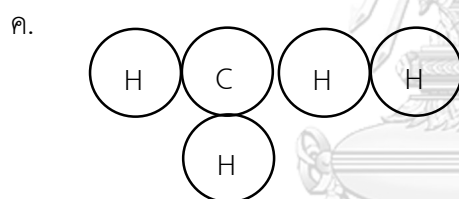
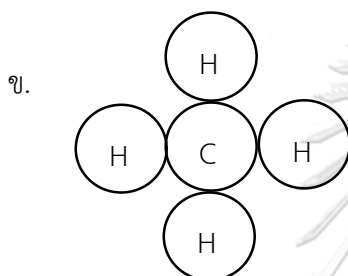
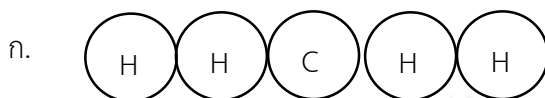
2. แสดงรายละเอียดของแปรที่ศึกษาไม่ครบ เช่น ไม่เขียนมวลของวัตถุ

ตัวอย่างคำตอบ

คำถามข้อที่ 2 (รวม 13 คะแนน)

แก๊สมีเทน (CH_4) เป็นแก๊สไม่มีสี ติดไฟได้ เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของแก๊สธรรมชาติ เป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง ใน 1 โมเลกุลของแก๊สมีเทนประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) 1 อะตอม และไฮโดรเจน (H) 4 อะตอม

สามารถสร้างแบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทนได้ ดังภาพ ก ข และ ค



จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 นักเรียนจะเลือกแบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทน ในภาพใดในการอธิบายแบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทน ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ เพื่อเลือกคำตอบ (1 คะแนน)

☐ ก.

☒ ข.

☐ ค.

แบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทนที่เลือกถูกต้องหรือไม่ หากถูกต้องให้อธิบายเหตุผลในข้อ

2.2 หากไม่ถูกต้อง ให้แก้ไขแบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทนให้ถูกต้อง ในข้อ 2.3

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ เพื่อเลือกคำตอบ (1 คะแนน)

☒ ถูกต้อง

☐ ไม่ถูกต้อง

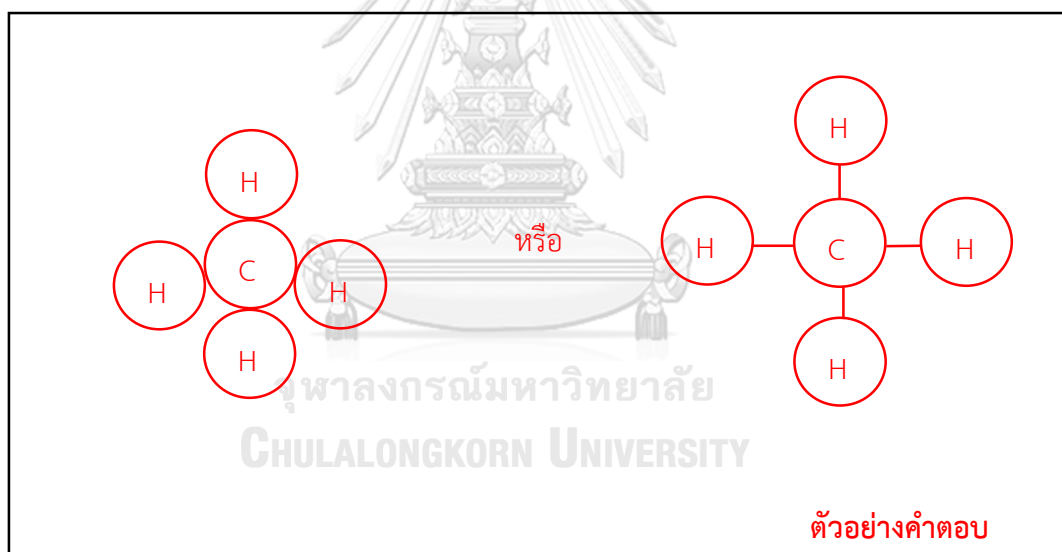
2.2 หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล (ประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 12 คะแนน)

ข้อ ข. ถูกต้อง เพราะแก๊สมีเทนเป็นสารประกอบ ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) 1

อะตอม และไฮโดรเจน (H) 4 อะตอม มีคาร์บอนเป็นอะตอมสร้างพันธะกับอะตอม

ของไฮโดรเจน 4 อะตอม

2.3 หากไม่ถูกต้องนักเรียนจะแก้ไขแบบจำลองอย่างไร



คำถามข้อที่ 3 (รวม 17 คะแนน)

เด็กหญิงสมศรีต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของของเหลว 2 ชนิด โดยทำการทดลองดังนี้

1. ใส่ของเหลว A ปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใส่ของเหลว B ปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2
2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์
3. ให้ความร้อนแก่ของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์โดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. วัดอุณหภูมิของของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์ทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งของเหลวเดือด แล้ววัดอุณหภูมิของของเหลวทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 3 นาที บันทึกผลการทดลอง ได้ผลการทดลองดังตาราง

ตาราง อุณหภูมิของของเหลวเมื่อเวลาผ่านไป

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของของเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	
	ของเหลว A	ของเหลว B
0	25	25
1	27	30
2	30	36
3	35	50
4	40	64
5	46	78
6	55	78
7	78	78
8	90	78

จากนั้นเด็กหญิงสมศรีสรุปผลการทดลองว่า

สาร A เป็นสารบริสุทธิ์ เพราะมีอุณหภูมิของจุดเดือดสูงและอุณหภูมิของสารไม่คงที่ซึ่งเพิ่มขึ้นได้อีก และสาร B เป็นสารผสม เพราะ มีจุดเดือดต่ำกว่าและจุดเดือดค่อนข้างคงที่

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐

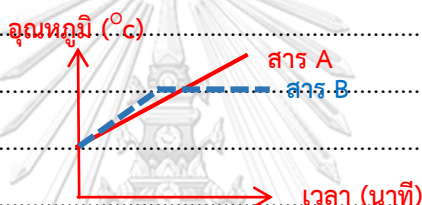
(1 คะแนน)

☐ ถูกต้อง

☒ ไม่ถูกต้อง

3.2 หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้อง นักเรียนจะแก้ไขข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี โดยสร้างแบบจำลองอย่างไรให้ถูกต้อง (อาจสร้างแบบจำลองเป็นกราฟ หรือเขียนอธิบาย) (ประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 12 คะแนน)

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร A และ B เมื่อเวลาเปลี่ยนไป



สาร A เป็นสารผสม เพราะมีอุณหภูมิจุดเดือดของสารไม่คงที่และมีแนวโน้มที่จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นได้อีก และสาร B เป็นสารบริสุทธิ์ เพราะ มีจุดเดือดคงที่

ตัวอย่างคำตอบ

3.3 ข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี มีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร จงอธิบาย

ข้อดี (1 คะแนน)

1. มีการวิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางและเขียนอธิบายสรุปผลการทดลอง

2. มีการอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

ตัวอย่างคำตอบ

ข้อจำกัด (1 คะแนน)

1. เขียนคำอธิบายผลการทดลองไม่ถูกต้อง

2. มีการอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบแต่คำอธิบายไม่ถูกต้อง

3. ไม่มีการเขียนกราฟเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงจุดเดือดของสาร

ตัวอย่างคำตอบ

3.4 ข้อสรุปที่นักเรียนอธิบายกับข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี ข้อสรุปใดดีกว่ากัน
ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน □ (1 คะแนน)

☒ ข้อสรุปของนักเรียน

☐ ข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี

ทำไมแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า อธิบายเหตุผลว่าดีกว่ากันอย่างไร (1 คะแนน)

-1..เขียนอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้อง.....
-2..มีการเขียนกราฟเพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจุดเดือดของสาร.....
-
-ตัวอย่างคำตอบ.....



คำถามข้อที่ 4 (รวม 13 คะแนน)

มีนาและเมษาทดลองต้มน้ำที่บนยอดเขา A ซึ่งมีความสูง 5 เมตร จากระดับน้ำทะเล ได้ผลการทดลอง 2 ข้อ จากการต้มน้ำ ดังนี้

1. มีนา สรุปว่าจุดเดือดของน้ำที่ต้มน้ำที่ยอดเขาต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล เนื่องจากความดันอากาศที่ยอดเขาต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล
2. เมษา สรุปว่าจุดเดือดของน้ำที่ต้มน้ำที่ยอดเขาสูงกว่าที่ระดับน้ำทะเล เนื่องจากความดันอากาศที่ยอดเขาสูงกว่าที่ระดับน้ำทะเล

4.1 นักเรียนจะเลือกข้อสรุปของนักเรียนคนในการอธิบายจุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาและที่ระดับน้ำทะเล ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ เพื่อเลือกคำตอบ

☒ ข้อสรุปของมีนา

☐ ข้อสรุปของเมษา

ข้อความที่นักเรียนเลือกถูกต้องหรือไม่ หากถูกต้องให้อธิบายเหตุผลในข้อ 4.2 หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขข้อความให้ถูกต้องในข้อ 4.3

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ เพื่อเลือกคำตอบ (1 คะแนน)

☒ ถูกต้อง

☐ ไม่ถูกต้อง

4.2 หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล (ประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 12 คะแนน)

“เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น อากาศเบาบางลง ความหนาแน่นของอากาศน้อย ความดันอากาศจึงน้อยลง ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้เร็ว จุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาจึงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล ”

ตัวอย่างคำตอบที่ 1

“ที่ระดับน้ำทะเล อากาศมีความหนาแน่นมาก ความดันอากาศจึงมาก ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้ช้า จุดเดือดของน้ำที่ระดับน้ำทะเลจึงสูงกว่าที่ยอดเขา ”

ตัวอย่างคำตอบที่ 2

4.3 หากข้อสรุปดังกล่าวไม่ถูกต้อง นักเรียนจะแก้ไขข้อมูลอย่างไรให้ถูกต้องเพื่อใช้อธิบายจุดเดือดของทั้ง 2 บริเวณ

“เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น อากาศเบาบางลง ความหนาแน่นของอากาศน้อย ความดันอากาศจึงน้อยลง ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้เร็ว จุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาจึงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล”

ตัวอย่างคำตอบที่ 1

“ที่ระดับน้ำทะเล อากาศมีความหนาแน่นมาก ความดันอากาศจึงมาก ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้ช้า จุดเดือดของน้ำที่ระดับน้ำทะเลจึงสูงกว่าที่ยอดเขา”

ตัวอย่างคำตอบที่ 2



เกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับประเมินผลงานหรือประเมินแบบจำลองสุดท้ายที่เป็นคำตอบของนักเรียน จากแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการตรวจในข้อ 1.1 ข้อ 2.3 ข้อ 3.2 และ ข้อ 4.2 ในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน จำนวน 4 ข้อ รวม 48 คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

คำชี้แจง พิจารณาแบบจำลองวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วระบุคะแนนลงในช่องให้

คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
	3	2	1	
1. การเป็นตัวแทน คือ การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงการเกิดปรากฏการณ์	แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดทั้งหมด	แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์บางส่วน	แบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	
2. การสื่อสาร คือ การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความเข้าใจและสื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ข้อความ ลูกศร รูปภาพ ในการสื่อสารได้อย่างชัดเจน	แสดงแบบจำลองโดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ข้อความ ลูกศร รูปภาพ ในการสื่อสารได้อย่างชัดเจน	แสดงแบบจำลองโดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ข้อความ ลูกศร รูปภาพ ในการสื่อสารได้ชัดเจนบางส่วน	ไม่มีการระบุค่าสำคัญ รายละเอียด และองค์ประกอบของแบบจำลอง	
รวม				

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
	3	2	1	
3. หลักฐาน คือ การสร้างแบบจำลอง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	สร้างแบบจำลองโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เช่น ข้อมูลต่างๆ หรือผลการทดลองที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุม	สร้างแบบจำลองโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เช่น ข้อมูลต่างๆ หรือผลการทดลองที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์แต่ไม่ครอบคลุม	สร้างแบบจำลองไม่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์	
4. การอธิบาย คือ การระบุรายละเอียดองค์ประกอบและคำสำคัญของแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์	ระบุรายละเอียดองค์ประกอบและคำสำคัญของแบบจำลองได้อย่างถูกต้อง	ระบุรายละเอียดองค์ประกอบและคำสำคัญของแบบจำลองได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ระบุรายละเอียดองค์ประกอบและคำสำคัญของแบบจำลองไม่ถูกต้อง	
รวม				

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับประเมินกระบวนการในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง และประเมินร่วมกับใบบันทึกกิจกรรมหรือใบบันทึกการทดลองระหว่างเรียน เพื่อประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละครั้งของการประเมินมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน

คำชี้แจง พิจารณากระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในใบบันทึกกิจกรรมหรือใบบันทึกการทดลอง ให้ตรงกับเกณฑ์การประเมิน แล้วเขียนคะแนนลงในช่องบันทึกคะแนน

รายการประเมิน	คะแนน			รวม (คะแนน)
	3	2	1	
1. การสร้างแบบจำลอง หมายถึง การสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานและกรอบคอบขององค์ประกอบของปรากฏการณ์	สร้างแบบจำลองที่แสดงองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุม	สร้างแบบจำลองที่แสดงองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้ครบบางส่วน	สร้างแบบจำลอง ไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	
	สร้างแบบจำลองจากหลักฐาน ข้อมูล / การทดลอง และมีเหตุผลสนับสนุน	สร้างแบบจำลองจากหลักฐาน / ข้อมูล / การทดลองแต่ไม่มีเหตุผลสนับสนุน	สร้างแบบจำลองจากความคิดเห็นส่วนตัวของตนเอง โดยปราศจากหลักฐานและเหตุผลสนับสนุน	
2. การใช้แบบจำลอง หมายถึง การเลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายข้อมูลทำนาย หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์	เลือกใช้แบบจำลองได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ และถูกต้องตามองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เลือกใช้แบบจำลองได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ไม่ถูกต้องตามองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เลือกใช้แบบจำลองไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	
	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างครอบคลุม	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้บางส่วน	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ถูกต้อง	

รายการ ประเมิน	คะแนน			รวม (คะแนน)
	3	2	1	
3. การประเมิน แบบจำลอง หมายถึง พิจารณา ข้อดีและข้อจำกัด ของแบบจำลอง รวมทั้ง เปรียบเทียบ แบบจำลองที่สร้าง ขึ้นกับหลักฐาน	ระบุข้อดีข้อจำกัดของ แบบจำลองที่ตนเองสร้าง ขึ้นได้อย่างน้อย 2 ข้อ	ระบุข้อดีข้อจำกัดของ แบบจำลองที่ตนเอง สร้างขึ้นได้อย่างน้อย 1 ข้อ	ไม่สามารถระบุข้อดี ข้อจำกัดของแบบจำลอง ที่ตนเองสร้างขึ้นได้	
	เปรียบเทียบแบบจำลองที่ สร้างขึ้นโดยระบุได้ว่า แบบจำลองใดดีกว่า และ ให้เหตุผลได้ว่าดีกว่า แบบจำลองอื่น	เปรียบเทียบแบบจำลอง ที่สร้างขึ้นโดยระบุได้ว่า แบบจำลองใดดีกว่า แต่ ไม่สามารถให้เหตุผลได้ ว่าดีกว่าแบบจำลองอื่น	ไม่มีการเปรียบเทียบ ข้อมูล และไม่สามารถให้ เหตุผลได้	
4. การปรับปรุง แบบจำลอง หมายถึง การ ปรับปรุง แบบจำลองเมื่อ พบข้อจำกัดของ แบบจำลองโดยใช้ หลักฐาน โดย แสดงความเข้าใจ ให้ตรงกับสิ่งที่ เกิดขึ้น เพื่อ อธิบาย ปรากฏการณ์	ปรับปรุง/แก้ไข แบบจำลองเมื่อพบ ข้อจำกัดของแบบจำลอง ได้ถูกต้องทั้งหมด	ปรับปรุง/แก้ไข แบบจำลองเมื่อพบ ข้อจำกัดของแบบจำลอง ได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่ปรับปรุง/แก้ไข แบบจำลองเมื่อพบ ข้อจำกัดของแบบจำลอง	
	แสดงรายละเอียด หรือ ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น อย่าง ชัดเจน และถูกต้องโดย เพิ่มข้อความ รูปภาพ หรือ สัญลักษณ์ต่างๆ ได้ สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ทั้งหมด	แสดงรายละเอียด หรือ ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น อย่างชัดเจน และถูกต้อง โดย เพิ่มข้อความ รูปภาพ หรือ สัญลักษณ์ ต่างๆ ได้สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์เพียง บางส่วน	ไม่มีการแสดง รายละเอียด และความ เข้าใจที่เพิ่มขึ้น	
รวม				

แบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความที่บ่งชี้ลักษณะพฤติกรรมหรือความรู้สึกเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีม จำนวน 20 ข้อทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือแบ่งเป็น 5 ช่อง ที่แสดงระดับ ความคิดเห็น 5 ระดับ คือ ไม่เห็นด้วยที่สุด (1) ไม่เห็นด้วย (2) ไม่แน่ใจ (3) เห็นด้วย (4) และเห็นด้วยที่สุด (5)

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความจริงของนักเรียนที่มีต่อข้อความนั้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 มิติ ได้แก่ 1) มิติด้านวิชาการ คำถามข้อที่ 1 – ข้อที่ 7 และ 2) มิติด้านสังคม คำถามข้อที่ 8 – ข้อที่ 14 รวม จำนวน 14 ข้อ

ตัวอย่าง

ข้อ	ข้อความ	ระดับความเห็น				
		ไม่เห็นด้วย		↔		เห็นด้วย
		1	2	3	4	5
1	ฉันคิดว่าการทำงานเป็นทีมช่วยเพิ่มความน่าสนใจและแรงจูงใจในการทำงานให้กับฉัน	1	2	✓ 3	4	5
2	ฉันคิดว่าการทำงานเป็นทีม ทำให้คุณภาพและความสำเร็จของงานดีขึ้น	1	2	3	4	✓ 5
3	ฉันคิดว่าคะแนนของฉันดีขึ้น เมื่อได้ทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	2	3	✓ 4	5

หมายเหตุ

ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมฉบับนี้ เป็นการแสดงความคิดเห็น ไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด รวมทั้งคำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน ขอให้นักเรียนตอบตามความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน

ข้อ	ข้อความ	ระดับความเห็น				
		ไม่เห็นด้วย \longleftrightarrow เห็นด้วย				
		1	2	3	4	5
1	ฉันคิดว่าการทำงานเป็นทีมช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการทำงานให้กับฉัน	1	2	3	4	5
2	ฉันคิดว่าการทำงานเป็นทีม ทำให้คุณภาพและความสำเร็จของงานดีขึ้น	1	2	3	4	5
3	ฉันคิดว่าคะแนนของฉันดีขึ้น เมื่อได้ทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	2	3	4	5
4	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม มีความสำคัญกับฉัน	1	2	3	4	5
5	ฉันคิดว่าการทำงานกับเพื่อนในทีม เสียเวลามากกว่าการทำงานคนเดียว	1	2	3	4	5
6	ฉันคิดว่าฉันสามารถทำงานให้สำเร็จได้ด้วยตนเองดีกว่าการทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	2	3	4	5
7	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม ช่วยสนับสนุนให้ฉันทำงานได้สำเร็จ	1	2	3	4	5
8	ฉันรู้สึกสบายใจในการทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	2	3	4	5
9	ฉันรู้สึกว่าการทำงานร่วมกันกับเพื่อนในทีม ช่วยให้ฉันกับเพื่อนมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมากขึ้น	1	2	3	4	5
10	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าเพื่อนในทีมสามารถทำงานได้ตามส่วนแบ่งของงานที่ตนเองรับผิดชอบ	1	2	3	4	5
11	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกันกับเพื่อนในทีม ช่วยให้ฉันรู้จักเพื่อนได้ดีขึ้น	1	2	3	4	5
12	ฉันรู้สึกสนุกเมื่อทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	2	3	4	5
13	ฉันรู้สึกว่าเพื่อนในทีมช่วยฉันทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร	1	2	3	4	5
14	ฉันสามารถยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกในทีมได้	1	2	3	4	5

แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อการทำงานเป็นทีม (สัมภาษณ์รายบุคคล)

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
 สัมภาษณ์ครั้งที่.....วันที่.....

คำชี้แจง บันทึกข้อความจากการสัมภาษณ์ลงในช่องว่างของคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่มีส่วนช่วยให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าข้อดีและข้อจำกัดของการทำงานเป็นทีมคืออะไร เพราะเหตุใด

ข้อดี คือ

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อจำกัด คือ

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนเกิดปัญหาขณะทำงานหรือไม่ ถ้ามีนักเรียนแก้ปัญหาอย่างไร

☐ ไม่มีปัญหา

.....

.....

.....

☐ มีปัญหา แก้ไขโดย

.....

.....

.....

4. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเมื่อทำงานเป็นทีม (ชอบหรือไม่ชอบการทำงานเป็นทีม) เพราะเหตุใด

☐ ชอบ เพราะ

.....

.....

.....

.....

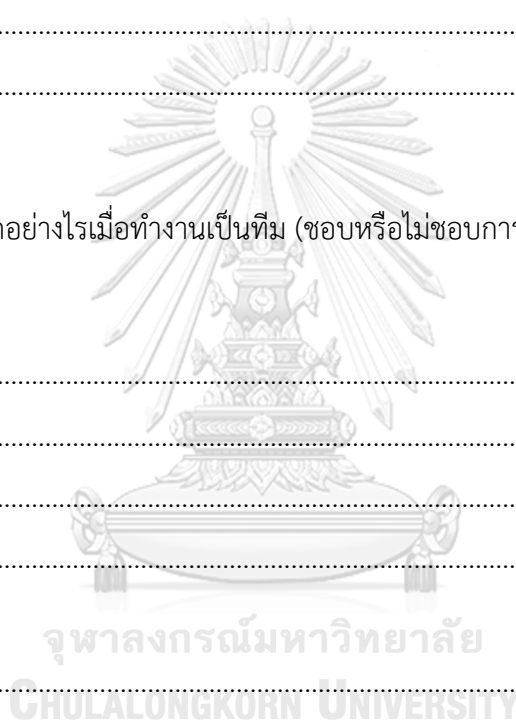
☐ ไม่ชอบ เพราะ

.....

.....

.....

.....



5. สมาชิกในทีมมีส่วนช่วยนักเรียนในการทำงานหรือไม่ อย่างไร และหากสมาชิกในทีมไม่ช่วยทำงาน นักเรียนปฏิบัติอย่างไร

☐ ช่วย โดย

.....

.....

☐ ไม่ช่วย โดย

.....

.....

และฉันปฏิบัติ

โดย.....

.....

.....

6. นักเรียนมีการสื่อสารกับเพื่อนในทีมในการทำงานร่วมกันเป็นทีมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บันทึกข้อมูลเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (แผนที่ 6)

ชื่อหน่วย สารบริสุทธิ์	เรื่อง ความหนาแน่นของสารผสม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา วิทยาศาสตร์ 1
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ระยะเวลา 100 นาที จำนวน 2 คาบเรียน	ผู้สอน นางสาวจรรุภา กิจเจริญปัญญา

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.1/5 อธิบายและเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการหาความหนาแน่นของสารผสมได้ (K)
2. สร้างแบบจำลองที่แสดงความหนาแน่นของสารผสมได้ (P) (แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ และแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความเชิงมโนทัศน์)
3. ทดลองเพื่อหาความหนาแน่นของสารผสมได้ (P)
4. เป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการทำงานเป็นทีม (A)

4. สาระการเรียนรู้แกนกลาง

สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดมีความหนาแน่น หรือมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรคงที่ เป็นค่าเฉพาะของสารนั้น ณ สถานะและอุณหภูมิหนึ่ง แต่สารผสมมีความหนาแน่นไม่คงที่ขึ้นอยู่กับชนิดและสัดส่วนของสารที่ผสมอยู่ด้วยกัน

5. สาระการเรียนรู้

สารผสมมีความหนาแน่นไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิดและสัดส่วนของสารที่ผสมอยู่ด้วยกัน หากนำสัดส่วนของสารมาผสมกันด้วยอัตราส่วนที่มาก ความหนาแน่นของสารนั้นจะเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร

- การสื่อสาร พูดคุย และอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน
- การแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน

2. ความสามารถในการคิด

- การคิดวิเคราะห์ผลการทดลอง

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

- การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- การทำงานร่วมกันกับผู้อื่นขณะปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- การเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความซื่อสัตย์บันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริง
2. มีส่วนร่วมในการทำงานและแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

ขั้นทำนาย (Predict) (10 นาที)

1. ครูนำนํ้าปริมาณ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นถามคำถามนักเรียนดังนี้

1.1) หากนำไขไก่ดิบ 1 ฟอง ใส่ลงในนํ้าบีกเกอร์ที่มีนํ้าบรรจุอยู่ ไขจะเป็นอย่างไร **(ไขไก่จมนํ้า / ไขไก่ลอยนํ้า)**

1.2) หากนำบีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร มา 2 ใบ เติมนํ้าใบละ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นใบที่ 1 เติมเกลือลงไปในนํ้า 5 ช้อน ใบที่ 2 เติมเกลือลงไปในนํ้า 50 ช้อน ไขไก่จะเป็นอย่างไร **(บีกเกอร์ใบที่ 1 ไขไก่จมนํ้า / บีกเกอร์ใบที่ 2 ไขไก่ลอย)**

2. นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของไขไก่เมื่อนำไขไก่ใส่ลงไปในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 2 ตามความคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคลลงในใบบันทึกกิจกรรมการทดลอง

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share) (15 นาที)

1. นักเรียนอภิปรายกับเพื่อนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลอง ในประเด็นต่อไปนี้

1.1) แบบจำลองแสดงผลการทดลองของนักเรียนและเพื่อนในทีมเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

1.2) เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคาดว่าผลการทดลองน่าจะเป็นเช่นนี้

2. นักเรียนแก้ไขแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองหลังจากที่ได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม

ขั้นสังเกต (Observe) (50 นาที)

1. นักเรียนศึกษาการทดลองเรื่อง “ความหนาแน่นของสารผสม” จากใบกิจกรรมการทดลอง ดังนี้

1.1) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในปิกรอร์ขนาด 500

ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ

1.2) ปิกรอร์ใบที่ 1 ใส่เกลือ 5 ช้อน ปิกรอร์ใบที่ 2 ใส่เกลือ 50 ช้อน

1.3) ใช้แท่งแก้วคนให้เกลือละลาย จากนั้นนำไข่ไก่ใส่ลงไปในปิกรอร์ ใบละ 1 ฟอง

สังเกตและบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการทดลอง

2. นักเรียนในทีมอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด และอภิปรายผลการทดลองร่วมกันในทีม โดยให้นักเรียน นำผลการทดลองที่บันทึกในตารางบันทึกผล มาสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายผลการทดลอง

3. นักเรียนแก้ไขแบบจำลองแสดงการทดลองของตนเองที่สร้างไว้ในขั้นแลกเปลี่ยนความคิด

4. นักเรียนแต่ละทีมแลกเปลี่ยนความคิดกันเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดของสมาชิกในทีมมา 1 แบบจำลองเพื่อใช้ในการสรุปและอธิบายผลการทดลอง

5. ตัวแทนนักเรียนแต่ละทีมออกมานำเสนอแบบจำลองของทีมตนเอง จากนั้นให้สมาชิกในห้องร่วมกันประเมินแบบจำลองว่าแบบจำลองใดใช้อธิบายผลการทดลองได้ดีที่สุด เพื่อเป็นแบบจำลองที่เป็นที่ยอมรับของชั้นเรียน

ชั้นอธิบาย (Explain) (25 นาที)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลอง โดยครูถามคำถาม ดังนี้

1.1) เมื่อนำไขไก่ใส่ลงไปในปีเกอร์ไบที่ 1 และปีเกอร์ไบที่ 2 ไขไก่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ไขไก่ในปีเกอร์ไบที่ 1 จม ไขไก่ในปีเกอร์ไบที่ 2 ลอย)

1.2) เพราะเหตุใดจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นนั้น (การเติมเกลือลงในน้ำทำให้ความหนาแน่นของน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อใส่ไขไก่ลงในน้ำ ไขไก่จึงลอยเนื่องจากไขไก่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเกลือ)

1.3) ทำไมผลการเปลี่ยนแปลงของไขไก่ของปีเกอร์ทั้งสองไบจึงลอยในระดับความสูงที่ไม่เท่ากัน (ความเข้มข้นของสารละลายน้ำเกลือไม่เท่ากัน หากใส่เกลือมากความเข้มข้นของสารละลายน้ำเกลือยิ่งเข้มข้นมาก ความหนาแน่นของสารละลายน้ำเกลือยิ่งมากไขไก่จึงลอยสูงกว่าปีเกอร์ที่ใส่เกลือน้อยกว่า)

1.4) ความหนาแน่นของน้ำเกลือในปีเกอร์ไบที่ 1 และ 2 เป็นอย่างไร (ไม่เท่ากัน โดยความหนาแน่นของน้ำเกลือในปีเกอร์ไบที่ 1 น้อยกว่าไบที่ 2 เนื่องจากมีอัตราส่วนผสมของน้ำกับเกลือน้อยกว่า)

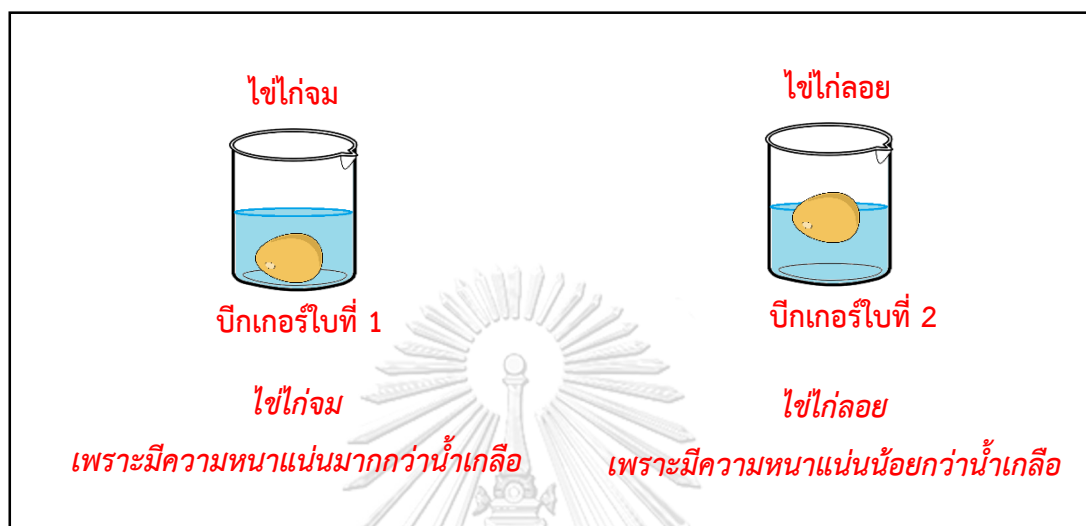
1.5) ความหนาแน่นของน้ำเกลือซึ่งเป็นสารผสมคงที่หรือไม่ อย่างไร (ไม่คงที่ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของสารผสม หากมีอัตราส่วนของเกลือต่อน้ำมาก ความหนาแน่นจะมาก)

1.6) หากใส่เกลือลงในปีเกอร์ไบที่ 2 ให้เพิ่มขึ้นอีกเป็น 70 ช้อน ไขไก่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด (ไขไก่ลอยสูงขึ้น เพราะเมื่อใส่เกลือลงในน้ำทำให้น้ำมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ไขไก่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจึงลอยในน้ำเกลือได้สูงขึ้น)

1.7) สรุปผลการทดลองได้อย่างไร (น้ำเกลือเป็นสารผสมมีความหนาแน่นไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิด และสัดส่วนของสารที่ผสมอยู่ด้วยกัน หากนำสัดส่วนของสารมาผสมกันมาก ความหนาแน่นของสารนั้นจะเพิ่มมากขึ้นไปด้วย)

1.8) นักเรียนแต่ละทีมปรึกษากัน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของไขไก่ของตนเองครั้งสุดท้ายเพื่อให้เกิดความถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

2. ครูแสดงภาพแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของไข่ไก่เมื่อใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 2 จากนั้นให้นักเรียนประเมินแบบจำลอง โดยระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองของตนเองเทียบกับแบบจำลองของครู แล้วเขียนคำตอบลงในใบบันทึกกิจกรรมการทดลอง



3. ครูให้นักเรียนแต่ละทีมนำเสนอแบบจำลองสุดท้ายของตนเอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าแบบจำลองต้องมีการวาดภาพเปรียบเทียบผลการทดลอง พร้อมเขียนอธิบายผลการทดลองประกอบ โดยไข่ไก่ในบีกเกอร์ใบที่ 1 จะจมเพราะมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำเกลือ และไข่ไก่ในบีกเกอร์ใบที่ 2 จะลอยเพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเกลือ

11. สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ความหนาแน่นของสารผสม
2. วัสดุอุปกรณ์สำหรับการทดลองเรื่อง ความหนาแน่นของสารผสม

12. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ความรู้ (K) 1.1 อธิบายวิธีการหาความหนาแน่นของสารผสมได้	- การตอบคำถาม	- ใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ความหนาแน่นของสารผสม	มากกว่าร้อยละ 80
2. การปฏิบัติ (P) 2.1 สร้างแบบจำลองที่แสดงความหนาแน่นของสารผสมได้ (แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ และแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความเชิงโน้ตส์)	- การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	- แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	มากกว่าร้อยละ 70
2.2 ทดลองเพื่อหาความหนาแน่นของสารผสมได้	- สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	ระดับดีขึ้นไป
3. เจตคติ (A) 3.1 เป็นผู้มีเจตคติต่อที่ดีการทำงานเป็นทีม	- สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	- แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม	ระดับดีขึ้นไป

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับประเมินกระบวนการในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4 ครั้ง และประเมินร่วมกับใบบันทึกกิจกรรมหรือใบบันทึกการทดลองระหว่างเรียน เพื่อประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละครั้งของการประเมินมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน

คำชี้แจง พิจารณากระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในใบบันทึกกิจกรรมหรือใบบันทึกการทดลอง ให้ตรงกับเกณฑ์การประเมิน แล้วเขียนคะแนนลงในช่องบันทึกคะแนน

รายการประเมิน	คะแนน			รวม (คะแนน)
	3	2	1	
1. การสร้างแบบจำลอง หมายถึง การสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานและกรอบคอบขององค์ประกอบของปรากฏการณ์	สร้างแบบจำลองที่แสดงองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุม	สร้างแบบจำลองที่แสดงองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้ครบบางส่วน	สร้างแบบจำลอง ไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	
	สร้างแบบจำลองจากหลักฐาน ข้อมูล / การทดลอง และมีเหตุผลสนับสนุน	สร้างแบบจำลองจากหลักฐาน / ข้อมูล / การทดลองแต่ไม่มีเหตุผลสนับสนุน	สร้างแบบจำลองจากความคิดเห็นส่วนตัวของตนเอง โดยปราศจากหลักฐานและเหตุผลสนับสนุน	
2. การใช้แบบจำลอง หมายถึง การเลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายข้อมูลทำนาย หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์	เลือกใช้แบบจำลองได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ และถูกต้องตามองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เลือกใช้แบบจำลองได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ไม่ถูกต้องตามองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เลือกใช้แบบจำลอง ไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	
	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างครอบคลุม	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องบางส่วน	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ถูกต้อง	

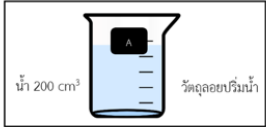
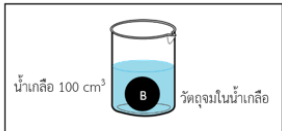
รายการประเมิน	คะแนน			รวม (คะแนน)
	3	2	1	
3. การประเมินแบบจำลอง หมายถึง พิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองรวมทั้งเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐาน	ระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นได้อย่างน้อย 2 ข้อ	ระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นได้อย่างน้อย 1 ข้อ	ไม่สามารถระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นได้	
	เปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยระบุได้ว่าแบบจำลองใดดีกว่าและให้เหตุผลได้ว่าดีกว่าแบบจำลองอื่น	เปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยระบุได้ว่าแบบจำลองใดดีกว่าแต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าดีกว่าแบบจำลองอื่น	ไม่มีการเปรียบเทียบข้อมูล และไม่สามารถให้เหตุผลได้	
4. การปรับปรุงแบบจำลอง หมายถึง การปรับปรุงแบบจำลองเมื่อพบข้อจำกัดของแบบจำลองโดยใช้หลักฐาน โดยแสดงความเข้าใจให้ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่ออธิบายปรากฏการณ์	ปรับปรุง/แก้ไขแบบจำลองเมื่อพบข้อจำกัดของแบบจำลองได้ถูกต้องทั้งหมด	ปรับปรุง/แก้ไขแบบจำลองเมื่อพบข้อจำกัดของแบบจำลองได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่ปรับปรุง/แก้ไขแบบจำลองเมื่อพบข้อจำกัดของแบบจำลอง	
	แสดงรายละเอียดหรือความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น อย่างชัดเจน และถูกต้องโดย เพิ่มข้อความ รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ สอดคล้องกับปรากฏการณ์ทั้งหมด	แสดงรายละเอียดหรือความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น อย่างชัดเจน และถูกต้องโดย เพิ่มข้อความ รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ สอดคล้องกับปรากฏการณ์เพียงบางส่วน	ไม่มีการแสดงรายละเอียด และความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น	
รวม				

ภาคผนวก ง

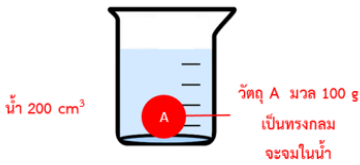
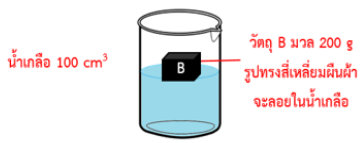
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบสอบถามความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
2. คุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
3. คุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

1. คุณภาพของแบบสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>ข้อ 1 แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ วัตถุ A ทรงกลมตัน มีมวล 100 กรัม มีความหนาแน่น 2.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปหย่อนในน้ำเกลือปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งบรรจุอยู่ในบีกเกอร์ ปรากฏว่าวัตถุ ลอยปริ่มน้ำเกลือพอดี ถ้านำวัตถุนี้นำไปหย่อนลงใน น้ำ วัตถุ A จะอยู่ในลักษณะใด</p> <p>เด็กชายณเดช วาดแบบจำลองแสดงผลการทดลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ดังกล่าว ดังภาพ</p> 	<p>ข้อ 1 แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ วัตถุ B ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีมวล 200 กรัม นำไปหย่อนในน้ำกลั่นปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งบรรจุอยู่ในบีกเกอร์ ปรากฏว่าวัตถุ ลอยปริ่มน้ำกลั่นพอดี ถ้านำวัตถุนี้นำไปหย่อนลงใน น้ำเกลือ วัตถุ B จะอยู่ในลักษณะใด</p> <p>เด็กหญิงณญาดา วาดแบบจำลองแสดงผลการทดลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ดังกล่าว ดังภาพ</p> 	1	-

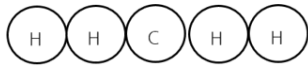
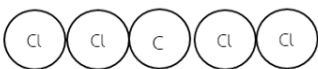


แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>1.1) แบบจำลองของเด็กชายณเดชถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง หากถูกต้องให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้องให้ นักเรียนวาดแบบจำลองแสดงผลการทดลอง เมื่อนำวัตถุ A ไปหย่อนลงในน้ำ</p> <p>ตัวอย่างคำตอบ</p> 	<p>1.1) แบบจำลองของเด็กหญิงณญาดา ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง หากถูกต้องให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้องให้ นักเรียนวาดแบบจำลองแสดงผลการทดลอง เมื่อนำวัตถุ B ไปหย่อนลงในน้ำเกลือ</p> <p>ตัวอย่างคำตอบ</p> 	0.67	<p>การวาดภาพบอกเพียงตำแหน่ง ยังไม่ได้แสดงถึงการประมวลและการใช้หลักฐาน มาอธิบายหรือสร้างแบบจำลอง ควรใช้หลายข้อมูลเชื่อมโยงจุลภาคและมหภาคให้ได้มากกว่าการวาดตำแหน่ง</p>



แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>1.2) แบบจำลองของเด็กชายณเดชที่แสดงในโจทย์กับแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นในข้อ 1.1 แบบจำลองใดดีกว่ากัน</p> <p>ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> แบบจำลองของนักเรียน</p> <p><input type="checkbox"/> แบบจำลองของเด็กชายณเดช</p> <p>ทำไมแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า อธิบายเหตุผลว่าดีกว่ากันอย่างไร</p> <p><i>ตัวอย่างคำตอบ แบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นดีกว่า เพราะมีการวาดภาพและเขียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างครบถ้วน คือ วัตถุเป็นทรงกลมตันจมอยู่ในน้ำ</i></p>	<p>1.2) แบบจำลองของเด็กหญิงณญาที่แสดงในโจทย์กับแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นในข้อ 1.1 แบบจำลองใดดีกว่ากัน</p> <p>ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> แบบจำลองของนักเรียน</p> <p><input type="checkbox"/> แบบจำลองของเด็กหญิงณญา</p> <p>ทำไมแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า อธิบายเหตุผลว่าดีกว่ากันอย่างไร</p> <p><i>ตัวอย่างคำตอบ แบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นดีกว่า เพราะมีการวาดภาพและเขียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างครบถ้วน คือ วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าลอยอยู่ในน้ำเกลือ</i></p>	1	<p>แก้คำจาก ทำไมแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า เป็น “เพราะเหตุใดแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า”</p>





แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>1.3) แบบจำลองผลการทดลองของเด็กชายณเดช มีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร</p> <p><i>ตัวอย่างคำตอบ</i></p> <p><u>ข้อดี</u></p> <p>1. วาดภาพแสดงรายละเอียดและอุปกรณ์การทดลองได้ เช่น บีกเกอร์</p> <p>2. แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ศึกษา เช่น รูปร่างของวัตถุ ปริมาณน้ำ</p> <p><u>ข้อจำกัด</u></p> <p>1. วาดภาพผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น ผลการทดลองวัตถุต้องจมในน้ำและวัตถุต้องเป็นทรงกลมตัน</p> <p>2. แสดงรายละเอียดของแปรที่ศึกษาไม่ครบ เช่น ไม่เขียนมวลของวัตถุ</p>	<p>1.3) แบบจำลองผลการทดลองของเด็กหญิงณญา มีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร</p> <p><i>ตัวอย่างคำตอบ</i></p> <p><u>ข้อดี</u></p> <p>1. วาดภาพแสดงรายละเอียดและอุปกรณ์การทดลองได้ เช่น บีกเกอร์</p> <p>2. แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ศึกษา เช่น รูปร่างของวัตถุ ปริมาณน้ำ</p> <p><u>ข้อจำกัด</u></p> <p>1. วาดภาพผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น ผลการทดลองวัตถุต้องลอยในน้ำเกลือและ วัตถุต้องเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า</p> <p>2. ระบุตัวแปรที่ศึกษาไม่ครบ เช่น ไม่เขียนมวลของวัตถุ</p>	1	-

แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>ข้อ 2 แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ</p> <p>แก๊สมีเทน (CH_4) เป็นแก๊สไม่มีสี ติดไฟได้ เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของแก๊สธรรมชาติ เป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง ใน 1 โมเลกุลของแก๊สมีเทนประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) 1 อะตอม และไฮโดรเจน (H) 4 อะตอม</p> <p>สามารถสร้างแบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทนได้ ดังภาพ</p> 	<p>ข้อ 2 แบบจำลองที่แสดงด้วยรูปภาพ</p> <p>คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) เป็นเป็นของเหลวไม่มีสี ใช้เป็นตัวทำละลาย เป็นสารประกอบที่ใน 1 โมเลกุลประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) 1 อะตอม และธาตุคลอรีน (Cl) 4 อะตอม</p> <p>สามารถสร้างแบบจำลองแสดงโมเลกุลของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ได้ ดังภาพ</p> 	1	<p>การใช้แบบจำลอง ควรให้นักเรียนมีโอกาสได้เลือกใช้แบบจำลองต่างๆด้วยตนเองและสามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกได้ ไม่ใช่ให้แบบจำลองมาเพียงอันเดียวและแก้ไข จะยังคงเป็นการสร้างแบบจำลองไม่ใช่การเลือกแบบจำลอง</p>



แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>2.1) แบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทน ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> เพื่อเลือกคำตอบ <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p> <p>2.2 หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้องนักเรียนจะแก้ไขแบบจำลองอย่างไร</p> <p><u>ตัวอย่างคำตอบ</u></p> 	<p>2.1) แบบจำลองแสดงโมเลกุลของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> เพื่อเลือกคำตอบ <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p> <p>2.2 หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้องนักเรียนจะแก้ไขแบบจำลองอย่างไร</p> <p><u>ตัวอย่างคำตอบ</u></p> 	<p>0.67</p> <p>1</p>	<p>การใช้แบบจำลอง ควรให้นักเรียนมีโอกาสได้เลือกใช้แบบจำลองต่างๆด้วยตนเองและสามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกได้ ไม่ใช่ให้แบบจำลองมาเพียงอันเดียวและแก้ไข จะยังคงเป็นการสร้างแบบจำลองไม่ใช่การเลือกแบบจำลอง</p>

แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>2.1) แบบจำลองแสดงโมเลกุลของแก๊สมีเทน ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> เพื่อเลือกคำตอบ <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p> <p>2.2 หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้องนักเรียนจะแก้ไขแบบจำลองอย่างไร ตัวอย่างคำตอบ</p> 	<p>2.1) แบบจำลองแสดงโมเลกุลของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> เพื่อเลือกคำตอบ <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p> <p>2.2 หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้องนักเรียนจะแก้ไขแบบจำลองอย่างไร ตัวอย่างคำตอบ</p> 	<p>0.67</p> <p>1</p>	<p>การใช้แบบจำลอง ควรให้นักเรียนมีโอกาสได้เลือกใช้แบบจำลองต่างๆ ด้วยตนเองและสามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกได้ ไม่ใช่ให้แบบจำลองมาเพียงอันเดียวและแก้ไข จะยังคงเป็นการสร้างแบบจำลองไม่ใช้การเลือกแบบจำลอง</p>



แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>ข้อที่ 3 แบบจำลองแสดงข้อความเชิงนิทัศน์ เด็กหญิงสมศรีต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของของเหลว 2 ชนิด โดยทำการทดลองดังนี้</p> <p>1. ใส่ของเหลว A ปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใส่ของเหลว B ปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2</p> <p>2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์</p> <p>3. ให้ความร้อนแก่ของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์ โดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์</p> <p>4. วัดอุณหภูมิของของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์ ทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งของเหลวเดือด แล้ววัดอุณหภูมิของของเหลวทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 3 นาที บันทึกผลการทดลอง ได้ผลการทดลองดังตาราง</p>	<p>ข้อที่ 3 แบบจำลองแสดงข้อความเชิงนิทัศน์ เด็กชายวันชัยต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของของเหลว 2 ชนิด โดยทำการทดลองดังนี้</p> <p>1. ใส่ของเหลว X ปริมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใส่ของเหลว Y ปริมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2</p> <p>2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์</p> <p>3. ให้ความร้อนแก่ของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์ โดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์</p> <p>4. วัดอุณหภูมิของของเหลวทั้ง 2 บีกเกอร์ ทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งของเหลวเดือด แล้ววัดอุณหภูมิของของเหลวทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 3 นาที บันทึกผลการทดลอง ได้ผลการทดลองดังตาราง</p>	<p>1</p>	-

แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ																																																																		
<p>อุณหภูมิของเหลวทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 3 นาที บันทึกผลการทดลอง ได้ผลการทดลองดังตารางตาราง</p> <p>อุณหภูมิของเหลวเมื่อเวลาผ่านไป</p> <table><tr><th>เวลา (นาที)</th><th colspan="2">อุณหภูมิของของเหลว (°C)</th></tr><tr><th></th><th>ของเหลว A</th><th>ของเหลว B</th></tr><tr><td>0</td><td>25</td><td>25</td></tr><tr><td>1</td><td>27</td><td>30</td></tr><tr><td>2</td><td>30</td><td>36</td></tr><tr><td>3</td><td>35</td><td>50</td></tr><tr><td>4</td><td>40</td><td>64</td></tr><tr><td>5</td><td>46</td><td>78</td></tr><tr><td>6</td><td>55</td><td>78</td></tr><tr><td>7</td><td>78</td><td>78</td></tr><tr><td>8</td><td>90</td><td>78</td></tr></table> <p>จากนั้นเด็กหญิงสมศรี สรุปผลการทดลองว่า</p> <p><u>สาร A เป็นสารบริสุทธิ์ เพราะมีอุณหภูมิของจุดเดือดสูงและอุณหภูมิของสารไม่คงที่เพิ่มขึ้นได้อีก</u></p> <p><u>และสาร B เป็นสารผสม เพราะ มีจุดเดือดต่ำกว่าและจุดเดือดค่อนข้างคงที่</u></p>	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของของเหลว (°C)			ของเหลว A	ของเหลว B	0	25	25	1	27	30	2	30	36	3	35	50	4	40	64	5	46	78	6	55	78	7	78	78	8	90	78	<p>ของเหลวทั้ง 2 ชนิดต่ออีก 3 นาที บันทึกผลการทดลอง ได้ผลการทดลองดังตารางตาราง</p> <p>อุณหภูมิของเหลวเมื่อเวลาเปลี่ยนไป</p> <table><tr><th>เวลา (นาที)</th><th colspan="2">อุณหภูมิของของเหลว (°C)</th></tr><tr><th></th><th>ของเหลว X</th><th>ของเหลว Y</th></tr><tr><td>0</td><td>30</td><td>30</td></tr><tr><td>1</td><td>35</td><td>40</td></tr><tr><td>2</td><td>48</td><td>50</td></tr><tr><td>3</td><td>53</td><td>65</td></tr><tr><td>4</td><td>67</td><td>73</td></tr><tr><td>5</td><td>75</td><td>80</td></tr><tr><td>6</td><td>75</td><td>98</td></tr><tr><td>7</td><td>75</td><td>104</td></tr><tr><td>8</td><td>75</td><td>110</td></tr></table> <p>จากนั้นเด็กชายวันชัยสรุปผลการทดลองว่า</p> <p><u>สาร Y เป็นสารบริสุทธิ์ เพราะมีอุณหภูมิของจุดเดือดสูงและอุณหภูมิของสารไม่คงที่เพิ่มขึ้นได้อีก</u></p> <p><u>และสาร X เป็นสารผสม เพราะ มีจุดเดือดต่ำกว่าและจุดเดือดค่อนข้างคงที่</u></p>	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของของเหลว (°C)			ของเหลว X	ของเหลว Y	0	30	30	1	35	40	2	48	50	3	53	65	4	67	73	5	75	80	6	75	98	7	75	104	8	75	110		
เวลา (นาที)	อุณหภูมิของของเหลว (°C)																																																																				
	ของเหลว A	ของเหลว B																																																																			
0	25	25																																																																			
1	27	30																																																																			
2	30	36																																																																			
3	35	50																																																																			
4	40	64																																																																			
5	46	78																																																																			
6	55	78																																																																			
7	78	78																																																																			
8	90	78																																																																			
เวลา (นาที)	อุณหภูมิของของเหลว (°C)																																																																				
	ของเหลว X	ของเหลว Y																																																																			
0	30	30																																																																			
1	35	40																																																																			
2	48	50																																																																			
3	53	65																																																																			
4	67	73																																																																			
5	75	80																																																																			
6	75	98																																																																			
7	75	104																																																																			
8	75	110																																																																			





แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>3.1) ข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓</p> <p>ลงใน <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p> <p>3.2) หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้อง นักเรียนจะแก้ไขข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี โดยสร้างแบบจำลองอย่างไรให้ถูกต้อง</p> <p>ตัวอย่างคำตอบ</p> <p>กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร A และ B เมื่อเวลาเปลี่ยนไป</p> <p>สาร A เป็นสารผสม เพราะมีอุณหภูมิจุดเดือดของสารไม่คงที่ และมีแนวโน้มที่จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นได้อีก และสาร B เป็นสารบริสุทธิ์ เพราะ มีจุดเดือดคงที่</p>	<p>3.1) ข้อสรุปของเด็กชายวันชัยถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓</p> <p>ลงใน <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p> <p>3.2) หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากไม่ถูกต้อง นักเรียนจะแก้ไขข้อสรุปของเด็กชายวันชัย โดยสร้างแบบจำลองอย่างไรให้ถูกต้อง</p> <p>ตัวอย่างคำตอบ</p> <p>กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร X และ Y เมื่อเวลาเปลี่ยนไป</p> <p>สาร Y เป็นสารผสม เพราะมีอุณหภูมิจุดเดือดของสารไม่คงที่ และมีแนวโน้มที่จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นได้อีก และสาร X เป็นสารบริสุทธิ์ เพราะ มีจุดเดือดคงที่</p>	<p>0.67</p> <p>0.67</p>	<p>ถ้าจะให้นักเรียนเขียนกราฟ หรือเขียนอธิบายควรระบุในโจทย์ด้วยด้วย</p>

แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>3.3) ข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี มีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p><u>ตัวอย่างคำตอบ</u></p> <p><u>ข้อดี</u></p> <p>1. มีการวิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางและเขียนอธิบายสรุปผลการทดลอง</p> <p>2. มีการอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ</p> <p><u>ข้อจำกัด</u></p> <p>1. เขียนคำอธิบายผลการทดลองไม่ถูกต้อง</p> <p>2. มีการอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบแต่คำอธิบายไม่ถูกต้อง</p> <p>3. ไม่มีการเขียนกราฟเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงจุดเดือดของสาร</p>	<p>3.3) ข้อสรุปของเด็กชายวันชัย มีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p><u>ตัวอย่างคำตอบ</u></p> <p><u>ข้อดี</u></p> <p>1. มีการวิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางและเขียนอธิบายสรุปผลการทดลอง</p> <p>2. มีการอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ</p> <p><u>ข้อจำกัด</u></p> <p>1. เขียนคำอธิบายผลการทดลองไม่ถูกต้อง</p> <p>2. มีการอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบแต่คำอธิบายไม่ถูกต้อง</p> <p>3. ไม่มีการเขียนกราฟเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงจุดเดือดของสาร</p>	1	-



แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>3.4) ข้อสรุปที่นักเรียนอธิบายกับข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี ข้อสรุปใดดีกว่ากัน</p> <p>ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อสรุปของนักเรียน</p> <p><input type="checkbox"/> ข้อสรุปของเด็กหญิงสมศรี</p> <p>ทำไมแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า อธิบายเหตุผลว่าดีกว่ากันอย่างไร</p> <p><u>ตัวอย่างคำตอบ</u></p> <p>1. เขียนอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้อง</p> <p>2. มีการเขียนกราฟเพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจุดเดือดของสาร</p>	<p>3.4) ข้อสรุปที่นักเรียนที่นักเรียนอธิบายกับข้อสรุปของเด็กชายวันชัย ข้อสรุปใดดีกว่ากัน</p> <p>ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อสรุปของนักเรียน</p> <p><input type="checkbox"/> ข้อสรุปของเด็กชายวันชัย</p> <p>ทำไมแบบจำลองที่เลือกจึงดีกว่า อธิบายเหตุผลว่าดีกว่ากันอย่างไร</p> <p><u>ตัวอย่างคำตอบ</u></p> <p>1. มีการเขียนอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ</p> <p>2. มีการเขียนกราฟเพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจุดเดือดของสาร</p>	1	-

แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>ข้อที่ 4 แบบจำลองแสดงข้อความเชิงโมทัศน์นักเรียนคนหนึ่งทดลองต้มน้ำที่บนยอดเขา A ซึ่งมี ความสูง 5 เมตร จากระดับน้ำทะเล พบว่าจุดเดือดของน้ำที่ต้มนั้นต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล เนื่องจากความดันอากาศที่ยอดเขาต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล</p>  <p>4.1) ข้อสรุปดังกล่าวอธิบายจุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาและที่ระดับน้ำทะเลได้ถูกต้องหรือไม่ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> เพื่อเลือกคำตอบ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p>	<p>ข้อที่ 4 แบบจำลองแสดงข้อความเชิงโมทัศน์นักเรียนคนหนึ่งทดลองต้มน้ำที่บนยอดเขา X ซึ่งมี ความสูง 6 เมตร จากระดับน้ำทะเล พบว่าจุดเดือดของน้ำที่ต้มนั้นระดับน้ำทะเลสูงกว่าที่ยอดเขา เนื่องจากความดันอากาศที่ระดับน้ำทะเลสูงกว่าความดันอากาศที่ยอดเขา</p>  <p>4.1) ข้อสรุปดังกล่าวอธิบายจุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาและที่ระดับน้ำทะเลได้ถูกต้องหรือไม่ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน <input type="checkbox"/> เพื่อเลือกคำตอบ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง</p>	<p>1</p> <p>1</p>	-



แบบสอบก่อนการทดลอง	แบบสอบหลังการทดลอง	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>4.2) หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากข้อสรุปดังกล่าวไม่ถูกต้อง นักเรียนจะแก้ไขข้อมูลอย่างไรให้ถูกต้องเพื่อใช้อธิบายจุดเดือดของทั้ง 2 บริเวณ</p> <p>ตัวอย่างคำตอบที่ 1</p> <p>“เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น อากาศเบาบางลง ความหนาแน่นของอากาศน้อย ความดันอากาศจึงน้อยลง ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้เร็ว จุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาจึงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล”</p> <p>ตัวอย่างคำตอบที่ 2</p> <p>“ที่ระดับน้ำทะเล อากาศมีความหนาแน่นมาก ความดันอากาศจึงมาก ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้ช้า จุดเดือดของน้ำที่ระดับน้ำทะเลจึงสูงกว่าที่ยอดเขา”</p>	<p>4.2) หากถูกต้องแล้วให้อธิบายเหตุผล หากข้อสรุปดังกล่าวไม่ถูกต้อง นักเรียนจะแก้ไขข้อมูลอย่างไรให้ถูกต้องเพื่อใช้อธิบายจุดเดือดของทั้ง 2 บริเวณ</p> <p>ตัวอย่างคำตอบที่ 1</p> <p>“เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น อากาศเบาบางลง ความหนาแน่นของอากาศน้อย ความดันอากาศจึงน้อยลง ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้เร็ว จุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาจึงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล”</p> <p>ตัวอย่างคำตอบที่ 2</p> <p>“ที่ระดับน้ำทะเล อากาศมีความหนาแน่นมาก ความดันอากาศจึงมาก ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำได้ช้า จุดเดือดของน้ำที่ระดับน้ำทะเลจึงสูงกว่าที่ยอดเขา”</p>	<p>0.67</p>	<p>ควรให้นักเรียนอธิบายข้อจำกัดของแบบจำลองแล้วจึงอธิบายเหตุผลใหม่ว่าทำไมถึงได้แบบจำลองแบบนั้น</p>

เกณฑ์ในการประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	3	2	1		
1. การเป็นตัวแทน คือ การสร้าง แบบจำลอง เพื่อแสดงการ เกิด ปรากฏการณ์	แสดง แบบจำลองที่ เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ได้ อย่างครอบคลุม	แสดงแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับ ปรากฏการณ์ได้ ครอบคลุม บางส่วน	แสดง แบบจำลองที่ไม่ เกี่ยวข้องกับ ปรากฏการณ์	1	การเป็นตัวแทน ควรเน้นไปที่ความ การสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์
2. การสื่อสาร คือ การสร้าง แบบจำลอง เพื่ออธิบาย ความเข้าใจ และสื่อสาร ความคิดของ ตนเองให้ผู้อื่น เข้าใจได้โดย ใช้สัญลักษณ์ ต่างๆ	แสดง แบบจำลองโดย ใช้สัญลักษณ์ ต่างๆ เช่น ข้อความ ลูกศร รูปภาพ ในการ สื่อสารได้อย่าง ครอบคลุม	แสดงแบบจำลอง โดยใช้สัญลักษณ์ ต่างๆ เช่น ข้อความ ลูกศร รูปภาพ ในการ สื่อสารบางส่วน แต่ยังขาดความ เข้าใจ	ไม่มีการใช้ สัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ข้อความ ลูกศร รูปภาพ เป็นต้น	1	ไม่มีการใช้ สัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ข้อความ ลูกศร รูปภาพ เป็นต้น การสื่อสารน่าจะ แสดงถึงความ เข้าใจหรือความ ชัดเจน มากกว่า ครอบคลุม

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	3	2	1		
3. หลักฐาน คือ การสร้าง แบบจำลอง โดยใช้หลักฐาน ที่สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์	สร้าง แบบจำลองโดย ใช้หลักฐานที่ สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ได้ อย่างครอบคลุม	สร้าง แบบจำลองโดย ใช้หลักฐานที่ สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ แต่ไม่ครอบคลุม	สร้าง แบบจำลองไม่ สอดคล้องกับ หลักฐาน	1	ให้พิจารณาว่า หลักฐานที่ใช้มีความ น่าเชื่อถือเป็น หลักฐานเชิงประจักษ์
4. การอธิบาย คือ การระบุ รายละเอียด องค์ประกอบ และคำสำคัญ ของแบบจำลอง เพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์	ระบุคำสำคัญ รายละเอียด และ องค์ประกอบ ของแบบจำลอง ได้อย่างถูกต้อง และครอบคลุม	ระบุคำสำคัญ รายละเอียด และ องค์ประกอบ ของแบบจำลอง ได้ถูกต้อง บางส่วน	ไม่มีการระบุคำ สำคัญ รายละเอียด และ องค์ประกอบ ของแบบจำลอง	1	มีความซับซ้อนกัน ของถูกต้องและ ครอบคลุม

2. คุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	คะแนน			ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	3	2	1		
1. การสร้างแบบจำลอง หมายถึง การสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานและครอบคลุมองค์ประกอบของปรากฏการณ์	สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุม	สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้ครบบางส่วน	สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	1	การบอกว่าครอบคลุมหรือไม่ทำได้ยากควรพิจารณาว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่จะดีกว่า
	สร้างแบบจำลองจากหลักฐาน ข้อมูล / การทดลอง และมีเหตุผลสนับสนุน	สร้างแบบจำลองจากหลักฐาน / ข้อมูล / การทดลองโดยไม่มีเหตุผลสนับสนุน	สร้างแบบจำลองจากความพึงพอใจของตนเอง โดยปราศจากหลักฐานและเหตุผลสนับสนุน	1	ควรเปลี่ยนคำว่าพึงพอใจเป็นคำว่า ความคิดเห็นส่วนตัว

รายการประเมิน	คะแนน			ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	3	2	1		
2. การใช้แบบจำลอง หมายถึง การเลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายข้อมูลทำนาย หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์	เลือกใช้แบบจำลองได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ และถูกต้องตามองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เลือกใช้แบบจำลองได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ไม่ถูกต้องตามองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เลือกใช้แบบจำลองไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์	1	เป้าหมายของแบบจำลองควรเน้นไปที่การทำนายหรืออธิบาย
	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องบางส่วน	เลือกใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ถูกต้อง	1	

รายการประเมิน	คะแนน			ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	3	2	1		
3. การประเมินแบบจำลอง หมายถึง การพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองรวมทั้งเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐาน	ระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นได้อย่างน้อย 2 ข้อ	ระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นได้อย่างน้อย 1 ข้อ	ไม่สามารถระบุข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นได้	1	
	เปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยระบุได้ว่าแบบจำลองใดดีและดีกว่า และให้เหตุผลได้ว่าดีกว่าแบบจำลองอื่น	เปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยระบุได้ว่าแบบจำลองใดดีและดีกว่า แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าดีกว่าแบบจำลองอื่น	ไม่มีการเปรียบเทียบหรือประเมินแบบจำลอง	1	เพิ่มเติมและแก้ไข ไม่มีการเปรียบเทียบหรือประเมินแบบจำลอง เป็นไม่มีการเปรียบเทียบและไม่สามารถให้เหตุผลได้

รายการ ประเมิน	คะแนน			ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	3	2	1		
4. การปรับปรุง แบบจำลอง หมายถึง การ ปรับปรุง แบบจำลองเมื่อ พบข้อจำกัดของ แบบจำลองโดย ใช้หลักฐาน และแสดงความ เข้าใจให้ตรงกับ สิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อ อธิบาย ปรากฏการณ์	ปรับปรุง/แก้ไข แบบจำลองเมื่อ พบข้อจำกัดของ แบบจำลองได้ อย่างถูกต้อง ทั้งหมด	ปรับปรุง/แก้ไข แบบจำลองเมื่อ พบข้อจำกัดของ แบบจำลองได้ อย่างถูกต้อง บางส่วน	ไม่ปรับปรุง/ แก้ไข แบบจำลองเมื่อ พบข้อจำกัดของ แบบจำลอง	1	
	แสดงรายละเอียด และความเข้าใจที่ เพิ่มขึ้น อย่าง ชัดเจนและ ถูกต้องเช่น เพิ่ม ข้อความ รูปภาพ หรือ สัญลักษณ์ ต่างๆ ได้ สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ ทั้งหมด	แสดง รายละเอียด และความเข้าใจ ที่เพิ่มขึ้น อย่าง ชัดเจนและ ถูกต้องเช่น เพิ่ม ข้อความ รูปภาพ หรือ สัญลักษณ์ต่างๆ สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ บางส่วน	ไม่มีการแสดง รายละเอียด และความเข้าใจ ที่เพิ่มขึ้น	1	

3. คุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อการทำงานเป็นทีม

องค์ประกอบ	ข้อ	ข้อความคำถาม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
1. ด้านวิชาการ หมายถึง การกระทำ หรือการประเมินผล ของการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนที่คาดหวัง เกี่ยวกับผลลัพธ์ และ ความสำเร็จของการ ทำงานร่วมกัน	1	ฉันคิดว่าการทำงานเป็นทีมช่วยเพิ่ม ความน่าสนใจ และแรงจูงใจในการ ทำงานให้กับฉัน	1	ตัดคำว่า ความ น่าสนใจออก
	2	ฉันคิดว่าการทำงานเป็นทีม ทำให้ คุณภาพและความสำเร็จของงานดีขึ้น	1	
	3	ฉันคิดว่าคะแนนของฉันดีขึ้น เมื่อได้ ทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	
	4	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกับเพื่อนใน ทีม มีความสำคัญกับฉัน	0.67	ข้อนี้ไม่ได้ระบุ ชัดเจนส่งผลต่อ ผลลัพธ์ความสำเร็จ ของงานอย่างไร
	5	ฉันคิดว่าการทำงานกับเพื่อนในทีม เสียเวลามากกว่าการทำงานคนเดียว *	1	
	6	ฉันคิดว่าฉันสามารถทำงานให้สำเร็จ ได้ด้วยตนเองดีกว่าการทำงานร่วมกับ เพื่อนในทีม *	0.67	ปรับประโยคใหม่ให้ เข้าใจง่ายขึ้น
	7	ฉันคิดว่าการขาดการสื่อสารกันในทีม ทำให้ผลลัพธ์หรือความสำเร็จของการ ทำงานออกมาไม่ดี	0.67	คาบเกี่ยวกับ องค์ประกอบที่ 2
	8	ฉันคิดว่าการที่เพื่อนในทีมไม่ช่วยฉัน ทำให้ผลลัพธ์ของการทำงานออกมา ไม่ดี	0.67	คาบเกี่ยวกับ องค์ประกอบที่ 2
	9	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกับเพื่อนใน ทีมที่มีความคิดเห็นต่างกัน ทำให้การ ทำงานเสร็จเร็วขึ้น	0.67	คาบเกี่ยวกับ องค์ประกอบที่ 2

องค์ประกอบ	ข้อ	ข้อความคำถาม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	10	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม ช่วยสนับสนุนให้ฉันทำงานได้สำเร็จ	1	
2. ด้านสังคม หมายถึง การประเมินปฏิสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของสมาชิกในทีม	11	ฉันรู้สึกที่ตนเองเป็นที่พึ่งของเพื่อน และได้รับการชื่นชมจากเพื่อนขณะทำงานร่วมกันในทีม	1	
	12	ฉันรู้สึกสบายใจในการทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	
	13	ฉันรู้สึกว่าการทำงานร่วมกันกับเพื่อนในทีม ช่วยให้ฉันกับเพื่อนมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมากขึ้น	1	
	14	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าเพื่อนในทีมสามารถทำงานได้ตามส่วนแบ่งของงานที่ตนเองรับผิดชอบ	1	
	15	ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกันกับเพื่อนในทีม ช่วยให้ฉันรู้จักเพื่อนได้ดีขึ้น	1	
	16	ฉันชอบที่จะแลกเปลี่ยนความเห็นหรือแสดงความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อนในทีม	0.67	การทำงานเป็นทีม ทำให้ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความเห็นหรือแสดงความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อนในทีม
	17	ฉันรู้สึกสนุกเมื่อทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม	1	
	18	ฉันคิดว่าทุกคนสามารถแสดงความคิดเห็นในการทำงานได้โดยไม่ต้องฟังความคิดเห็นของคนอื่น *	0.67	ปรับข้อความให้เข้าใจง่ายขึ้น

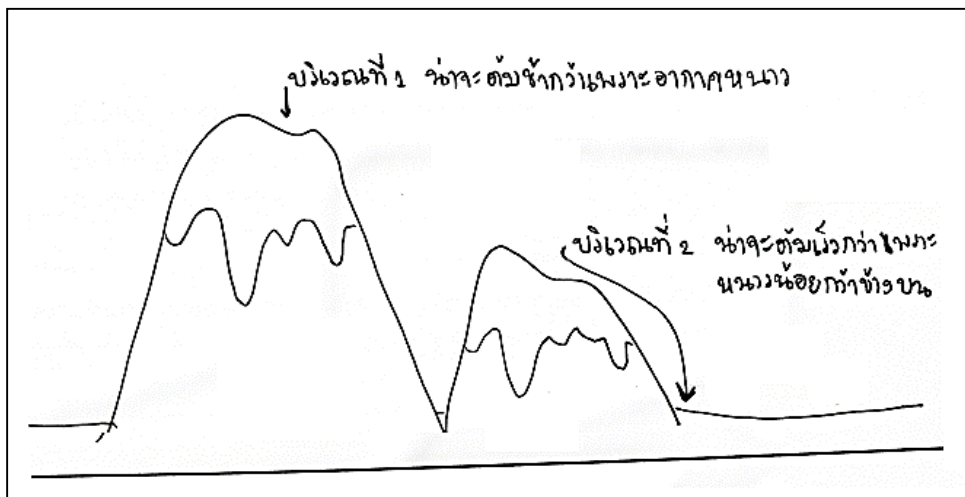
องค์ประกอบ	ข้อ	ข้อความ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
	19	ฉันรู้สึกว่าเป็นในทีมช่วยฉันทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร *	1	
	20	ฉันสามารถยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกในทีมได้	1	



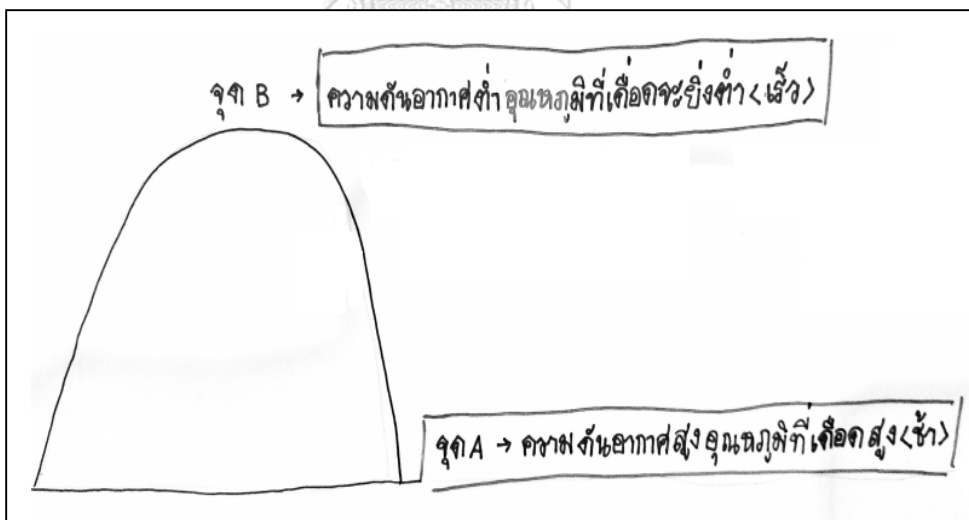


ตัวอย่างแบบจำลอง เรื่อง จุดเดือดจุดหลอมเหลว

แบบจำลองตามความคิดของนักเรียน

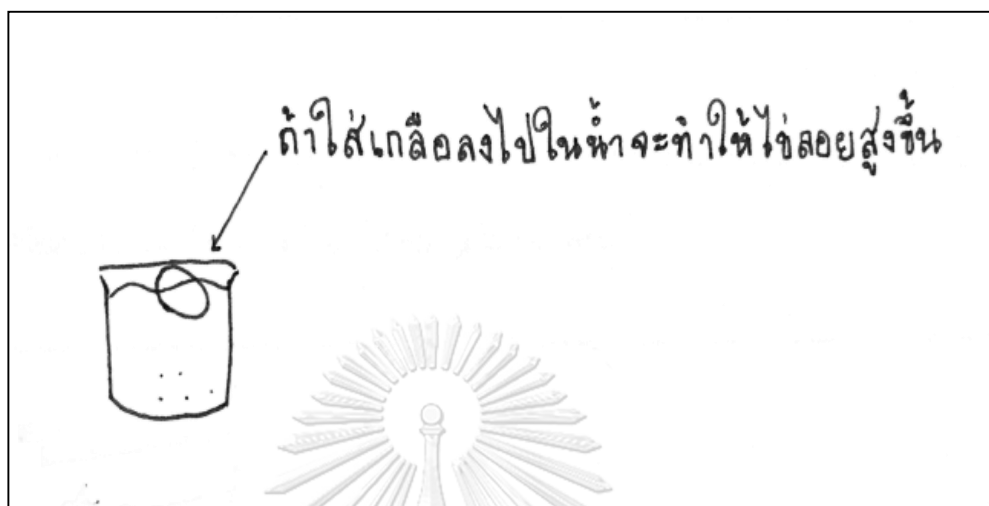


แบบจำลองที่แก้ไขของนักเรียนหลังจากแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน



ตัวอย่างแบบจำลอง เรื่อง ความหนาแน่น

แบบจำลองตามความคิดของนักเรียน

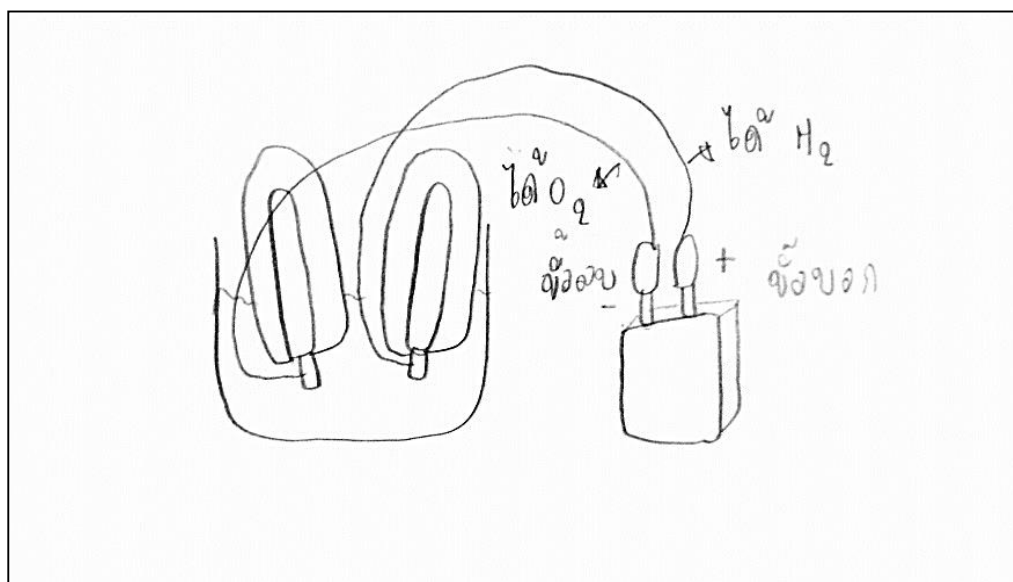


แบบจำลองที่แก้ไขของนักเรียนหลังจากแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน



ตัวอย่างแบบจำลอง เรื่อง การจำแนกสารบริสุทธิ์

แบบจำลองตามความคิดของนักเรียน



แบบจำลองที่แก้ไขของนักเรียนหลังจากแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน



ตัวอย่างแบบจำลอง เรื่อง การจำแนกธาตุและการใช้ประโยชน์

แบบจำลองตามความคิดของนักเรียน



แบบจำลองที่แก้ไขของนักเรียนหลังจากแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน

โตนะ	อโตนะ	กัโตนะ
โตนะสามารถใช้แม่เหล็กดูดได้	อโตนะไม่สามารถใช้แม่เหล็กดูดได้	กัโตนะบางชนิดสามารถใช้แม่เหล็กดูดได้

บรรณานุกรม

- Acher, A., Arcà, M., & Sanmartí, N. J. S. e. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. 91(3), 398-418.
- Adebayo, F., & Olufunke, B. T. J. I. J. o. E. E. (2015). Generative and predict-observe-explain instructional strategies: towards enhancing basic science practical skills of lower primary school pupils. 4(4), 86-92.
- Alexander, D., Haysom, J., & Bowen, M. (2010). *Predict, observe, explain: Activities enhancing scientific understanding*: NSTA Press.
- Association, N. S. T. (2011). Science and Engineering Practices
Developing and Using Models. Retrieved from
<https://ngss.nsta.org/Practices.aspx?id=2>
- 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.
- Baker, D. P., Amodeo, A. M., Krokos, K. J., Slonim, A., Herrera, H. J. Q., & Care, S. i. H. (2010). Assessing teamwork attitudes in healthcare: development of the TeamSTEPPS teamwork attitudes questionnaire. 19(6), e49-e49.
- Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. J. I. J. o. S. E. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. 35(2), 213-238.
- Beigi, M., & Shirmohammadi, M. J. T. P. M. A. I. J. (2012). Attitudes toward teamwork: are Iranian university students ready for the workplace?
- Berek, F., Sutopo, S., & Munzil, M. J. J. P. I. I. (2016). Enhancement of Junior High School Students' Concept Comprehension in Hydrostatic Pressure and Archimedes Law Concepts by Predict-observe-explain Strategy. 5(2), 230-238.
- Best, J. W., & Kahn, J. V. (2016). *Research in education*: Pearson Education India.
- Brown, P. L., Concannon, J., Hansert, B., Frederick, R., & Frerichs, G. J. S. A. (2015). Students' investigations in temperature and pressure. 52(1), 9-14.
- Brown, P. L., & Concannon, J. J. S. A. (2016). Students use of the PSOE model to

- understand weather and climate. 53(3), 87-91.
- Bryce, C. M., Baliga, V. B., De Nesnera, K. L., Fiack, D., Goetz, K., Tarjan, L. M., . . . Bard, D. G. J. T. A. B. T. (2016). Exploring models in the biology classroom. 78(1), 35-42.
- Buckley, B. C., & Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. In *Developing models in science education* (pp. 119-135): Springer.
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E., & Anderson, J. H. J. A. J. o. p. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. 48(12), 1074-1079.
- Chang, S.-N. (2008). *The learning effect of modeling ability instruction*. Paper presented at the Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching.
- ChiLiang, J. J. A.-P. j. o. r. i. e. c. e. (2011). Using POE to Promote Young Children's Understanding of the Properties of Air. 5, 45-68.
- Cinici, A., & Demir, Y. (2013). Teaching through cooperative POE tasks: A path to conceptual change. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues Ideas*, 86(1), 1-10.
- Coştu, B., Ayas, A., & Niaz, M. J. I. S. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. 40(1), 47-67.
- Crebert, G., Patrick, C., Cragolini, V., Smith, C., Worsfold, K., & Webb, F. J. G. I. f. H. E. (2011). Griffith graduate attributes teamwork skills toolkit.
- Dickinson, T. L., McIntyre, R. M. J. T. p. a., & measurement. (1997). A conceptual framework for teamwork measurement. 19-43.
- Gardner, B. S., & Korth, S. J. J. J. o. E. f. B. (1998). A framework for learning to work in teams. 74(1), 28-33.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In *Developing models in science education* (pp. 3-17): Springer.
- Gilbert, J. K. J. I. J. o. S., & Education, M. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. 2(2), 115-130.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. J. I. J. o. S. E. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. 22(9), 891-894.
- Guttersrud, Ø., & Angell, C. (2010). *Mathematics in physics: Upper secondary physics*

students' competency to describe phenomena applying mathematical and graphical representations. Paper presented at the girep-icpe mptl Conference. Reims France.

Harris, P. R., & Harris, K. G. J. T. P. M. A. I. J. (1996). Managing effectively through teams.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. J. I. j. o. s. e. (2000). A typology of school science models. 22(9), 1011-1026.

Hilario, J. S. (2015). The use of Predict-Observe-Explain-Explore (POEE) as a new teaching strategy in general chemistry laboratory. *International Journal of Education Research*, 3(2), 37-48.

Hsiao, H.-S., Hong, J.-C., Chen, P.-H., Lu, C.-C., Chen, S. Y. J. E. J. o. M., Science, & Education, T. (2017). A five-stage prediction-observation-explanation inquiry-based learning model to improve students' learning performance in science courses. 13(7), 3393-3416.

Jasdilla, L., Fitria, Y., & Sopandi, W. (2019). *Predict Observe Explain (POE) strategy toward mental model of primary students.* Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.

Johnson, D. W., & Johnson, F. P. (1991). *Joining together: Group theory and group skills*: Prentice-Hall, Inc.

Jones, N. A., Ross, H., Lynam, T., Perez, P., Leitch, A. J. E., & Society. (2011). Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods. 16(1).

JONG, J. P., CHIU, M. H., & CHUNG, S. L. J. S. E. (2015). The use of modeling-based text to improve students' modeling competencies. 99(5), 986-1018.

Justi, R. J. E. q. (2009). Learning how to model in science classroom: Key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. 20(1), 32-40.

Kala, N., Yaman, F., Ayas, A. J. I. J. o. S., & Education, M. (2013). THE EFFECTIVENESS OF PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN TECHNIQUE IN PROBING STUDENTS' UNDERSTANDING ABOUT ACID-BASE CHEMISTRY: A CASE FOR THE CONCEPTS OF pH, pOH, AND STRENGTH. 11(3), 555-574.

Kapp, E. J. C. T. (2009). Improving student teamwork in a collaborative project-based course. 57(3), 139-143.

- Kearney, M. J. S. E. N. (2003). A new tool for creating predict-observe-explain tasks supported by multimedia. 52(1), 13-17.
- Kenyon, L., Schwarz, C., Hug, B. J. S., & Children. (2008). The benefits of scientific modeling. 46(2), 40.
- Khan, S. J. J. o. S. T. E. (2011). What's missing in model-based teaching. 22(6), 535.
- Khathanvy, H., & Yuenyong, C. J. T. K. K. U. (2009). The grade student's mental model of force and motion through predict-observe-explain (poe) strategy.
- Kolari, S., Viskari, E., & Savander-Ranne, C. J. I. J. o. E. E. (2005). Improving student learning in an environmental engineering program with a research study project. 21(4), 702.
- Lesh, R., Lester, F., Hjalmarson, M. J. B. c. M., modeling perspectives on mathematics problem solving, l., & teaching. (2003). A models and modeling perspective on metacognitive functioning in everyday situations where problem solvers develop mathematical constructs. 383-403.
- Loo, J. L. J. T. J. o. A. L. (2013). Guided and team-based learning for chemical information literacy. 39(3), 252-259.
- Lott, K., & Wallin, L. J. S. A. (2012). Modeling the states of matter in a first-grade classroom. 49(4), 108-116.
- Mendo-Lázaro, S., Polo-del-Río, M. I., Iglesias-Gallego, D., Felipe-Castaño, E., & León-del-Barco, B. J. F. i. p. (2017). Construction and validation of a measurement instrument for attitudes towards teamwork. 8, 1009.
- Mullins, L. J. (2007). *Management and organisational behaviour*: Pearson education.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*: National Academies Press.
- Nelson, M. M., & Davis, E. A. J. I. J. o. S. E. (2012). Preservice Elementary Teachers' Evaluations of Elementary Students' Scientific Models: An aspect of pedagogical content knowledge for scientific modeling. 34(12), 1931-1959.
- Nokes-Malach, T. J., Richey, J. E., & Gadgil, S. J. E. P. R. (2015). When is it better to learn together? Insights from research on collaborative learning. 27(4), 645-656.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. J. I. J. o. S. E. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. 33(8), 1109-1130.

- Ornek, F. J. I. J. o. E., & Education, S. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. 3(2), 35-45.
- Papaevripidou, M., Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2014). *On defining and assessing learners' modeling competence in science teaching and learning*. Paper presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association (AERA), Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Persky, A. M., & Pollack, G. M. J. A. j. o. p. e. (2011). A modified team-based learning physiology course. 75(10).
- Phanphech, P., Tanitteerapan, T., & Murphy, E. J. I. i. E. R. (2019). Explaining and enacting for conceptual understanding in secondary school physics. 29(1), 180-204.
- Plucker, E., Kennedy, & Dilley,. (2015). What we know about collaboration. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/docs/Research/P21_4Cs_Research_Brief_Series_-_Collaboration.pdf.
- Pluta, W. J., Chinn, C. A., & Duncan, R. G. J. J. o. R. i. S. T. (2011). Learners' epistemic criteria for good scientific models. 48(5), 486-511.
- Pu, J., Zhou, Q., Zhao, B. J. E. S. T., & Practice. (2018). An Analysis of High School Students' Learning Ability of Modelling about the Topic of Voltaic Cell. 18(6).
- Rahman, S. H. (2012). *Influence of professional learning community (PLC) on learning a constructivist teaching approach (POE): A case of secondary science teachers in Bangladesh*. Paper presented at the Asia-Pacific forum on science learning and teaching.
- Rogers, F., Huddle, P. A., & White, M. D. J. J. o. c. e. (2000). Using a teaching model to correct known misconceptions in electrochemistry. 77(1), 104.
- Rudawska, A., & Szarek, M. J. E.-m. (2014). Students' attitudes towards teamwork and their group effectiveness. 3(55), 12-21.
- Rudawska, A. J. J. o. M., & Europe, B. A. C. (2017). Students' team project experiences and their attitudes towards teamwork. 25(1), 78-97.
- Salisu, A., Ransom, E. N. J. I. L. o. S., & Sciences, H. (2014). The role of modeling towards impacting quality education. 32, 54-61.
- Sani, R. A. J. J. P. I. P. F. (2012). Improvement of Student Competency in Physics Using

- Predict-Observe-Explain-Write (POEW) Learning Model at Senior High School. 4(02), 01-07.
- Savander-Ranne, C., & Kolari, S. J. G. J. o. E. E. (2003). Promoting the conceptual understanding of engineering students through visualisation. 7, 189-200.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. J. S. e. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. 91(1), 158-186.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., . . . Krajcik, J. J. J. o. R. i. S. T. T. O. J. o. t. N. A. f. R. i. S. T. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. 46(6), 632-654.
- Schwarz, C. V., White, B. Y. J. C., & instruction. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. 23(2), 165-205.
- Skolnick, R. J. P. (2009). Case study teaching in high school biology: Effects on academic achievement, problem solving skills, teamwork skills, and science attitudes.
- Taber, K. S. (2014). *Student thinking and learning in science: Perspectives on the nature and development of learners' ideas*: Routledge.
- Taber, K. S., & Akpan, B. (2016). *Science education: An international course companion*: Springer.
- Tarricone, P., & Luca, J. (2002). Successful teamwork: A case study.
- The University of California Museum of Paleontology. (2012). Analysis within the scientific community. Retrieved from https://undsci.berkeley.edu/lessons/pdfs/how_science_works_p14.pdf.
- Treagust, Mthembu, Z., & Chandrasegaran, A. (2014). Evaluation of the predict-observe-explain instructional strategy to enhance students' understanding of redox reactions. In *Learning with understanding in the chemistry classroom* (pp. 265-286): Springer.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. J. I. J. o. S. E. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. 25(11), 1353-1368.
- Tregidgo, D., & Ratcliffe, M. J. S. S. R. (2000). The Use of Modelling for Improving Pupils'

- Learning about Cells. 81(296), 53-59.
- Tseng, H. W., Yeh, H.-T. J. C., & Education. (2013). Team members' perceptions of online teamwork learning experiences and building teamwork trust: A qualitative study. 63, 1-9.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., Osman, K. J. P.-S., & Sciences, B. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. 59, 110-116.
- White, R. G. , R. . (1 9 8 1). *Probing understanding*. Great Britain. doi:<https://doi.org/10.4324/9780203761342>
- Wu, Y.-T., & Tsai, C.-C. J. J. o. b. E. (2005). Effects of constructivist-oriented instruction on elementary school students' cognitive structures. 39(3), 113-119.
- Yildirim, T. P. (2011). *Understanding the Modeling Skill Shift in Engineering: The Impace of Self-Efficacy, Epistemology, and Metacognition*. University of Pittsburgh,
- Zayed, A. M., & Kamel, M. M. J. C. C. U. (2005). Teams and work groups.
- Zhuang, X., MacCann, C., Wang, L., Liu, L., & Roberts, R. D. J. E. R. R. S. (2008). Development and validity evidence supporting a teamwork and collaboration assessment for high school students. 2008(2), i-51.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- โกเมศ นาแฉ่ง. (2554). ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่และแบบการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR), Retrieved from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/22025>
- ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2551). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 19(2), 10-28.
- เขาวรินทร์ สีใหม่. (2552). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/18704>

- โชติกา ภาชีผล ณัฐภรณ์ หลาวทอง และกมลวรรณ ตังธนากานนท์. (2558). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณราภรณ์ บุญกิจ. (2553). ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนบนพื้นฐานคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, Retrieved from <https://gsbooks.gs.kku.ac.th/53/grc11/files/hmo11.pdf>
- ณัฐธินันท์ กัตติรัตน์. (2558). การศึกษานิเทศศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ MIS เรื่อง ไฟฟ้าเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, Retrieved from <https://tcithaijo.org/index.php/gskkuhs/article/view/59875>
- ทิตนา แคมมณี. (2545). กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: นิชนเอดเวอร์ ไทซิงกู๊ป
- ทิตนา แคมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนกร อรรถนาววัฒน์. (2558). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การ จัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/51076>
- นฤมล หนองนิล. (2554). ผลของการใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็น ทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/22431>
- ปริญดา เลิศศรีมงคล. (2555). ผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีต่อทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณจุ. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. Retrieved from <https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/277675>
- วรรณิ์ แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย โสสุวรรณจินดา. (2536). หัวหน้างานยุคใหม่. กรุงเทพมหานคร: ธรรมนิติ.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. สมุทรปราการ: เนว่าเอ็ด ดูเคชั่น.
- ศิริชัย กาญจนวสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และ

วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. Retrieved from

<http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM1.pdf>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561a). การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (*Collaborative Problem Solving*) บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561b). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. Retrieved from <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8923-2018-10-01-01-59-16>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561c). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ชัดเชสพับลิเคชั่น.

สาคร คั่นโฑติ. (2546). การสร้างแบบจำลองทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรมและการออกแบบ. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579.

สุชีรา ภัทรายุทธวรรณ์. (2556). คู่มือการวัดทางจิตวิทยา กรุงเทพมหานคร: ดรีเพพ.

สุภาพร แผลมแก้ว. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนายสังเกต อธิบาย กับวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, Retrieved from https://www.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/19132/16837

หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล. (2559). ผลของการใช้แนวคิดการสร้างตัวแทนความคิดที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55143>



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	จรรุภา กิจเจริญปัญญา
วัน เดือน ปี เกิด	29 พฤศจิกายน 2535
สถานที่เกิด	นครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาคณะครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขาวิชา มัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกเคมี - วิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558 และเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2560 ปัจจุบันทำงานที่โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
ที่อยู่ปัจจุบัน	2/26 ถนนสุขุมวิท แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร 10260