



ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชรรมรัตน์ คำดำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



ธรรมรัตน์ คำคำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECT OF MODEL-BASED LEARNING ON LEARNING ACHIEVEMENT,
SCIENTIFIC MODELING ABILITIES AND LEARNING SATISFACTION OF GRADE 4
STUDENTS



THAMMARAT KHAMDAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN SCIENCE TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2024

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ชรรมรัตน์ คำคำ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พฤกษา)

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

..... กรรมการ

(ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พฤกษา)

..... กรรมการ

(ดร.สมศิริ สิงห์หลพ)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สญาญ์ ชีระวนิชตระกูล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
บูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ็งเยี่ยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

63920371: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์, ความพึงพอใจในการเรียนรู้

ชรรมรัตน์ คำคำ : ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (THE EFFECT OF MODEL-BASED LEARNING ON LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC MODELING ABILITIES AND LEARNING SATISFACTION OF GRADE 4 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, กศ.ด., กิตติมา พันธุ์พฤกษา, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2567.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านภูเงิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้นักเรียนที่มีทั้งหมด 1 ห้องเรียน จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน มีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 5.00 และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .00 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .31 - .77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33 - .83 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .91 3) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .67 และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .83 - 1.00 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .92 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์และค่าขนาดของผล

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 3.83 ซึ่งอยู่ในระดับมาก
4. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 13.94 ซึ่งอยู่ในระดับดี

5. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

6. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความพึงพอใจในการเรียนรู้เท่ากับ 4.82 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด



63920371: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)
KEYWORDS: MODEL-BASED LEARNING, LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC
MODELING ABILITIES, LEARNING SATISFACTION

THAMMARAT KHAMDAM : THE EFFECT OF MODEL-BASED LEARNING ON
LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC MODELING ABILITIES AND LEARNING SATISFACTION
OF GRADE 4 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: THANAWUTH LATWONG, Ed.D. KITTIMA
PANPRUEKSA, Ed.D. 2024.

The purposes of this research were to study learning achievement, scientific modeling abilities and learning satisfaction of students learning with model-based learning. The research target, derive by purposive selection, was 13 grade 4 students who were studying in the second semester of the academic year 2022 at Banphu-ngoen School. The research instruments consisted of: 1) model-based learning 4 lesson plans had an appropriateness value of 5.00 and the standard deviation is .00, 2) learning achievement test multiple choice, 4 options of 30 questions with difficulty index between .31-.77, power of discrimination between .33-.83, and reliability of .91, 3) scientific modeling abilities assessment form the reliability of .67, and 4) learning satisfaction questionnaire with power of discrimination between .83-1.00, and reliability of .92. The data were analyzed by using mean, percentage, standard deviation, relative development score and effect size.

The research findings were as follows:

1. The students' learning achievement score after learning with model-based learning were higher than before, and a relative development score of equivalent was at the high level.
2. The students' learning achievement score after learning with model-based learning were higher than 70 percent criteria.
3. The results of the effect size by using model-based learning on the learning achievement were 3.83 which were at the high level.
4. The students' scientific modeling ability score after learning with model-based learning had an average of 13.94, which were at the good level.
5. The students' scientific modeling ability score after learning with model-based learning were higher than 70 percent, criteria.
6. The students' learning satisfaction score after learning with model-based learning had an average of 4.82, which were at the highest level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา สละเวลาแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความรักศิษย์และความเอาใจใส่เสมอมา อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างมาก จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ และดร.สมศิริ สิงห์หลพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และกรรมการสอบเค้าโครง วิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ดร.สรพงษ์ เจริญกฤตยาวุฒิ อาจารย์บุญส่ง เห็นงาม และคุณครูระกิติภรณ์ เสาะคัน ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการ พัฒนาคูณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออุทิศ คำคำ และคุณแม่วิไลรัตน์ คำคำ ที่เป็นผู้สนับสนุนทางการศึกษา ครอบครัวและกัลยาณมิตรทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ นางสุมาลัย กิตติวัฒนพล ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านภูเงิน ตลอดจน คณะครูที่ให้การสนับสนุนและชอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย และผู้อำนวยการโรงเรียนบ้าน บึงพระราม คณะครูและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตา แด่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาตราบนานเท่าทุกวันนี้

ธรรมรัตน์ คำคำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1	1
บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
กรอบแนวคิดการวิจัย	9
บทที่ 2	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
กรอบหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนบ้านกุเงิน ราชวิทยาลัยฯ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4	10
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	26
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	34
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	41

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	45
ความพึงพอใจในการเรียนรู้.....	62
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	71
บทที่ 3	75
วิธีดำเนินการวิจัย	75
กลุ่มเป้าหมาย.....	75
รูปแบบการวิจัย.....	75
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	76
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	77
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	89
การวิเคราะห์ข้อมูล	90
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	92
บทที่ 4	96
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	96
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
บทที่ 5	106
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	106
สรุปผลการวิจัย.....	107
อภิปรายผลการวิจัย.....	108
ข้อเสนอแนะ	115
บรรณานุกรม	116
ภาคผนวก	124

ภาคผนวก ก	125
ภาคผนวก ข	134
ภาคผนวก ค	159
ประวัติย่อของผู้วิจัย	199



สารบัญตาราง

หน้า

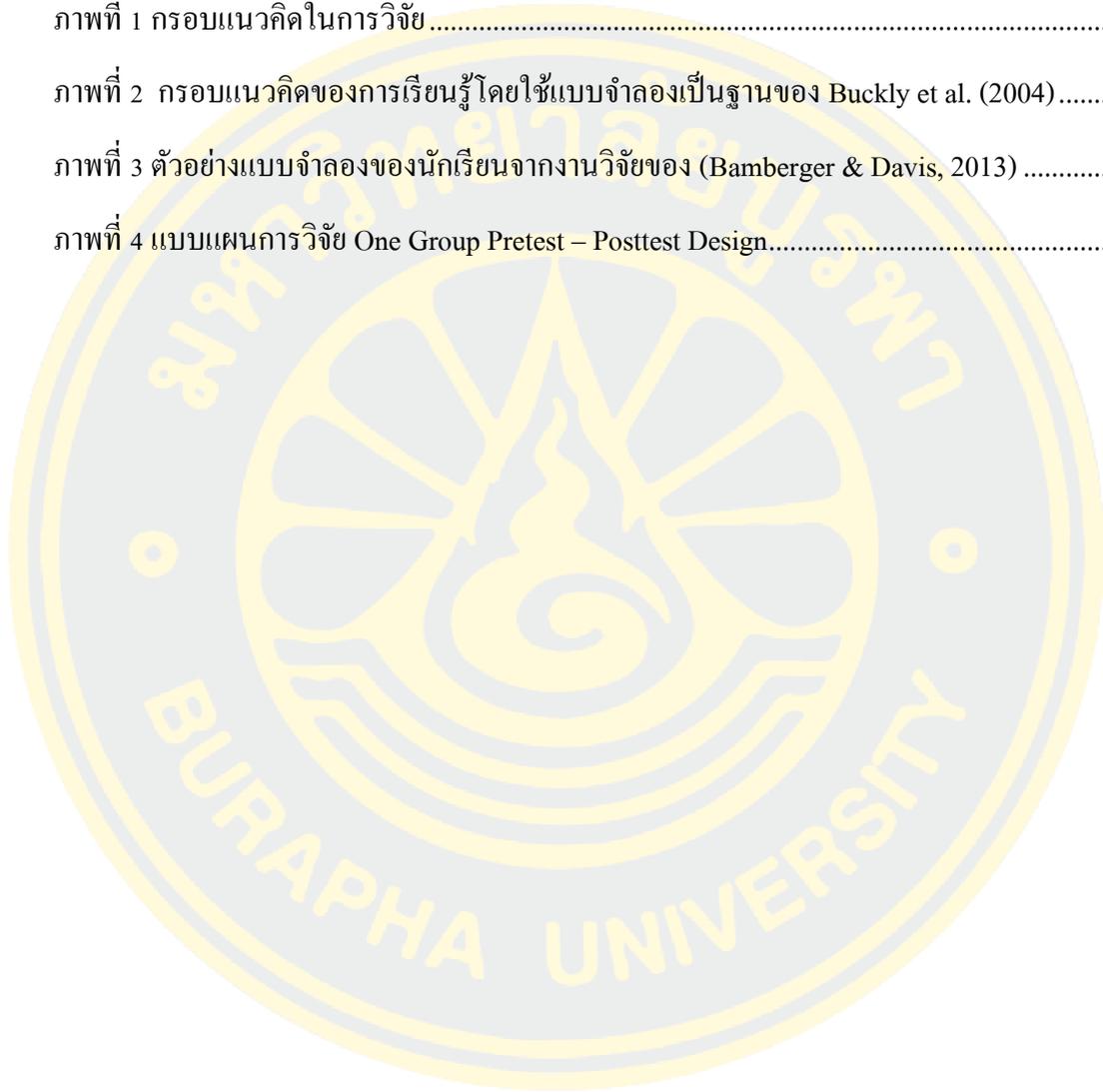
ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	14
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบ สุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์	25
ตารางที่ 3 สรุปสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของผู้วิจัย.....	31
ตารางที่ 4 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ใช้ประเมินแบบจำลองเชิงภาษาและเชิงภาพ (Bamberger & Davis, 2013).....	49
ตารางที่ 5 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการสร้างและการใช้แบบจำลอง (Schwarz, 2009)	51
ตารางที่ 6 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงแบบจำลอง (Schwarz, 2009)	52
ตารางที่ 7 ตัวอย่างรายการเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (อารยา ควัฒน์กุล, 2558).....	54
ตารางที่ 8 ตัวอย่างรายการเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (สิทธิโชค เอี่ยมบุญ, 2563)	55
ตารางที่ 9 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล, 2559)	56
ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย ..	61
ตารางที่ 11 ตัวอย่างแบบวัดความพึงพอใจ (อับดุลเลาะ อุมาร์, 2560).....	67
ตารางที่ 12 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (โชติภรณ์ ลีเวียง, 2560).....	68
ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และชิ้นงาน	77
ตารางที่ 14 การกำหนดโครงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้อง ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	82

ตารางที่ 15 รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	85
ตารางที่ 16 ผลการศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	97
ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	99
ตารางที่ 18 ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	100
ตารางที่ 19 ผลการศึกษาคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 ครั้ง (คะแนนเต็มครั้งละ 16 คะแนน โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ด้านละ 4 คะแนน).....	101
ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (คะแนนเต็ม 16 คะแนน).....	102
ตารางที่ 21 ผลการศึกษาคะแนนความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	103
ตารางที่ ข-22 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การขึ้นและตกของดวงจันทร์	135
ตารางที่ ข-23 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปร่างของดวงจันทร์ในท้องฟ้า.....	136
ตารางที่ ข-24 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง องค์ประกอบของระบบสุริยะ.....	137
ตารางที่ ข-25 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์	138
ตารางที่ ข-26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	140

ตารางที่ ข-27 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	143
ตารางที่ ข-28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	144
ตารางที่ ข-29 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	146
ตารางที่ ข-30 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	150
ตารางที่ ข-31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้.....	151
ตารางที่ ข-32 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	153
ตารางที่ ข-33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้านก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	154
ตารางที่ ข-34 คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 ครั้ง (คะแนนเต็มครั้งละ 16 คะแนน โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ด้านละ 4 คะแนน)	155
ตารางที่ ข-35 คะแนนความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	157

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Buckley et al. (2004).....	28
ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนจากงานวิจัยของ (Bamberger & Davis, 2013)	50
ภาพที่ 4 แบบแผนการวิจัย One Group Pretest – Posttest Design.....	76



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ ความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญที่จะผลักดันให้ประเทศมีขีดความสามารถในการแข่งขันทัดเทียมกับนานาประเทศ การจัดการศึกษาในปัจจุบันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้าน เศรษฐกิจ การเมือง เทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อม และการใช้เทคโนโลยีส่งผ่านข้อมูลและเชื่อมต่อกันอย่างรวดเร็ว ปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อการวางแผนการจัดการศึกษาในปัจจุบัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน การสร้างความมั่นคง และการพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อให้การศึกษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ส่งเสริม ปลูกฝังความรู้ ความคิด ทักษะ และทักษะให้แก่เด็กและเยาวชนในสังคม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563, หน้า 141)

วิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกศาสตร์วิชาหนึ่งที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก เพราะฉะนั้นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา รวมทั้งวิธีการคิด การแก้ปัญหา และการปรับตัวให้อยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และ สาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจะมีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออกไปมากมาย มีการใช้เทคนิค แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาใช้ในการเรียน

การสอนมากขึ้นเพื่อช่วยในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ส่งผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนสูงขึ้น แต่ความจริงก็ยังพบปัญหานักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ดูได้จากคะแนน O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ย้อนหลังของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านภูเงิน โดยคะแนนเฉลี่ย 5 ปีย้อนหลัง ได้แก่ ปีการศึกษา 2560, 2561, 2562, 2563 และ 2564 มีคะแนนเฉลี่ย คือ 45.95, 45.27, 35.53, 40.58 และ 31.67 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) นอกจากนี้ยังพบว่า มีคะแนนในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 ต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ยอยู่มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในสาระนี้ควรได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น โดยเนื้อหาส่วนใหญ่ ของบทเรียนเป็นข้อมูลที่เป็นนามธรรม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจ บทเรียนให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดให้ทักษะการสร้าง แบบจำลอง เป็นหนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำเสนอความคิด และสามารถสื่อความหมายออกมาในรูปของแบบจำลองต่าง ๆ และนำมาประยุกต์กับการแก้ไขปัญหา ในเรื่องอื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) โดยความสามารถใน การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ประการ คือ 1) การ สร้างแบบจำลองเป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบจำลองทำให้ ความคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและเป็นประโยชน์สำหรับการสร้างและสื่อสารความเข้าใจ และ 3) การสร้างแบบจำลองช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในเนื้อหาสาระ วิธีการ การให้เหตุผล และ การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Schwarz et al, 2009) นอกจากนี้การสร้างแบบจำลองในการเรียน วิทยาศาสตร์ยังเป็นสื่อกลางที่นักเรียนสามารถใช้ตีความสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งนำแง่มุมที่หลากหลายของ ข้อเท็จจริงมาใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยการนำเสนอความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริงเหล่านั้นในรูปแบบ ที่เข้าใจได้ง่าย ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ครูเข้าถึงวิธีการสร้างความเข้าใจของ นักเรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้ (Acher et al, 2007)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Teaching and learning : MBTL) หรือการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) เป็นกระบวนการจัด กิจกรรมเพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และทำการประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น และรู้จักการปรับปรุงแบบจำลองหากไม่สามารถอธิบายผลการศึกษาค้นคว้าได้ และสามารถส่งเสริมให้ นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาแบบจำลองความคิด พัฒนาทักษะในการคิดและสามารถเข้าใจธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางความคิดจะถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยการรวมตัวกันของความรู้ซึ่งมาจากหลาย ๆ แห่ง เช่น จากประสบการณ์ตรง จากสื่อที่จำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ (Gilbert, Bouter, & Elmer, 2000) นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลอง (models) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบที่มองเห็นชัดเจนและสัมผัสได้ เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมนั้นให้เข้าใจง่ายขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร (Harrison and Traegust, 2000) เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในใจบทเรียนและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้น ๆ อย่างต่อเนื่อง (Buckly et al., 2004) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร (2559) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด โดยในการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้จากการปฏิบัติการทดลองและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีจุดเด่นในการพัฒนาความรู้ที่เป็นทฤษฎีที่เป็นนามธรรม มาสร้างเป็นแบบจำลองที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น และยังพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของนิโลบล หลักหาญ (2561) ที่ได้ศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน โดยเป็นกระบวนการนำความรู้เดิมและความรู้จากระบวนการเรียนรู้ที่เคยเรียนรู้มาสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากนั้นจึงนำแบบจำลองทางความคิดมาเป็นแนวในการสร้างแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลองให้สมบูรณ์ เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิโชค เอี่ยมบุญ (2563) ที่ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาความรู้จากการศึกษามาสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิด สามารถอธิบาย นำแนวคิด

และปรากฏการณ์ มาสร้างแบบจำลองในรูปแบบสามมิติที่เป็นรูปธรรม ที่ใช้เป็นตัวแทนของความคิดในการสื่อความหมายของข้อมูลได้

จากสภาพปัญหาและแนวคิดดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน ให้มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น และเพื่อนำผลการวิจัยมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์
2. นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเทคนิคการสอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
4. นักเรียนเห็นความสำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับบทเรียน และนำกระบวนการสร้างแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาในรายวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านภูเงิน อำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว โดยใช้นักเรียนทั้งหมดที่มีอยู่จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 13 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 3) ความพึงพอใจในการเรียนรู้

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

- 3.1 การขึ้นและตกของดวงจันทร์ (3 ชั่วโมง)
- 3.2 รูปร่างของดวงจันทร์ในท้องฟ้า (3 ชั่วโมง)
- 3.3 องค์ประกอบของระบบสุริยะ (3 ชั่วโมง)
- 3.4 คาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ (3 ชั่วโมง)

4. ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง มีรายละเอียดดังนี้

- 4.1 ทดสอบก่อนเรียน (1 ชั่วโมง)
- 4.2 การจัดการเรียนรู้ (12 ชั่วโมง)
- 4.3 ทดสอบหลังเรียน (2 ชั่วโมง)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการนำความรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทำกิจกรรมการศึกษามาสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มีการพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองที่ศึกษา จนสามารถนำความรู้หรือข้อมูลนั้น จัดกระทำเป็นความคิดรวบยอดในการสร้างความเข้าใจในแบบจำลองโดยผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากแนวคิดของนักการศึกษา Gobert & Buckley (2002), Buckley et al. (2004), Khan (2007) และ Hung et al. (2009) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อกิจกรรมประกอบการใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยนักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้น ๆ เข้าด้วยกัน

1.2 ขั้นประเมินแนวคิด เป็นขั้นการเรียนรู้บทเรียน ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองและประเมินความคิดด้านความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนออกแบบแบบจำลองทางความคิดของตนเองโดยการวาดภาพ จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลองต่อไป

1.3 ขั้นสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากความรู้ที่ตนเองได้ศึกษาให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดไว้ในเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรม พร้อมทั้งอธิบายถึงแบบจำลองทางความคิดที่ตนเองได้สร้างขึ้น ว่ามีแนวคิดอย่างไร สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดอย่างไร

1.4 ขั้นประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่เป็นรายละเอียดของแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองของนักเรียนสมบูรณ์มากขึ้น

1.5 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองที่ได้จากการอภิปราย เมื่อผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายข้อมูลจากแบบจำลองของตนเองได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956) กำหนดเป้าหมายที่ต้องการวัดและประเมินผลจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเพียง 4 ด้าน เหตุผลเพราะเป็นระดับพฤติกรรมที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวชี้วัด และเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ความรู้ความจำ คือ การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยตรงในขั้นนี้ รวมถึงการระลึกข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา

2.2 ความเข้าใจ คือ ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียน หรือ อาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ

2.3 การนำไปใช้ คือ ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ รวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ ดังนั้น นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้

2.4 การวิเคราะห์ คือ ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ รวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้น นักเรียนจึงต้องเข้าใจเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

3. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง หมายถึง เครื่องมือหรือสิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ ในการสร้างความหมายของกระบวนการทางความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประเภทแบบจำลองทางความคิดที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิดนักการศึกษา มุ่งมั่นให้ผู้เรียนได้ฝึกการสร้างแบบจำลองเฉพาะจากความคิดของตนเอง เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์

4. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด มาสร้างเครื่องมือหรือสิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ ในการสร้างความหมายของกระบวนการทางความคิด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษา และสามารถนำความรู้หรือข้อมูลนั้น มาอธิบายปรากฏการณ์ในการสร้างความเข้าใจในแบบจำลองได้ โดยใช้การประเมินกระบวนการปฏิบัติระหว่างเรียนและผลงานนักเรียนแต่ละครั้ง จำนวน 4 ครั้ง ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิด

นักการศึกษา Schwarz et al. (2009) โดยแบ่งรายการประเมินออกเป็น 4 ด้าน มีเกณฑ์การประเมินเป็น 4 ระดับคือ ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1) มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การออกแบบแบบจำลอง คือ ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่สามารถแสดงรายละเอียด โครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองจากการวาดภาพ

4.2 การสร้างแบบจำลอง คือ ความสามารถในการนำมาแบบจำลองทางความคิดมาสร้างเป็นแบบจำลอง ที่สามารถแสดง โครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองในสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

4.3 การประเมินแบบจำลอง คือ ความสามารถในการอธิบาย โครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลอง สามารถแสดงแนวคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

4.4 การปรับปรุงแบบจำลอง คือ ความสามารถในการนำข้อเสนอแนะของครูมาพัฒนาแบบจำลองของตนเอง ให้สามารถอธิบายแนวคิดเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

5. ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียนในทางบวก โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิดนักการศึกษา Anatsi (1976) และบุญชม ศรีสะอาด (2553) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามมาตราชนิดลิเคอร์ต (Likert – type scale) คือ มากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (2) และน้อยที่สุด (1) จำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมินใน 4 ด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

5.1 ด้านบทบาทผู้สอน คือ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผู้สอน ในด้านการเตรียมการสอน ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ การแนะนำหรือรับฟังความคิดเห็น

5.2 ด้านบทบาทผู้เรียน คือ ความพึงพอใจของนักเรียนในบทบาทของตนเอง ในด้านการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนและอธิบายความคิดเห็น การคิดแก้ปัญหา และการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่น

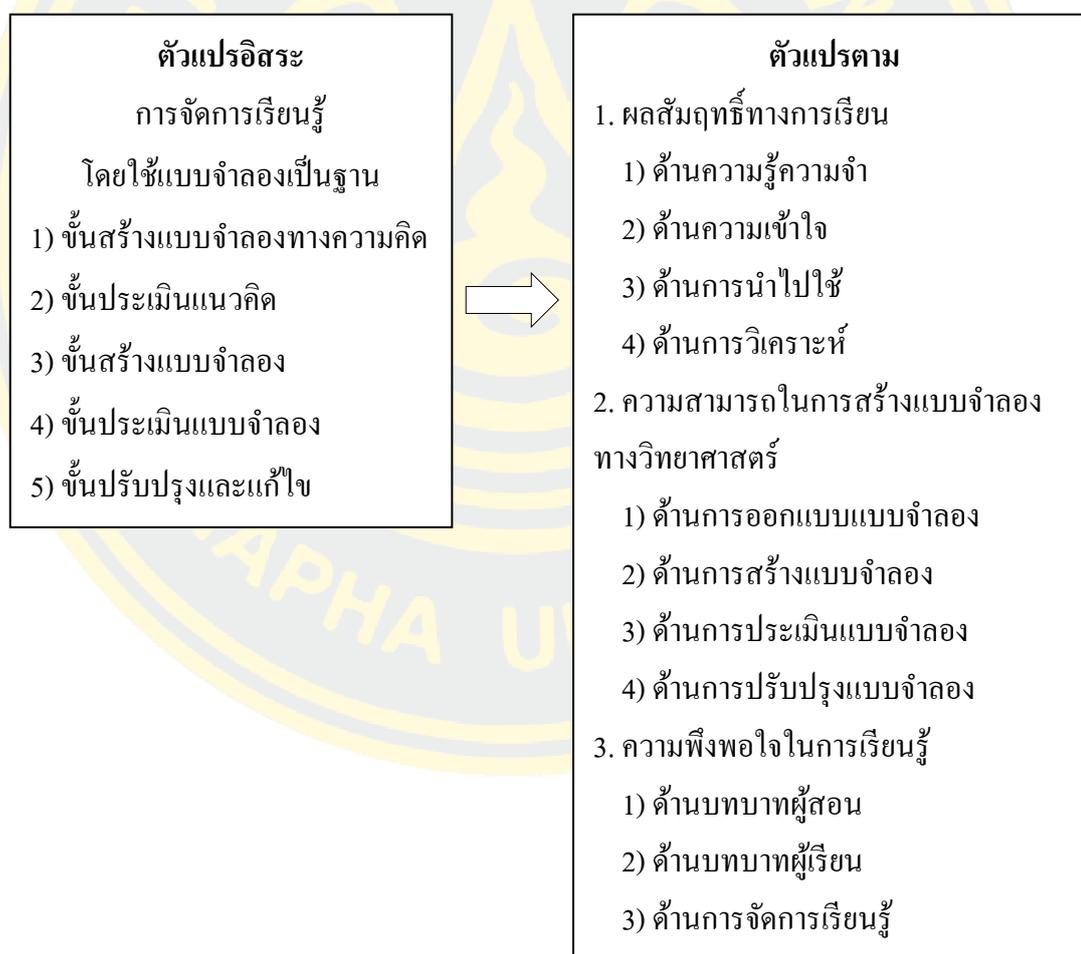
5.3 ด้านการจัดการเรียนรู้ คือ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ในด้านการสืบค้นข้อมูล และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน

5.4 ด้านการวัดและประเมินผล คือ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการวัดและประเมินผล ในด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติด้วยตนเอง และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เกินร้อยละ 70 จัดว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับดี ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ยึดตามแนวการปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. กรอบหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนบ้านภูเงิน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
5. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
6. ความพึงพอใจในการเรียนรู้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรอบหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนบ้านภูเงิน รายวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

กรอบหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนบ้านภูเงิน รายวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1) วิสัยทัศน์

ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหา ตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2) ภารกิจ

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ สร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ

2. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย
3. ส่งเสริมกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3) เป้าหมาย

1. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ สร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ
2. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับที่น่าพอใจ
3. ผู้เรียนใช้แหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย
4. ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมทักษะทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกสถานศึกษา
5. ผู้เรียนนำทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

4) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร มีความรู้ทางวิชาการ สามารถในการรับและส่งสาร ที่ใช้ถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนคติของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรอง เพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด มีทักษะกระบวนการคิด สามารถคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา มีจิตสำนึกด้านคุณธรรม สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ปฏิบัติตามระเบียบวินัย รักษาไว้ซึ่งวัฒนธรรม นำชุมชนร่วมดำเนินการ สืบสานภูมิปัญญาไทย ร่วมใจอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ยึดวิถีประชาธิปไตย มีพลานามัยสมบูรณ์ สามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี พร้อมด้วยเทคโนโลยี สามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

ประมวลรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษา

โรงเรียนบ้านภูเงิน

1) คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

ว14101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เวลา 120 ชั่วโมง/ปี

บรรยายหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ และดอกของพืชดอก โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ จำแนกสิ่งมีชีวิตโดยใช้ความเหมือน และความแตกต่างของลักษณะของสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มพืช กลุ่มสัตว์ และกลุ่มที่ไม่ใช่พืชและสัตว์ จำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก โดยใช้การมีดอกเป็นเกณฑ์ ใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ จำแนกสัตว์ออกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ ใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ บรรยายลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้ของสัตว์มีกระดูกสันหลังในกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนม และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น โดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผล จากการทดลอง เปรียบเทียบสมบัติของสารทั้ง 3 สถานะ จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรของสารใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวล และปริมาตรของสารทั้ง 3 สถานะ ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ จำแนกวัตถุเป็นวัตถุกลางโปร่งใส โปร่งแสง และวัตถุทึบแสง จากลักษณะ การมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ผ่านวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ สร้างแบบจำลองที่อธิบายแบบรูปการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ

จากแบบจำลอง ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย ออกแบบ และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ มีความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสารสื่อความหมายทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีความซื่อสัตย์สุจริต มีความรับผิดชอบในการทำงาน และตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายทำงานสำเร็จตามวัตถุประสงค์

2) สารการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด ว 1.2 ป.4/1

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด ว 1.3 ป.4/1 , ป.4/2 , ป.4/3 , ป.4/4

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด ว 2.1 ป.4/1 , ป.4/2 , ป.4/3 , ป.4/4

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด ว 2.2 ป.4/1 , ป.4/2 , ป.4/3

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด ว 2.3 ป.4/1

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด ว 3.1 ป.4/1 , ป.4/2 , ป.4/3

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.4/1 , ป.4/2 , ป.4/3 , ป.4/4 , ป.4/5

รวมตัวชี้วัด 21 ตัวชี้วัด

3) โครงสร้างรายวิชา

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว 14101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนบ้านภูเงิน ปีการศึกษา 2565 เวลา 120 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
1	การจำแนก สิ่งมีชีวิต รอบตัว	ว 1.3 ป.4/1	♦ สิ่งมีชีวิตหลายชนิด สามารถ จัดกลุ่มได้โดยใช้ความเหมือน และความแตกต่างของลักษณะ ต่าง ๆ เช่น กลุ่มพืชสร้างอาหาร เองได้ และเคลื่อนที่ด้วยตนเอง ไม่ได้ กลุ่มสัตว์กินสิ่งมีชีวิตอื่น เป็นอาหารและเคลื่อนที่ได้ กลุ่มที่ ไม่ใช่พืชและสัตว์ เช่น เห็ดรา จุลินทรีย์	12	10
		ว 1.3 ป.4/2	♦ การจำแนกพืช สามารถใช้การ มีดอกเป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้ เป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก		
		ว 1.3 ป.4/3	♦ การจำแนกสัตว์ สามารถใช้ การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ใน การจำแนก ได้เป็นสัตว์มีกระดูก สันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูก สันหลัง		
		ว 1.3 ป.4/4	♦ สัตว์มีกระดูกสันหลังมีหลาย กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลา กลุ่มสะเทิน น้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลี้ยงลูก ด้วยนม และกลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			น้ำนม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะ เฉพาะที่สังเกตได้		
2	ส่วนต่าง ๆ ของพืช	ว 1.2 ป.4/1	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอกทำ หน้าที่แตกต่างกัน ◆ รากทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุ อาหารขึ้นไปยังลำต้น ◆ ลำต้นทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ ต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ◆ ใบทำหน้าที่สร้างอาหาร อาหารที่พืชสร้างขึ้นคือน้ำตาล ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นแป้ง ◆ ดอกทำหน้าที่สืบพันธุ์ ประกอบด้วยส่วนประกอบ ต่าง ๆ ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบ ดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศ เมีย ซึ่งส่วนประกอบแต่ละ ส่วนของดอกทำหน้าที่ แตกต่างกัน 	15	10
3	แรง	ว 2.2 ป.4/1 ว 2.2 ป.4/2	<ul style="list-style-type: none"> ◆ แรงโน้มถ่วงของโลกเป็น แรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุ มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก และเป็นแรงไม่สัมผัส แรง ดึงดูดที่โลกกระทำกับวัตถุ หนึ่ง ๆ ให้อัตถุตกลงสู่พื้น โลก และทำให้อัตถุมีน้ำหนัก 	12	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			<p>วัดน้ำหนักของวัตถุได้จาก เครื่องชั่งสปริง น้ำหนักของ วัตถุขึ้นกับมวลของวัตถุโดย วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนัก มาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะมี น้ำหนักน้อย</p> <hr/> <p>ว.2.2 ป.4/3 ♦ มวล คือ ปริมาณเนื้อของ สารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็น วัตถุซึ่งมีผลต่อความยากง่าย ในการเปลี่ยนแปลงการ เคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวล มากจะเปลี่ยนแปลงการ เคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มี มวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุ นอกจากจะหมายถึงเนื้อ ทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยัง หมายถึงการต้านการ เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ ของวัตถุนั้นด้วย</p>		
4	แสง	ว.2.3 ป.4/1	<p>♦ เมื่อมองสิ่งต่าง ๆ โดยมีวัตถุ ต่างชนิดกันมากขึ้นจะทำให้การ มองเห็นสิ่งนั้น ๆ ชัดเจน ต่างกัน จึงจำแนกวัตถุที่มากขึ้น ออกเป็นตัวกลางโปร่งใส ซึ่ง</p>	12	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			ทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ ชัดเจน ตัวยกกลางโปร่งแสงทำ ให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ไม่ ชัดเจน และวัตถุทึบแสงทำ ให้มองไม่เห็นสิ่งต่าง ๆ นั้น		
5	วัสดุและ สสาร	ว 2.3 ป.4/1	♦ วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติ ทางกายภาพแตกต่างกัน วัสดุ ที่มีความแข็งจะทนต่อแรงขีด ขีด วัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นจะ เปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรง มากระทำและกลับสภาพ เดิมได้ วัสดุที่นำความร้อน และวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ จะให้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ดังนั้น จึงอาจนำสมบัติต่าง ๆ มาพิจารณาเพื่อใช้ใน กระบวนการออกแบบ ชิ้นงาน เพื่อประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน	10	10
6	ระบบสุริยะ และ ปรากฏการณ์ ทางดาราศาสตร์	ว 3.1 ป.4/1 ว 3.1 ป.4/2 ว 3.1 ป.4/3	♦ ดวงจันทร์เป็นบริวารของ โลก โดยดวงจันทร์โคจรรอบ โลกพร้อมกับหมุนรอบ ตัวเอง ขณะที่โลกก็หมุนรอบ ตัวเองด้วยเช่นกัน การหมุน รอบตัวเองของโลกจากทิศ	14	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			<p>ตะวันตกไป ทิศตะวันออกใน ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อ มองจากขั้วโลกเหนือ ทำให้ มองเห็นดวงจันทร์ปรากฏขึ้น ทางด้าน ทิศตะวันออกและ ตกทางด้านทิศ ตะวันตก หมุนเวียนเป็นแบบรูปซ้ำ ๆ</p> <p>◆ ดวงจันทร์เป็นวัตถุที่เป็น ทรงกลม แต่รูปร่างของดวง จันทร์ที่มองเห็น หรือรูปร่าง ปรากฏของดวงจันทร์บน ท้องฟ้าแตกต่างกันไปในแต่ละ วัน โดย ในแต่ละวันดวง จันทร์จะมีรูปร่าง ปรากฏเป็น เสี้ยวที่มีขนาดเพิ่มขึ้นอย่าง ต่อเนื่องจนเต็มดวงจากนั้น รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ จะแห้ว และมีขนาดลดลง อย่างต่อเนื่องจนมอง ไม่เห็นดวงจันทร์จากนั้น รูปร่างปรากฏ ดวงจันทร์จะ เป็นเสี้ยวใหญ่ขึ้นจนเต็มดวง อีกครั้ง การเปลี่ยนแปลง เช่นนี้เป็นแบบรูปซ้ำกัน ทุกเดือน</p>		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			<ul style="list-style-type: none"> ◆ ระบบสุริยะเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวาร ประกอบด้วยดาวเคราะห์แปดดวง และบริวาร ซึ่งดาวเคราะห์แต่ละดวง มีขนาดและระยะห่างจากดวงอาทิตย์ แตกต่างกันไป และยังประกอบด้วยดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ 		
7	วิทยาการ คำนวณ	ว 4.2 ป.4/1	<ul style="list-style-type: none"> ◆ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะเป็นการนำกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่ครอบคลุมทุกกรณีมาใช้พิจารณาในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงานหรือการคาด การณ์ผลลัพธ์ ◆ สถานะเริ่มต้นของการทำงานที่แตกต่างกันจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ◆ ตัวอย่างปัญหา เช่น เกม OX โปรแกรมที่มีการคำนวณ โปรแกรมที่มีตัวละครหลายตัวและมีการสั่งงานที่ 	40	20

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			แตกต่างหรือมีการสื่อสาร ระหว่างกัน การเดินทางไป โรงเรียน โดยวิธีการต่าง ๆ		
		ว 4.2 ป.4/2	<ul style="list-style-type: none"> ◆ การออกแบบโปรแกรม อย่างง่าย เช่น การออกแบบ โดยใช้ storyboard หรือการ ออกแบบอัลกอริทึม ◆ การเขียน โปรแกรมเป็น การสร้างลำดับของคำสั่ง ให้ คอมพิวเตอร์ทำงาน เพื่อให้ ได้ผลลัพธ์ตามความต้องการ หากมีข้อผิดพลาดให้ ตรวจสอบการทำงานทีละ คำสั่ง เมื่อพบจุดที่ทำให้ผล ลัพธ์ไม่ถูกต้อง ให้ทำการ แก้ไขจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ ถูกต้อง ◆ ตัวอย่าง โปรแกรมที่มี เรื่องราว เช่น นิทานที่มีการ โต้ตอบกับผู้ใช้ การ์ตูนสั้น เล่ากิจวัตรประจำวัน ภาพเคลื่อนไหว ◆ การฝึกตรวจหา ข้อผิดพลาดจาก โปรแกรม ของผู้อื่นจะช่วยพัฒนา 		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			ทักษะการหาสาเหตุของ ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ♦ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการ เขียน โปรแกรม เช่น Scratch, logo		
		ว 4.2 ป.4/3	♦ การใช้คำค้นที่ตรงประเด็น กระชับ จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ รวดเร็วและตรงตามความ ต้องการ ♦ การประเมินความเชื่อถือ ของข้อมูล เช่น พิจารณา ประเภทของเว็บไซต์ (หน่วยงานราชการ สำนัก ข่าว องค์กร) ผู้เขียน วันที่ เผยแพร่ข้อมูล การอ้างอิง ♦ เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการจาก เว็บไซต์ต่าง ๆ จะต้องนำ เนื้อหา มาพิจารณา เปรียบเทียบ แล้วเลือกข้อมูล ที่มีความสอดคล้องและ สัมพันธ์กัน ♦ การทำรายงานหรือการ นำเสนอข้อมูลจะต้องนำ ข้อมูลมาเรียบเรียง สรุปรูปเป็น ภาษาของตนเองที่เหมาะสม		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
			<p>กับกลุ่มเป้าหมายและวิธีการ นำเสนอ (บูรณาการกับวิชา ภาษาไทย)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ การประมวลผลอย่างง่าย เช่น เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ การหาผลรวม ◆ วิเคราะห์ผลและสร้าง ทางเลือกที่เป็นไปได้ ประเมินทางเลือก (เปรียบเทียบ ตัดสิน) ◆ การนำเสนอข้อมูลทำได้ หลายลักษณะตามความ เหมาะสม เช่น การบอกเล่า เอกสารรายงาน โปสเตอร์ โปรแกรมนำเสนอ ◆ การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น การสำรวจเมนูอาหาร กลางวันโดยใช้ซอฟต์แวร์ สร้างแบบสอบถามและเก็บ ข้อมูล ใช้ซอฟต์แวร์ ตาราง ทำงานเพื่อประมวลผลข้อมูล รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่า ทางโภชนาการและสร้าง รายการอาหารสำหรับ 5 วัน 		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (100)
		ว 4.2 ป.4/5	<p>ใช้ซอฟต์แวร์นำเสนอผลการ สำรวจรายการอาหารที่เป็น ทางเลือกและข้อมูลด้าน โภชนาการ</p> <p>◆ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น เช่น ไม่สร้างข้อความเท็จและ ส่งให้ผู้อื่น ไม่สร้างความ เดือดร้อนต่อผู้อื่น โดยการ ส่งแสปม ข้อความลูกโซ่ ส่งต่อโพสต์ที่มีข้อมูลส่วนตัว ของผู้อื่น ส่งคำเชิญเล่นเกม ไม่เข้าถึงข้อมูลส่วนตัวหรือ การบ้านของบุคคลอื่น โดย ไม่ได้รับอนุญาต ไม่ใช่เครื่อง คอมพิวเตอร์/ชื่อบัญชีของ ผู้อื่น</p> <p>◆ การปกป้องข้อมูลส่วนตัว เช่น การออกจากระบบเมื่อ เลิกใช้งาน ไม่บอกรหัสผ่าน ไม่บอกเลขประจำตัว ประชาชน</p>		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน (100)
	สรุปบททวนภาพรวม (สอบปลายภาคเรียน)			5	20
	รวมทั้งสิ้นตลอดปี			120	100

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งหมายที่จะนำ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ จำนวน 12 ชั่วโมง มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทั้งนี้มีเหตุผลเพราะว่า ต้องการนำเนื้อหาข้อมูลที่เป็นนามธรรม ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้น และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยมีผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ดังรายละเอียดตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	น้ำหนักคะแนน	เวลา (ชั่วโมง)
ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์	มาตรฐาน ว 3.1 ป.4/1	การขึ้นและตกของดวงจันทร์	25	3
	อธิบายแบบรูปเส้นทาง การขึ้นและการตกของดวงจันทร์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- การขึ้นและตกของดวงจันทร์		
	มาตรฐาน ว 3.1 ป.4/2	รูปร่างของดวงจันทร์ในท้องฟ้า	25	3
	อธิบายแบบรูปการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์	- รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ในแต่ละวัน		
	มาตรฐาน ว 3.1 ป.4/3	องค์ประกอบของระบบสุริยะ	25	3
	สร้างแบบจำลองที่แสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์	- การสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ		
	คาบการโคจรของดาวเคราะห์	คาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์	25	3
	คาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	- คาบการโคจรของดาวเคราะห์		
รวม			100	12

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Buckly & Bouter (2000) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การสร้างแบบจำลองทางความคิดผ่านการเรียกซ้ำในกระบวนการสร้าง การใช้ การปรับปรุง และเพิ่มรายละเอียด

Gilbert, Bouter, & Elmer (2000) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมเพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และทำการประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น และรู้จักการปรับปรุงแบบจำลองหากไม่สามารถอธิบายผลการศึกษาค้นคว้าได้ และสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาแบบจำลองความคิด พัฒนาทักษะในการคิด และสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางความคิดจะถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยการรวมตัวกันของความรู้ซึ่งมาจากหลาย ๆ แห่ง เช่น จากประสบการณ์ตรง จากสื่อที่จำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ

Chiu et al. (2002) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง ทฤษฎีที่มีการสร้างโมเดลขึ้นในการเรียนการสอน โดยมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเพื่อพัฒนาความคิด

Clement, Rea-Ramirez, & Nunez-Oviedo (2007) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาเกี่ยวกับแบบจำลองทางความคิด

Neilson, Campbell & Allred (2010, pp. 38-43) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลหลักฐานจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยผ่านการสร้างแบบจำลองและปรับแบบจำลองใหม่ ให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ทำการศึกษ แบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นจะใช้เป็นตัวแทนในการสื่อสารคำอธิบายของผู้เรียน

ชาติรี ฝ่ายคำตา (2557) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการสร้างแบบจำลอง โดยนักวิทยาศาสตร์จะสร้างแบบจำลองหลังจากได้ทดลองค้นคว้าจนได้ข้อสรุป หลักการหรือกฎใหม่ ๆ โดยนักวิทยาศาสตร์ จะพิจารณาว่าแบบจำลองต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถอธิบายข้อสรุปหลักการหรือกฎเหล่านั้นได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จะมีการปรับปรุงหรือสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ โดยการจัดการเรียนการสอนพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาแบบจำลองมาอธิบายสิ่งต่าง ๆ ถ้าอธิบายไม่ได้ก็ลองให้นักเรียนหาหรือสร้างแบบจำลองใหม่มาอธิบาย

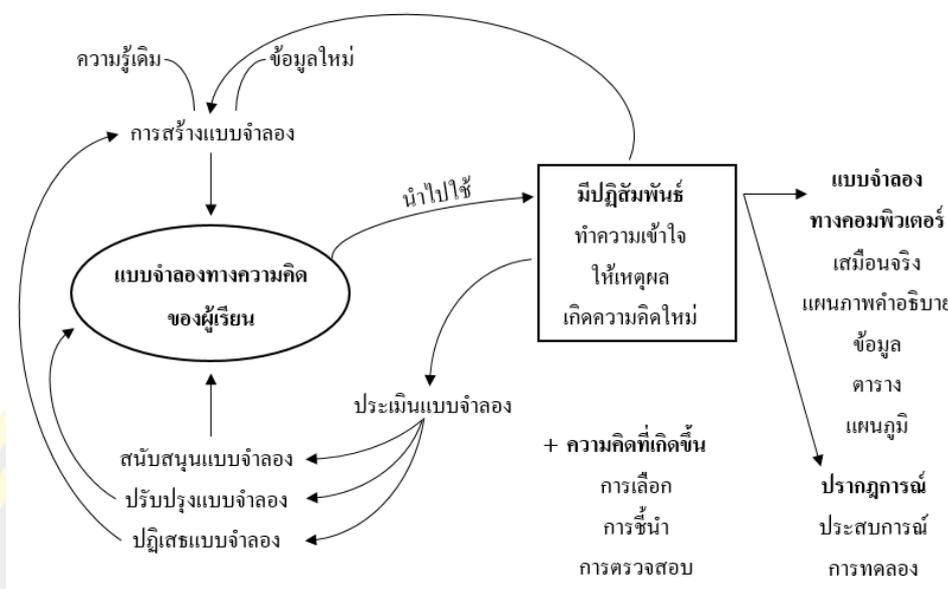
จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำความรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทำกิจกรรมการศึกษาเรียนรู้มาสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มีการพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองที่ศึกษา จนสามารถนำความรู้หรือข้อมูลนั้น จัดกระทำเป็นความคิดรวบยอดในการสร้างความเข้าใจในแบบจำลอง

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Govert & Buckley (2002, p.829) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดหรือเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยครูทำหน้าที่เพียงสรุปอ้างอิงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา เนื่องจากแบบจำลองทางความคิดเป็นของนักเรียนแต่ละบุคคล
3. นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองโดยการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันทั้งข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การทำงาน พฤติกรรมและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้น ๆ แล้วเขียนเป็นแผนผังแนวคิด (Concept mapping) โดยเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึง (Analogous system) ที่นักเรียนทราบ หลังจากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วลงมือสร้างแบบจำลอง
4. นำแบบจำลองที่สร้างไปใช้และประเมิน ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นถูกปฏิเสธ เนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น
5. ขยายแบบจำลอง (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

Buckly et al. (2004) ได้เสนอกรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้เป็นวัฏจักร ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Buckly et al. (2004)

จากภาพที่ 2 กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้เสนอกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนไว้ว่า เมื่อครูมอบหมายภาระงาน นักเรียนจะเริ่มต้นเขียนแบบจำลองจากความรู้เดิมและข้อมูลใหม่ที่ได้รับในระหว่างการสร้างแบบจำลอง เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิด ซึ่งเป็นแบบจำลองที่รวบรวมจากข้อมูลหลายแหล่ง เช่น ประสบการณ์ตรง ประสบการณ์ที่ได้รับผ่านวิดีโอทัศน์หรือสถานการณ์จำลอง หรือการมีปฏิสัมพันธ์กับการแสดงการเป็นตัวแทนที่หลากหลาย (Representations) และแบบจำลองที่แสดงออก เป็นต้น ซึ่งความรู้เดิมของนักเรียนนั้น อาจอยู่ในลักษณะแบบจำลองทางความคิดของปรากฏการณ์เพียงบางส่วน หรือเป็นแบบจำลองที่ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งยังไม่สอดคล้องหรือไม่ครอบคลุมกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Khan (2007) ได้เสนอรูปแบบการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการสืบเสาะ (Model-based inquiries) เป็นวิธีการสอนแบบ GEM cycle เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ (Generating) เกี่ยวกับตัวแปรที่นักเรียนต้องการศึกษา โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนทำนาย เปรียบเทียบ และอธิบายความสัมพันธ์นั้น เช่น ในเรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ครูให้ข้อมูลแก่นักเรียนเกี่ยวกับน้ำหนัก โมเลกุลของสารและจุดเดือด แล้วให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักโมเลกุลของสารกับจุดเดือด

2. ประเมินความสัมพันธ์ (Evaluating) เป็นการให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูลหรือประเมินความสัมพันธ์ของข้อมูลว่าอะไรที่ไม่ถูกต้อง โดยครูจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลและออกแบบการทดลองใหม่

3. ปรับปรุงความสัมพันธ์ (Modifying) เป็นการปรับปรุงความสัมพันธ์ที่ได้จากการประเมินเพื่อให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ และสามารถแก้ปัญหาใหม่ได้

Kenyon, Schwarz, & Hug (2008) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างแบบจำลอง นักเรียนจะสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตเห็น โดยครูจะต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงแบบจำลองความคิดที่นักเรียนมีอยู่จริง ๆ
2. ขั้นการทดสอบแบบจำลอง มีจุดประสงค์สำคัญคือ เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นในขั้นแรก มีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้ทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ ได้หรือไม่ ครูจะทำหน้าที่อธิบายและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ ว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นจะต้องมีหลักฐานและข้อมูลประกอบ ในการตรวจสอบความถูกต้อง
3. ขั้นการประเมินแบบจำลอง นักเรียนจะย้อนกลับมายังแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นแรก เพื่อประเมินแบบจำลองหลังจากที่ได้นำไปทดสอบแล้ว โดยครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแบบจำลอง เช่น ความชัดเจนถูกต้อง ความสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยสร้างขึ้นเป็นการวาดภาพ หรือการเขียนบรรยายก็ได้
4. ขั้นการตรวจสอบแบบจำลอง เปรียบเทียบกับแนวคิดอื่น ๆ นักเรียนจะต้องประเมินแบบจำลองอีกครั้งหนึ่ง โดยนักเรียนอาจจะต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้นหรือนักเรียนอาจจะศึกษาข้อมูลปรากฏการณ์
5. ขั้นการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนจะต้องกลับมาพิจารณาแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นแรก รวมทั้งประเมินแบบจำลองอีกครั้งหนึ่งหลังจากที่ได้รับข้อมูลเพิ่มเติมจากขั้นที่ 4 โดยนักเรียนจะเปรียบเทียบแบบจำลองของแต่ละกลุ่มที่สร้างขึ้น และรวบรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองมติของกลุ่ม (Consensus model) ของชั้นเรียน ซึ่งในระหว่างขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

6. ขั้นการนำแบบจำลองไปใช้ในการทำนายหรืออธิบาย นักเรียนจะนำแบบจำลองซึ่งเป็นมติของกลุ่มไปใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยครูจะต้องทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้แบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น

Hung et al. (2009) ได้ระบุองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองออกเป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเลือกแบบจำลอง (Model selection) โดยพิจารณาส่วนประกอบของระบบ ประเภทการอ้างอิง และความเหมาะสมสำหรับการสร้างแบบจำลอง
2. การสร้างแบบจำลอง (Model construction) ผ่านการคำนึงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรโมโนทัศน์และกฎ
3. การพิสูจน์ความถูกต้องแบบจำลอง (Model validation) ผ่านการคำนึงถึงความสอดคล้อง ความสมบูรณ์ และความเที่ยงของแบบจำลอง
4. การวิเคราะห์แบบจำลอง (Model analysis) ผ่านการคำนึงถึงประเด็นทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลที่สอดคล้องและตรงกัน
5. การนำแบบจำลองไปใช้ (Model application) โดยสามารถระบุข้อจำกัด ปัญหาที่เกิดขึ้น ขอบเขตของแบบจำลอง และแนวทางการแก้ไข

จากการศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์และสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จากแนวคิดของนักการศึกษา Gobert & Buckley (2002), Buckley et al. (2004), Khan (2007) และ Hung et al. (2009) เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของผู้วิจัย

Gobert and Buckley (2002)	Buckly et al. (2004)	Khan (2007)	Hung et al. (2009)	ผู้วิจัย
1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด	-	1. นักเรียนสร้าง ความสัมพันธ์	1. การเลือกแบบจำลอง	1. ^{ขั้น} สร้างแบบจำลอง ทางความคิด
2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดหรือเนื้อหา	-	-	-	2. ^{ขั้น} ประเมินแนวคิด
3. นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง	1. นักเรียนสร้าง แบบจำลองจากความรู้ เดิมและข้อมูลใหม่	-	2. การสร้างแบบจำลอง	3. ^{ขั้น} สร้างแบบจำลอง
-	2. ทดสอบแบบจำลอง	2. ประเมิน ความสัมพันธ์	3. การพิสูจน์ความถูกต้อง ของแบบจำลอง	4. ^{ขั้น} ประเมินแบบจำลอง
-	3. ประเมินแบบจำลอง	3. ปรับปรุง ความสัมพันธ์	4. การวิเคราะห์แบบจำลอง	5. ^{ขั้น} ปรับปรุงและแก้ไข แบบจำลอง
4. นำแบบจำลองที่สร้างไปใช้และประเมิน	4. ปรับปรุงหรือสร้าง แบบจำลองใหม่	-	-	-
5. ขยายแบบจำลอง	-	-	5. การนำแบบจำลองไปใช้	-

จากตารางที่ 3 ผู้วิจัยได้สรุปสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สื่อ กิจกรรมประกอบการใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เพื่อให้ นักเรียน สร้างแบบจำลองทางความคิด ที่สามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยนักเรียนรวบรวม ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้น ๆ เข้าด้วยกัน
2. ขั้นประเมินแนวคิด เป็นขั้นการเรียนรู้บทเรียน ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการ สร้างแบบจำลองและประเมินความคิดของนักเรียน นักเรียนออกแบบแบบจำลองทางความคิดของ ตนเองโดยการวาดภาพ จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลองต่อไป
3. ขั้นสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จาก ความรู้ที่ตนเองได้ศึกษาให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดไว้ในเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรม พร้อมทั้งอธิบายถึงแบบจำลองทางความคิดที่ตนเองได้สร้างขึ้น ว่ามีแนวคิดอย่างไร สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ที่กำหนดอย่างไร
4. ขั้นประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเอง จากนั้นครูและ นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมใน ส่วนที่เป็นรายละเอียดของแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองของนักเรียนสมบูรณ์มากขึ้น
5. ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองที่ได้ จากการอภิปราย เมื่อผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายข้อมูลจาก แบบจำลองของตนเองได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

พรณวิไล ชมชิด (2552, หน้า 34) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดย ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในฐานะผู้อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศให้เกิดการคิด เพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน แต่ละบุคคล และการแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อให้เกิดแบบจำลองทางความคิดของกลุ่ม
2. แนะนำเกี่ยวกับทักษะการใช้แบบจำลองต่าง ๆ (modeling skills) เพื่อให้ นักเรียนรู้จักแบบจำลองที่หลากหลาย และเลือกใช้แบบจำลองที่สามารถอธิบายความคิด ได้ชัดเจน ที่สุด รวมทั้งชี้แนะให้นักเรียนได้นำเสนอ อภิปราย เปรียบเทียบ และวิพากษ์แบบจำลองนั้น ๆ
3. ชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงธรรมชาติของแบบจำลองว่ามีข้อจำกัด เนื่องจาก แบบจำลองไม่ใช่ของจริง และไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ทั้งหมด ดังนั้นครูต้องให้

นักเรียนหาข้อสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น และให้นักเรียนหาข้อจำกัดที่แบบจำลองนั้น ๆ ไม่สามารถอธิบายได้

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2557) ได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังนี้

1. เริ่มต้นบทเรียนด้วยแนวคิดที่ง่ายและสร้างประเด็นปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและสะท้อนความคิดของตนเองออกมาและให้นักเรียนสื่อสารความเข้าใจของตนเองออกมาด้วยการวาดภาพหรือการพูด
2. ล้วงแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียน โดยใช้การสัมภาษณ์สั้น ๆ ใช้คำถาม หรือการสาธิตเหตุการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยแล้วอภิปรายเกี่ยวกับเหตุการณ์ดังกล่าว
3. ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนพัฒนาแบบจำลองแนวคิด โดยการถามนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ของแนวคิดหรือการวาดรูปเพื่อแสดงการเปรียบเทียบหรืออุปมาอุปมัย
4. ส่งเสริมให้นักเรียนปรับแบบจำลองแนวคิดให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น
5. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรแสดงความคิดเห็นและสาธิตการเรียนรู้ การแก้ปัญหาให้นักเรียนได้เห็น และสนับสนุนให้นักเรียนแสดงปัญหาในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น การเขียน วาดรูป การอธิบายหรือแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์
6. ให้นักเรียนแสดงบทบาทเป็นครู แสดงการสอนหรือถ่ายทอดแนวคิดให้เพื่อนร่วมชั้นได้เข้าใจและมีการเรียนรู้แบบร่วมมือ รวมถึงใช้วิธีการอ่าน เขียน อภิปราย และได้วาที เพื่อส่งเสริมความสนใจ เจตคติ และความเชื่อของนักเรียน
7. ถามนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า ใคร ทำอะไร เมื่อไหร่ ที่ไหน ทำไม และอย่างไร เพื่อให้นักเรียนอธิบายคำตอบทั้งที่ถูกและผิด พร้อมทั้งถามต่อไปว่าทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้นให้นักเรียนอธิบาย แบบจำลอง แนวคิดรวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และคำตอบด้วยภาษาของตนเอง
8. กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของเขาเองสร้างสมมติฐาน ค้นหาคำตอบ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง ให้นักเรียนเชื่อมโยงบทเรียนกับชีวิตประจำวัน

9. ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนประเมินแบบจำลอง

จากการศึกษาบทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ครูเป็นผู้สร้างบรรยากาศให้เกิดการเรียนรู้ ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองให้เป็นรูปธรรมมากที่สุด และนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Carter (1959) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการสะสมความรู้ ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าด้วยกัน

Good (1973) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณา จากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้ จากक्रमอบหมายงาน

Eyennek, Arnold and Mcili (1972) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่อาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการ กระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็น ความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจ ได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกตหรือการตรวจการบ้านหรือ ได้ใน รูปของเกรดในการเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลาานพอสมควร หรือได้ จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542, หน้า 20) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียนเป็นผลมาจากการเรียนการสอน วัดโดยใช้เครื่องมือวัดผล สัมฤทธิ์ทั่วไป

บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 150) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผล การเรียนที่ได้จากการทดสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 295) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือ กระทำได้เล็กน้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ทิสนา เขมมณี (2548) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึง ความรู้ การพัฒนาทักษะในด้านการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้ จากงานที่क्रमอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียน ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรม และสามารถวัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้ ว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นเพียงใด โดยวัดจากการทดสอบด้วยวิธีต่าง ๆ ตามความเหมาะสม เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ ซึ่งจากการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ทำให้ทราบได้ว่าผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนมากน้อยเพียงใด

องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการได้ยึดแนวทางของ Kolpfer (1971) ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์จากพฤติกรรม 4 ด้าน และมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำความรู้ที่ควรวัดและประเมินผลจำแนกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วจะได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ เป็นการนำความรู้ที่เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่

1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ เป็นหลักอ้างอิงซึ่งได้มาจากการนำมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์ ที่เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่มีการเกิดหมุนเวียนซ้ำ ๆ กันจนกลายเป็นวัฏจักรที่นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายถึงขั้นตอนของปรากฏการณ์เหล่านั้นได้

1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติต้องมีมาตรฐานสำหรับการแบ่งประเภท ซึ่งผู้ที่ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรจะรู้

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ข้อความที่ใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีอะตอม และทฤษฎีวิวัฒนาการ

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ความจำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา เมื่อผู้เรียนได้เรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งมา และเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก็สามารถอธิบายสิ่งนั้นได้

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์หลัก หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) จำแนกองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ หรือพฤติกรรมการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้และความคิด 2) ด้านทักษะการปฏิบัติ 3) ด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ 4) ด้านการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านความรู้และความคิด ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ความรู้ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงปลีกย่อยเฉพาะราย ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับเทอมข้อตกลงที่ใช้ในวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนและ แนวโน้ม ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภทและเกณฑ์ที่ใช้ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการที่ใช้ ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวคิดสำคัญ

1.2 ความเข้าใจ ได้แก่ ความสามารถในการอธิบายและยกตัวอย่างประกอบความสามารถ ในการแปลความหมายของความรู้จากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและ ความสามารถในการคง ความเข้าใจในความรู้ที่นั้น แม้จะถูกนำไปใช้ในเรื่องอื่นก็ตาม

1.3 ทักษะการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทักษะการคิด ได้แก่ ความสามารถในการมองเห็นปัญหา ความสามารถในการตั้งปัญหา ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อ

ความหมาย ทักษะการลงความเห็น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป ทักษะการพยากรณ์

1.4 การนำความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ การนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมาแล้ว แต่เปลี่ยนสถานการณ์ใหม่ในสาขาวิชา เดียวกันการ นำไปใช้แก้ปัญหาที่แปลกใหม่ในวิทยาศาสตร์ด้วยกันและในสาขาวิชาเดียวกัน การนำไปใช้แก้ปัญหาที่ แปลกใหม่ในวิทยาศาสตร์ด้วยกัน แต่ต่างสาขากัน และการนำ ไปใช้ แก้ปัญหานอกเหนือสาขา วิทยาศาสตร์

2. ด้านทักษะการปฏิบัติ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการติดตั้ง เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้เทคนิควิธีในการปฏิบัติการด้วยความปลอดภัย ทักษะการ ทดลอง และการนำทักษะการปฏิบัติไปใช้ในการแก้ปัญหา

3. ด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มีความสนใจการอ่านเรื่องราวทาง วิทยาศาสตร์ มีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีความชื่นชมยินดีในผลงาน วิทยาศาสตร์ และมีความ สนใจในการประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

3.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มีความอยากรู้อยากเห็น ชอบสงสัย และชอบ ชักถาม มีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรที่ไม่สมเหตุผล มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและ เปลี่ยนความคิด เมื่อมีหลักฐานอื่นดีกว่า มีความซื่อตรง ยึดความถูกต้องตามความเป็นจริงเป็นหลักมี ความพยายาม และความอดทนในการค้นหาคำตอบ มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนที่จะตัดสินใจ ลงข้อสรุปใดๆ ไม่โอ้อวดและไม่เชื่อสิ่งที่อยู่เหนือธรรมชาติ

4. ด้านการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ (ธรรมชาติ ข้อจำกัด และผลกระทบของ วิทยาศาสตร์) ได้แก่ การยอมรับในหลักความจริงพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติ และความสัมพันธ์ ของความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ การยอมรับความรู้วิทยาศาสตร์โดยลำดับ นั้น เป็นผลของการสืบต่อความรู้ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน การยอมรับในข้อจำกัดและขอบเขต ของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อมวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

Bloom (1956) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ทางด้านสติปัญญาและสมอง ประกอบด้วยพฤติกรรม 6 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยตรงในขั้นนี้ รวมถึงการระลึกข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

1.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรือ อาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการ ท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

1.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไป ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ ในขั้นนี้ ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

1.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็น องค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้ จึงรวมถึง การแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นตลอดจนหลัก สำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจเนื้อหา และ โครงสร้างของบทเรียน

1.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกัน เป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การ แก้ปัญหาที่ยากการเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิด หรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

1.6 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บน เกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การ เรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

2. ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและ พัฒนาการในด้านความสนใจคุณค่าความซาบซึ้งและเจตคติต่าง ๆ ของนักเรียน

3. ด้านการปฏิบัติการ (Psycho - motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนา ทักษะในการปฏิบัติและการดำเนินการ เช่น การทดลอง

จากการศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกองค์ประกอบเชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) ตามแนวทางของ Bloom (1956) มาเป็นเป้าหมายในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ ทั้งนี้ เพราะเป็นระดับพฤติกรรมที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวชี้วัดและระดับพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, หน้า 171-177) ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมตรงไหนจะได้สอนเสริมหรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูผู้สอนวิชานั้น แต่ก้ผ่านการทดลองคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนเรื่องใด ๆ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนใดนำไปใช้ ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ บอกวิธีและขั้นตอนการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) แบ่งประเภทของแบบสอบที่ครูสร้างขึ้นเองและนิยมใช้ ประกอบด้วย 6 แบบดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบถูกผิด เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์ และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ข้อสอบประเภทนี้มีความคล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบ

ที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุด เพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันคุณผิด ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลในการเรียนและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัด หรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความสามารถตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ เป็นหัวใจของแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมาย แสดงสถานภาพ ความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว อินดีสุข (2548) ได้เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการสอบ คือ แบบทดสอบปรนัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิสัย แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. แบบถูก-ผิด (True-false) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบว่า ข้อความที่กำหนดให้ นั้นถูกหรือผิด แบบทดสอบแบบนี้มักไม่นิยมใช้ เพราะนักเรียนมีทางเลือกได้เพียง 2 ทางเท่านั้น คือ

ถูกหรือผิด ทำให้นักเรียนมีโอกาสเดา ถูกได้ง่ายแบบทดสอบนี้ยังยากแก่การปรับปรุงให้มีคุณภาพสูงขึ้นได้ และการถามวัดสมรรถภาพสมองได้ไม่ลึกซึ่งตามหลักสูตรต้องการ

2. แบบจับคู่ (Matching) แบบนี้กำหนดข้อความไว้ 2 ตอน ให้มีความสัมพันธ์กันแล้วให้นักเรียนจับคู่ในความสัมพันธ์นั้นๆ แบบทดสอบนี้ยังนับว่าพอใช้ได้ เพราะตัวเลือกมีหลายตัวเดาถูกได้ ยากอีก และถ้าจะนำมาใช้สอบวัดให้ผลดี ควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

2.1 ตัวคำถามกับคำตอบที่จะเข้าคู่กันนั้นกะทัดรัดดีหรือยัง คือ เมื่อนำมาต่อกันแล้วอ่านได้ความชัดเจนเหมาะสม

2.2 เรื่องราวที่เอามาถามควรเป็นเรื่องเดียวกัน

2.3 แต่ละชุดควรมีคำถามระหว่าง 5 ถึง 8 ข้อ ถ้ามากเกินไปนั้นนักเรียนจะสับสน

2.4 มีตัวที่จะใช้เป็นตัวคำตอบมากกว่าตัวคำถาม 2-3 ตัว

2.5 ถ้าต้องการให้นักเรียนใช้คำตอบข้อกันได้ ต้องบอกไว้ชัดเจน

3. แบบเติมคำหรือความให้สมบูรณ์ (Completion type) แบบทดสอบแบบนี้จะเว้นข้อความสำคัญของประโยคนั้นไว้แล้วให้ผู้ตอบหามาเติมให้สมบูรณ์

4. แบบเลือกตอบ (Multiple choice) เป็นแบบที่มีคำถามแล้วมีคำตอบให้เลือก 3-4 ตัว โดยให้เลือกคำตอบตัวที่ถูกต้องที่สุดกว่าตัวอื่นเพียงคำตอบเดียว ส่วนอีก 3-4 ตัวนั้นก็เป็นตัวลวงไปแบบทดสอบนี้ปัจจุบันถือว่าเป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมที่สุด เพราะออกสอบวัดได้ครอบคลุมหลักสูตรและยังสามารถนำมาคำนวณค่าของความยากง่าย ค่าของความเชื่อมั่น ค่าของความเที่ยงตรงเพื่อหาทางปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นได้อีกด้วย

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปว่า การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย ได้แก่ แบบอัตนัย แบบถูกผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้น แบบจับคู่และแบบเลือกตอบ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มี 4 ตัวเลือก เหตุผลเพราะว่าสามารถออกข้อสอบที่วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ และเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Lehrer et M. (2000) ให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการแสดงผลหรือข้อโต้แย้ง เพื่อใช้อธิบายและสื่อสารปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Cartier, Rudolph, and Stewart (2001) ให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มของแนวคิดที่ใช้สำหรับอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยแบบจำลองอาจเป็นผลลัพธ์จากการศึกษาวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์หรือเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนการศึกษาวิจัยในอนาคต

Gilbert (2005) ได้ให้ความหมายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในโลก แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองแนวคิด (Conceptual model) สามารถแสดงออกมาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไดอะแกรม แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยครูจะนำเสนอแบบจำลองแนวคิดให้กับนักเรียนเพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ง่ายขึ้น แต่ยังคงความหมายและความเข้าใจเช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใจ

Windschitl et al. (2008) ให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งแทน โครงสร้างทางทฤษฎีที่สะท้อนกระบวนการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์

Schwarz (2009) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ เครื่องมือสำหรับรวบรวมหรือแสดงลักษณะทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลเชิงประจักษ์ในรูปแบบที่สามารถใช้เพื่อแสดงอธิบาย หรือทำนายวัตถุหรือปรากฏการณ์

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารัตน์ สุวรรณรุ่ง (2557) ได้ให้ความหมายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนของแนวคิด เหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่มีความถูกต้องและสมบูรณ์จนได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

จากการศึกษาความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือหรือสิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ ในการสร้างความหมายของกระบวนการทางความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ประเภทของแบบจำลอง

Frigg & Hartmann (2006) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. แบบจำลองวัตถุ (Physical object) เป็นแบบจำลองที่เป็นวัสดุ เช่น แบบจำลองเรือ แบบจำลอง DNA ของวัดสันและคริกส์ แบบจำลองอวัยวะภายในต่าง ๆ
2. แบบจำลองประดิษฐ์ (Fictional objects) เป็นแบบจำลองที่แสดงให้เห็นหน้าที่การทำงาน เน้นให้เห็นลักษณะกลไกการทำงาน of แบบจำลอง

3. แบบจำลองโครงสร้างทฤษฎี (Set-theoretic structures) เป็นแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ของทฤษฎี เช่น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4. แบบจำลองพรรณนา (Descriptions) เป็นแบบจำลองที่นำเสนอรายละเอียดความสัมพันธ์ภายในระบบ เป็นการอธิบายแบบจำลอง เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ อธิบายได้ว่าประกอบด้วย การโคจรเป็นรูปวงรีของดาวเคราะห์ไปรอบดวงอาทิตย์

5. แบบจำลองสมการ (Equations) เป็นสมการในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Gilbert (2005) กล่าวว่า แบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 8 ประเภท โดยใช้ลักษณะของแบบจำลองเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. แบบจำลองทางความคิด (mental model) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific models) หรือแบบจำลองแนวคิด (conceptual model) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สามารถแสดงออกมาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไดอะแกรม แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือสมการ

3. แบบจำลองประวัติศาสตร์ (historical models) เป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ในอดีต เช่น แบบจำลองอะตอมของโบร์ เป็นต้น

4. แบบจำลองที่แสดงออก (expressed models) เป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ ทำให้แบบจำลองทางความคิดชัดเจนมากขึ้น จำแนกเป็น 5 ลักษณะ คือ

4.1 แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม (concrete model) เป็นแบบจำลองที่สร้างจากวัสดุที่คงทน สร้างเป็นสามมิติ เช่น แบบจำลองร่างกายมนุษย์

4.2 แบบจำลองที่เป็นคำพูด (verbal model) เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับข้อความรู้หรือความสัมพันธ์ของข้อความรู้กับลักษณะที่แสดงออก เช่น นิยามศัพท์ต่าง ๆ

4.3 แบบจำลองที่เป็นสัญลักษณ์ (symbolic model) เป็นแบบจำลองในรูปสัญลักษณ์ที่เข้าใจง่าย เช่น สัญลักษณ์ของธาตุ สูตรเคมี เป็นต้น

4.4 แบบจำลองภาพ (virtual model) เป็นแบบจำลองที่เป็นภาพต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนผัง รูปภาพ

4.5 แบบจำลองที่เป็นลักษณะท่าทาง (gesture model) เป็นการไ้การเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

5. แบบจำลองมติของกลุ่ม (consensus models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้ศึกษาเรื่องนั้น ๆ เช่น แบบจำลองที่ได้จากการลงมติของผู้เรียนในชั้นเรียน

6. แบบจำลองหลักสูตร (curricular models) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

7. แบบจำลองการสอน (teaching models) เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแบบจำลองหลักสูตรมากขึ้น เช่น การอุปมา อุปมัย

8. แบบจำลองผสม (hybrid models) เป็นแบบจำลองที่เกิดจากการใช้ลักษณะของแบบจำลองหลาย ๆ ประเภทร่วมกัน

Dolin (2002; อ้างถึงใน Guttersrud, 2007) ได้ระบุประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการแสดงความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ โดยแบ่งตามลักษณะการเป็นตัวแทนไว้ 5 แบบ ดังนี้

1. แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด (Pictorial Representation) คือ การแสดงความเข้าใจในลักษณะของภาพวาด สัญลักษณ์ แผนผัง หรือรูป

2. แบบจำลองที่นำเสนอการทดลอง (Experimental Representation) คือ การแสดงขั้นตอนการทดลองด้วยการวาดภาพ วัสดุอุปกรณ์ พร้อมทั้งสัญลักษณ์และข้อความ

3. แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก (Graphical Representation) คือ การแสดงความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในลักษณะของตาราง แผนภูมิแท่ง และกราฟที่เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

4. แบบจำลองที่แสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation) คือ การแสดงความเข้าใจในลักษณะของสมการ ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรและค่าคงที่ทางคณิตศาสตร์

5. แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์ (Conceptual Representation) คือ การแสดงความเข้าใจในลักษณะการเขียนบรรยาย หรือพูด โดยสรุปเป็นมโนทัศน์จากผลการสำรวจตรวจสอบ หรือข้อมูลจากการทดลอง

Omek (2008) กล่าวถึงแบบจำลองที่ใช้ศึกษาวิทยาศาสตร์ แบ่งตามประเภทของแบบจำลองเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองทางความคิด (Mental models) เป็นตัวแทนของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในความคิดของบุคคล เมื่อบุคคลได้รับและสร้างกรอบแนวคิดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและเป็นตัวแทนอย่างง่ายของปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

2. แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual models) เป็นตัวแทนภายนอกของวัตถุ ปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยครู หรือนักวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจสถานการณ์ของโลก และมีการแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของคนในสังคม

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

2.2 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer models) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งพยายามจำลองพฤติกรรมของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่สร้างขึ้น โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การแก้ปัญหา สามารถทำนายระบบที่ซับซ้อนจากตัวแปร และเงื่อนไขเบื้องต้นได้ เช่น รูปภาพสองมิติ ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ กราฟ เวกเตอร์และตัวเลข เป็นต้น

2.3 แบบจำลองทางกายภาพ (Physical models) เป็นแบบจำลองของสถานการณ์จริงที่สามารถจับต้องได้โดยการถือ หรือการสัมผัส เช่น แบบจำลองรถยนต์ แบบจำลองระบบสุริยะจักรวาล

จากการศึกษาประเภทของแบบจำลอง จะเห็นได้ว่าแบบจำลองนั้นมีหลายประเภท การนำเอาแบบจำลองมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะประเภทของแบบจำลอง ข้อจำกัดที่สำคัญของแบบจำลอง ความสามารถและช่วงวัยของผู้เรียน ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประเภทแบบจำลองทางความคิดที่มุ่งมั่นให้ผู้เรียนได้ฝึกการสร้างแบบจำลองเฉพาะจากความคิดของตนเอง เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Hung & Lin (2009) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองนั้นแบ่งตามลำดับขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองซึ่งประกอบด้วย 5 ลักษณะ รายละเอียดดังนี้

1. การเลือกแบบจำลอง (Model selection) โดยจะพิจารณาส่วนประกอบของแบบจำลอง และความเหมาะสมเพื่อสร้างแบบจำลอง
2. การสร้างแบบจำลอง (Model construction) โดยจะคำนึงถึงความประสานกันระหว่างตัวแปร มโนทัศน์ และกฎ
3. การพิสูจน์ความถูกต้องแบบจำลอง (Model validation) โดยจะคำนึงถึงความสอดคล้อง ความถูกต้องของแบบจำลอง
4. การวิเคราะห์แบบจำลอง (Model analysis) โดยจะคำนึงประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่เกิดการให้ผลที่สอดคล้องกันและตรงกัน

5. การนำแบบจำลองไปใช้ (Model application) โดยจะระบุแนวทางการนำแบบจำลองไปใช้ และระบุข้อจำกัดของการใช้แบบจำลอง

Schwarz et al. (2009) กล่าวว่าความสามารถในการสร้างแบบจำลองเป็นการนำความรู้มาสร้างแบบจำลองเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการสร้างแบบจำลอง รายละเอียดดังนี้

- 1.1 สร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานและทฤษฎี เพื่อที่จะสามารถยกตัวอย่างในการอธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 1.2 ใช้แบบจำลองเพื่อใช้ในการยกตัวอย่าง อธิบายและทำการทำนายปรากฏการณ์
- 1.3 เปรียบเทียบและประเมินความสามารถของการสร้างแบบจำลองที่ต่างกันเพื่อสามารถอธิบาย และแสดงแบบแผนของปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง และสามารถทำนายปรากฏการณ์ใหม่
- 1.4 ปรับปรุงแบบจำลองเพื่อที่จะเพิ่มความสามารถของการทำนายและการอธิบาย ซึ่งพิจารณาหลักฐานหรือลักษณะของปรากฏการณ์ที่เพิ่มเติมขึ้น

2. ความรู้ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วยความเข้าใจในวัตถุประสงค์ ธรรมชาติของแบบจำลอง เกณฑ์ของการประเมิน และการปรับปรุงแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง

2.1.1 แบบจำลองเป็นเครื่องมือของการสร้างความเข้าใจเพื่อที่จะสามารถสร้างความรู้

2.1.2 แบบจำลองเป็นเครื่องมือสื่อสารเพื่อใช้ในการถ่ายทอดความเข้าใจและความรู้

2.1.3 แบบจำลองสามารถใช้เพื่อพัฒนาความเข้าใจใหม่ ๆ หรือการทำนายลักษณะใหม่ ๆ ของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2.1.4 แบบจำลองถูกใช้ในการยกตัวอย่าง อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์

2.2 ธรรมชาติของแบบจำลอง

2.2.1 แบบจำลองสามารถแทนสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นและไม่สามารถเข้าถึง

2.2.2 แบบจำลองที่แตกต่างกันสามารถให้ประโยชน์ที่แตกต่าง

2.2.3 แบบจำลองเป็นตัวแทนของสิ่งที่มีข้อจำกัดในปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.2.4 แบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงเพื่อสามารถสะท้อนในการเกิดความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.2.5 แบบจำลองมิได้หลากหลายรูปแบบ เช่น แผนภาพสองมิติ วัสดุสามมิติ สถานการณ์จำลอง ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น

2.3 เกณฑ์การประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง

2.3.1 แบบจำลองจำเป็นต้องยึดอยู่บนหลักฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.3.2 แบบจำลองจำเป็นต้องรวมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์และสรุปความหมายของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการนำความรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด มาสร้างเครื่องมือหรือสิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ในการสร้างความหมายของกระบวนการทางความคิด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษา และสามารถนำความรู้หรือข้อมูลนั้น มาอธิบายปรากฏการณ์ในการสร้างความเข้าใจในแบบจำลองได้

การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษากำหนดประเภทการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. การวัดและประเมิน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน มีวิธีการวัดและเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

Bamberger and Davis (2013) ทำการวัดและประเมินแบบจำลองเชิงภาษาและแบบจำลองเชิงภาพร่วมกันจากการให้นักเรียนวาดแบบจำลองเรื่อง กลิ่น การระเหย และแรงเสียดทาน จากนั้นแบ่งองค์ประกอบของการประเมินเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) การอธิบาย 2) การเปรียบเทียบ 3) ความเป็นนามธรรม และ 4) การระบุองค์ประกอบของแบบจำลอง โดยมีข้อคำถาม และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแบบจำลองแสดงในตารางที่ 4 และตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนแสดงในภาพที่ 3 ดังนี้

ข้อคำถาม

1. บิลล์และชอว์นารู้สึกประหลาดใจเมื่อพวกเขาพบว่ากลิ่นจางหายไปในสภาพอากาศที่เย็น ได้เร็วกว่าสภาพอากาศที่ร้อน พวกเขาจึงทำการทดลองให้สภาพห้องมีอุณหภูมิที่ต่ำ (50 °F) และวัดเวลาที่กลิ่นจางหายไปหลังจากเสียบปลั๊กเครื่องดับกลิ่น วันต่อมาพวกเขาทำการทดลองในห้องเดียวกัน แต่ทำในสภาพอากาศที่อุณหภูมิสูง (85 °F) และวัดเวลาที่กลิ่นจางหายไปหลังจากเสียบปลั๊กเครื่องดับกลิ่นเช่นเดิม ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ก. นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการทดลองของบิลล์และชอว์นน่าคือข้อใด ให้นักเรียนวงกลมข้อที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่กำหนดให้

1. กลิ่นหายไปในเวลาเดียวกันทั้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง
2. กลิ่นหายไปได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 85 F
3. กลิ่นหายไปได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 50 °F

ข. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองที่ช่วยอธิบายตัวเลือกในข้อ ก. (แบบจำลองที่นักเรียนสร้างควรแสดงว่าทำไมกลิ่นที่อุณหภูมิหนึ่งเร็วกว่าอีกอุณหภูมิหนึ่ง)



ตารางที่ 4 ตัวอย่างเกณฑ์ที่ใช้ประเมินแบบจำลองเชิงภาษาและเชิงภาพ
(Bamberger & Davis, 2013)

ระดับ	คำอธิบาย	การเปรียบเทียบ	ความเป็นนามธรรม	การระบุ
1	แบบจำลองไม่มี การเปลี่ยนแปลง โดยมีการอธิบาย สิ่งที่เกิดขึ้นก่อน และหลัง แต่ไม่มี การอธิบาย กระบวนการ	ไม่มีการ เปรียบเทียบ แบบจำลอง มีการ อธิบายเฉพาะ สถานการณ์เดียว	มีเฉพาะ องค์ประกอบที่ สามารถมองเห็นได้ เช่น เครื่องดับกลิ่น หรือบุคคล	ไม่มีการระบุ คำสำคัญ
2	แบบจำลองที่ อธิบายว่าสิ่งที่ เกิดขึ้นเกิดผ่าน กระบวนการที่ นำไปสู่ผลลัพธ์ แต่ไม่มีการอธิบาย เหตุผล	มีการเปรียบเทียบ แบบจำลองที่ อธิบายเพียง สถานการณ์เดียว แต่มีคำศัพท์ที่ใช้ ในการเปรียบเทียบ เช่น เร็วกว่า ช้ากว่า	มีองค์ประกอบที่ไม่ สามารถมองเห็นได้ เช่น คลื่น การ เคลื่อนที่ของ โมเลกุล	มีการระบุ องค์ประกอบ ของแบบจำลอง บางส่วน
3	แบบจำลองที่ อธิบายว่าสิ่งที่ เกิดขึ้นเกิดผ่าน กระบวนการ รวมถึงเหตุผล สำหรับการเกิด ผลลัพธ์ โดยมีการ อธิบายผลลัพธ์ที่ เกิดขึ้นทั้ง 2 อุณหภูมิ	มีการเปรียบเทียบ แบบจำลองในการ อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ทั้งสอง สถานการณ์	มีองค์ประกอบที่ ไม่สามารถมองเห็น ได้มีการแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างแต่ละ องค์ประกอบ	มีการระบุ องค์ประกอบ ของแบบจำลอง ของนักเรียน ทั้งหมด



ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนจากงานวิจัยของ (Bamberger & Davis, 2013)

จากแผนภาพนักเรียนได้คะแนนเป็นดังนี้ 1) คำอธิบายเท่ากับ 2 คะแนน เนื่องจากการแสดงกระบวนการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ โดยใช้ลูกศร แต่ไม่มีการแสดงกลไก 2) การเปรียบเทียบเท่ากับ 2 คะแนน เนื่องจากแบบจำลองแสดงที่สถานะอุณหภูมิเดียว แต่มีการใช้คำศัพท์ว่า “ช้า” แสดงการ เปรียบเทียบ 3) ความเป็นนามธรรมเท่ากับ 2 คะแนน เนื่องจากการเคลื่อนที่ของกลิ้งซึ่ง เป็นองค์ประกอบที่เป็นนามธรรม และ 4) การระบุองค์ประกอบของแบบจำลองเท่ากับ 2 คะแนน เนื่องจากไม่มีข้อความระบุกลิ้งและลูกศร แต่มีข้อความระบุอุณหภูมิ ประตู เครื่องดับกลิ้งและนักเรียน 2 คนที่ทำการทดลอง

Schwarz et al. (2009) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ด้าน คือ (1) ด้านการสร้างและการใช้แบบจำลอง (2) ด้านการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงแบบจำลอง โดยมีตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 5 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางด้านวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างและการใช้แบบจำลอง (Schwarz, 2009)

ระดับ	ความสามารถ
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อช่วยในการคิดด้วยตนเอง ➤ นักเรียนพิจารณาว่าโลกประพาศติสอดคล้องกับแบบจำลองที่หลากหลาย ➤ นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อก่อให้เกิดคำถามใหม่ ๆ เกี่ยวกับพฤติกรรมหรือการมีอยู่ของปรากฏการณ์ธรรมชาติ
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองที่หลากหลายเพื่ออธิบายและทำนายลักษณะของกลุ่มปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ➤ นักเรียนมองแบบจำลองในฐานะที่เป็นเครื่องมือที่สามารถสนับสนุนความคิดของตนเองเกี่ยวกับการมีอยู่ของปรากฏการณ์ธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติใหม่ ➤ นักเรียนวิเคราะห์ประโยชน์ที่แตกต่างจากการพิจารณาตัวเลือกในการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายและทำนายแบบจำลองในลักษณะที่หลากหลาย
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อที่จะอธิบายและยกตัวอย่างว่าปรากฏการณ์เกิดขึ้นได้อย่างไร รวมทั้งแบบจำลองมีความสอดคล้องกับหลักฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ๆ ➤ นักเรียนมองแบบจำลองเป็นการสื่อสารความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติมากกว่าเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนแนวคิดของเขาอย่างเดียว
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองที่แสดงตัวอย่างของปรากฏการณ์เดียว ๆ ➤ นักเรียนไม่สามารถมองแบบจำลองในฐานะที่เป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดความรู้ใหม่ แต่มองแบบจำลองว่าเป็นวิธีในการแสดงให้ผู้อื่นเห็นว่าปรากฏการณ์เป็นอย่างไร

ตารางที่ 6 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองทางด้านวิทยาศาสตร์
ด้านการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงแบบจำลอง (Schwarz, 2009)

ระดับ	ความสามารถ
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนมองว่าการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลองทำให้การอธิบายดีขึ้นมากกว่าก่อนที่จะได้รับหลักฐานที่สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงนี้ การเปลี่ยนแปลงแบบจำลองนี้ถูกมองว่าเป็นไปเพื่อพัฒนาคำถามที่สามารถถูกทดสอบกับหลักฐานจากปรากฏการณ์ ➤ นักเรียนประเมินแบบจำลองที่สมบูรณ์เพื่อที่จะรวมลักษณะของแบบจำลอง เพื่อให้การทำนายและการอธิบายดีขึ้น
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้รับปรากฏมากขึ้น และเพื่อปรับปรุงความคิดเกี่ยวกับกลไกในแบบจำลอง ดังนั้นแบบจำลองถูกปรับปรุงเพื่อพัฒนาการอธิบาย ➤ นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองและเห็นองค์ประกอบที่แตกต่างหรือความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับหลักฐานที่สมบูรณ์มากขึ้นและให้คำอธิบายของปรากฏการณ์ในเชิงกลไกมากขึ้น
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองบนพื้นฐานของข้อมูลจากครู ตำราเรียน หรือเพื่อน ๆ มากกว่าหลักฐานที่รวบรวมมาจากปรากฏการณ์หรือการอธิบายกลไกใหม่ ๆ ➤ นักเรียนเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับปรุงรายละเอียด ความชัดเจน และเพิ่มข้อมูลใหม่ โดยไม่ได้คำนึงถึงการอธิบายของแบบจำลอง หรือความสอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ นักเรียนไม่ได้คาดหวังว่าแบบจำลองจะเปลี่ยนความเข้าใจใหม่ โคนสนใจแบบจำลองในแง่ความสมบูรณ์ของคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด แต่ไม่มองว่าแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ➤ นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อให้ใช้ได้ง่าย

อารยา ควัฒน์กุล (2558) ได้เสนอวิธีการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสร้างแบบวัดที่สร้างจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นและพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และตอบคำถามแบบวัด แบบอัตนัย โดยจะมีคำตอบ 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่สร้างแบบจำลองด้วยการวาดภาพสองมิติ 2) ส่วนที่เป็นการอธิบายด้วยข้อความหรือโครงสร้างเคมี ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

3. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้

น้ำมันประเภทไม่อิ่มตัวจะเกิดอนุมูลอิสระได้มาก เนื่องจากมีพันธะคู่จึงเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย ดังนั้นในการปรุงอาหารที่มีการให้ความร้อนนาน ๆ เช่น การทอด จึงควรใช้น้ำมันประเภทอิ่มตัว เพราะจะเกิดอนุมูลอิสระได้ยากกว่า แต่ถ้าให้ความร้อนไม่นาน เช่น การผัด สามารถใช้น้ำมันแบบไม่อิ่มตัวได้

จากข้อความข้างต้น ให้นักเรียนเขียน โครงสร้างของน้ำมันที่เหมาะสมกับการปรุงอาหารด้วยการทอดและการผัด โดยให้นักเรียนสมมติหมู่แอลคิล (R) ในโครงสร้างของน้ำมันขึ้นเองให้เหมาะสม

โครงสร้างของน้ำมันที่เหมาะสมกับการปรุงอาหารด้วยการทอด

โครงสร้างของน้ำมันที่เหมาะสมกับการปรุงอาหารด้วยการผัด

ตารางที่ 7 ตัวอย่างรายการเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (อารยา ควัฒน์กุล, 2558)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)
1. ความถูกต้องของมโนทัศน์	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
2. อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนและชัดเจน	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนแต่ไม่ชัดเจน	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจน

สิทธิโชค เอี่ยมบุญ (2563) ได้เสนอวิธีการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลองทางความคิด 2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลสามมิติจาก 3D Printer 3) การอธิบายแบบจำลองด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การประเมินในแต่ละส่วนออกเป็น 4 ระดับคือ ดีมาก (3) ดี (2) พอใช้ (1) และปรับปรุง (0) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตัวอย่างรายการเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (สิทธิโชค เอี่ยมบุญ, 2563)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
1. การสร้างแบบจำลองทางความคิด	เขียนแบบจำลองโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ รวมทั้งระบุตำแหน่งอะตอมของธาตุแต่ละชนิดในโครงสร้างได้ ถูกต้องครบถ้วน	เขียนแบบจำลองโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ รวมทั้งระบุตำแหน่งอะตอมของธาตุแต่ละชนิดในโครงสร้าง ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	เขียนแบบจำลองโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์รวมทั้งระบุตำแหน่งอะตอมของธาตุแต่ละชนิดในโครงสร้างได้ ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน	ไม่มีการเขียนแบบจำลองทางความคิด หรือเขียนแบบจำลองแต่ไม่ได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์
2. การสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลสามมิติจาก 3D Printer	สร้างแบบจำลองและตำแหน่งของอะตอมแต่ละธาตุในโครงสร้างได้ ถูกต้องครบถ้วน	สร้างแบบจำลองและตำแหน่งของอะตอมแต่ละธาตุในโครงสร้างได้ ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	สร้างแบบจำลองและตำแหน่งของอะตอมแต่ละธาตุในโครงสร้างได้ ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน	ไม่มีการสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและตำแหน่งของอะตอมแต่ละธาตุ
3. การอธิบายแบบจำลองด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์	อธิบายแบบจำลองแสดงโครงสร้าง ตามหลักการเขียนโครงสร้าง เคมีอินทรีย์ ได้ถูกหลักการ แต่ไม่ครบถ้วนและครบถ้วน	อธิบายแบบจำลองแสดงโครงสร้าง ตามหลักการเขียนโครงสร้าง เคมีอินทรีย์ ได้ถูกหลักการ แต่ไม่ครบถ้วน	อธิบายแบบจำลองแสดงโครงสร้าง ตามหลักการเขียนโครงสร้าง เคมีอินทรีย์ ไม่ถูกหลักการและไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถอธิบายแบบจำลองแสดงโครงสร้างตามหลักการเขียนโครงสร้าง

หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล (2559) กล่าวว่าองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบคือ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การใช้แบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การปรับปรุงแบบจำลอง โดยใช้การประเมินการปฏิบัติและผลงานนักเรียนจากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองตามแนวทางการประเมินของ Schwarz et al. (2009) โดยแบ่งระดับการประเมินเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) และควรปรับปรุง (1) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล, 2559)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง
1. การสร้างแบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสร้างแบบจำลองที่แสดงการเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุม นักเรียนสร้างแบบจำลองและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องทั้งหมด 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงการเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุม นักเรียนสร้างแบบจำลองและองค์ประกอบของแบบจำลองส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์โดยแสดงองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปรากฏการณ์แต่ไม่ครอบคลุมทุกองค์ประกอบ นักเรียนสร้างแบบจำลองและองค์ประกอบของแบบจำลองบางส่วนได้ถูกต้องเพียงบางส่วน 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ในระดับเบื้องต้นองค์ประกอบที่ใช้แทนปรากฏการณ์ส่วนใหญ่ขาดหายไป นักเรียนสร้างแบบจำลองและองค์ประกอบของแบบจำลองไม่สามารถสร้างแบบจำลองได้

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง
2. การใช้ แบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนเลือกใช้ประเภทของแบบจำลองได้ตรงตามแบบจำลองที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้ถูกต้องทั้งหมด 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนเลือกใช้ประเภทของแบบจำลองที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ (ร้อยละ 60 ขึ้นไป) 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนเลือกใช้ประเภทของแบบจำลองที่ได้ไม่ตรงตามแบบจำลองที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ถูกต้องบางส่วน (ร้อยละ 30-50) 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนเลือกใช้ประเภทของแบบจำลองที่ได้ไม่ตรงตามแบบจำลองที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ไม่ถูกต้อง (ต่ำกว่าร้อยละ 30)

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง
3. การ ประเมิน แบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นกับแบบจำลองที่ครูหรือเพื่อนนำเสนอได้ นักเรียนสามารถตัดสินใจว่าแบบจำลองใดสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่าและดีกว่าแบบจำลองอื่นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นกับแบบจำลองที่ครูหรือเพื่อนนำเสนอได้ นักเรียนสามารถตัดสินใจว่าแบบจำลองใดสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่า แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าดีกว่าแบบจำลองอื่นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถเปรียบเทียบแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นกับแบบจำลองที่ครูหรือเพื่อนนำเสนอได้ แต่ไม่สามารถระบุข้อดี - ข้อจำกัดของแบบจำลองได้ นักเรียนไม่สามารถตัดสินใจว่าแบบจำลองใดสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่า 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนไม่สามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นกับแบบจำลองที่ครูหรือเพื่อนสร้างขึ้นได้ นักเรียนไม่สามารถตัดสินใจว่าแบบจำลองใดสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่า

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง
4. การ ปรับปรุง แบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนมีการปรับปรุงแบบจำลอง นักเรียนแสดงรายละเอียดที่แสดงถึงความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น ทำให้แบบจำลองแสดงการเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ได้อย่างครอบคลุม 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนมีการปรับปรุงแบบจำลอง นักเรียนแสดงรายละเอียดที่แสดงถึงความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นแต่แบบจำลองยังแสดงการเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ไม่ครอบคลุม 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนมีการปรับปรุงแบบจำลอง แต่ไม่แสดงรายละเอียดถึงความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนไม่มีปรับปรุงแบบจำลอง

2. การวัดและประเมิน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ แบบสัมภาษณ์ที่ใช้จะเน้นไปที่ความรู้เชิงอภิमानในการสร้างแบบจำลอง (Meta-modeling knowledge) โดยงานวิจัยของ Grosslight, Unger, Jay, and Smith (1991) ใช้แบบสัมภาษณ์เพื่อสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และการได้มาซึ่งความรู้ โดยมีการระบุระดับพื้นฐานของการคิดเกี่ยวกับ แบบจำลองออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 แบบจำลองได้รับกระตุ้นในลักษณะของการจำลองหรือการทำซ้ำให้ง่ายขึ้นจากปรากฏการณ์ที่เป็นจริง

ระดับที่ 2 แบบจำลองมีวัตถุประสงค์ที่เฉพาะเจาะจงและชัดเจน และต้องแตกต่างจากปรากฏการณ์ ในระดับนี้เน้นไปที่แบบจำลองและความเหมือนเป็นจริง แต่ยังไม่มีความสนับสนุน

ระดับที่ 3 ระดับนี้ประกอบด้วยปัจจัยหลักที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1) แบบจำลองที่สร้างขึ้นสนับสนุนการพัฒนาและทดสอบแนวคิด 2) ผู้สร้างแบบจำลองมีบทบาทในการสร้างแบบจำลองที่สามารถจัดการได้และ 3) เป้าหมายของแบบจำลองเพื่อทดสอบการได้มาซึ่งความรู้

โดยแนวความคิดของนักเรียนขึ้นอยู่กับระดับคะแนนใน 6 มิติ คือ 1) บทบาทของแนวคิด 2) การใช้สัญลักษณ์ 3) บทบาทของผู้สร้างแบบจำลอง 4) การสื่อสาร 5) การทดสอบ และ 6) การจัดการในการสร้างแบบจำลอง ในแต่ละมิตินักเรียนจะได้รับคะแนน 1 2 และ 3 คะแนน และงานวิจัยของ Grosslight et al. (1991) ถือเป็นพื้นฐานสำหรับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านความรู้เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองในงานวิจัยอื่น ๆ (Nicolaou & Constantinou, 2014)

3. การวัดและประเมินโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่ารูปแบบของแบบสอบถามประกอบไปด้วยคำถามปลายเปิด คำถามปลายปิดแบบเลือกตอบ มาตรฐานประมาณค่าและคำถามให้เลือกตอบใช่หรือไม่ใช่ โดยแบบสอบถามที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ แบบสอบถาม คำถามปลายเปิด (Nicolaou & Constantinou, 2014) ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง แบบสอบถามรูปแบบคำถามปลายเปิดไว้ ดังนี้

Schwarz and White (2005) ใช้คำถามปลายเปิดในการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง นักเรียนสามารถระบุแบบจำลองที่เป็นนามธรรมและมีความเข้าใจในแบบจำลองว่า แบบจำลองเป็นตัวแทนความคิดที่ใช้ในการอธิบายและทำนาย โดยนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่าแบบจำลองหลายชนิดอาจแทนปรากฏการณ์เดียวกันได้ แบบจำลองอาจจะไม่ใช่แบบจำลองที่ถูกต้อง และแบบจำลองสามารถทำนายวัตถุทางกายภาพได้ นักเรียนเรียนรู้ว่าแบบจำลองสามารถนำมาใช้ได้หลายทิศทาง ได้แก่ การใช้เป็นมโนภาพ การทดสอบทฤษฎี การทำนายปรากฏการณ์และช่วยให้มนุษย์เข้าใจวิทยาศาสตร์

Everett, Otto, and Luera (2009) ใช้คำถามปลายเปิดในการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ในการสร้างแบบจำลอง พบว่านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองเชิงอภิมาน (Metamodeling knowledge) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วย “Science Capstone Course” โดยความรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้นโดยการพิจารณาจาก 1) การระบุแบบจำลองและการรายงานประเภทของแบบจำลองจากตัวอย่างที่เฉพาะเจาะจง 2) ระบุแบบจำลองว่าเป็นแบบจำลองเป็นตัวแทนความคิดที่หลากหลายและเป็นเครื่องมือในการสร้างคำอธิบาย 3) เข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง 4) ธรรมชาติของแบบจำลองที่เปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ และสรุปวิธีการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การประเมินกระบวนการปฏิบัติและผลงานของนักเรียน ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการประเมิน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ตามแนวคิดของ Schwarz et al. (2009) 1. โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) การออกแบบแบบจำลอง 2) การสร้างแบบจำลอง 3) การประเมินแบบจำลอง 4) การปรับปรุงแบบจำลอง 2. มีเกณฑ์การประเมินในแต่ละด้านออกเป็น 4 ระดับคือ ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1) ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. การออกแบบแบบจำลอง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดที่ต้องการศึกษาถูกต้องเล็กน้อย
2. การสร้างแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองถูกต้องเล็กน้อย

ตารางที่ 10 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
3. การใช้ แบบจำลอง	นักเรียนใช้ แบบจำลอง ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติได้ ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนใช้ แบบจำลอง ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติส่วน ใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนใช้ แบบจำลอง ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนใช้ แบบจำลอง ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติถูกต้อง เล็กน้อย
4. การ ปรับปรุง แบบจำลอง	นักเรียนปรับปรุง แบบจำลองและ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติได้ ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุง แบบจำลองและ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติส่วน ใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุง แบบจำลองและ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนสามารถ ปรับปรุง แบบจำลองแต่ไม่ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติได้

ความพึงพอใจในการเรียนรู้

ความหมายของความพึงพอใจ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

Good (1973) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง คุณภาพสภาพหรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติของ บุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Wolman (1973) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกมีความสุขเมื่อได้รับความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย ความต้องการหรือแรงจูงใจ

บุญใจ ศรีสถิตนรากุล (2550) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติในทางบวก โดยรู้สึกชื่นชอบและมีความสุขกับงานที่ปฏิบัติ ซึ่งมีผลทำให้บุคคลมีพฤติกรรมการทำงานที่ดีขึ้น ได้แก่ มีความกระตือรือร้นในการทำงาน มีความมุ่งมั่นในการทำงาน เพื่อให้งานที่รับผิดชอบบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2553) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกของ บุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลตอบแทน คือ ผลที่เป็นความพึงพอใจทำให้บุคคลเกิดความรู้สึก กระตือรือร้นมีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจและสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน รวมทั้งส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์การ

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลในทางบวกในด้านต่าง ๆ เช่น บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียน วิธีการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลและประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับ เป็นต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้

ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Maslow (1970) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ (Need Hierarchy Theory) เกี่ยวกับลักษณะความต้องการของมนุษย์จะพัฒนาไปตามลำดับขั้นความต้องการเบื้องต้นต้องการตอบสนองเสียก่อน จึงจะเกิดความต้องการอื่น ๆ ที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไป ซึ่งลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ขั้นตอนตามลำดับจากขั้นต่ำไปสูงดังนี้

ขั้นที่ 1 ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต มนุษย์ต้องต่อสู้ดิ้นรน เพื่อสนองความต้องการขั้นนี้เสียก่อนจึงจะมีความต้องการขั้นอื่นตามมา

ขั้นที่ 2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Need) สิ่ง que แสดงให้เห็นถึงความต้องการขั้นนี้คือ อยากมีชีวิตอยู่อย่างมั่นคง และปลอดภัยปราศจากภัยอันตรายทั้งปวง ความต้องการด้านนี้เห็นได้จากแนวโน้มของมนุษย์ที่ชอบอยู่ในสังคมที่สงบ เรียบร้อย มีระเบียบวินัย และมีกฎหมายคุ้มครอง

ขั้นที่ 3 ความต้องการความรัก และความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม (Love and Belonging Needs) เป็นลักษณะของความต้องการอยากมีเพื่อน มีคนรักใคร่ชอบพอ เป็นผู้ที่ต้องการให้ความรักและได้รับความรัก บุคคลที่มีความต้องการในขั้นนี้ จะกระทำพฤติกรรมเพื่อให้รู้สึกว่าตนเองไม่โดดเดี่ยว อ้างว้างหรือถูกทอดทิ้ง

ขั้นที่ 4 ความต้องการมีเกียรติและศักดิ์ศรี (The Esteem Needs) เป็นความต้องการของมนุษย์เกือบทุกคนในสังคม ลักษณะการแสดงออกในขั้นนี้ เช่น ต้องการได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น ต้องการชื่อเสียงเกียรติยศ หรือความภาคภูมิใจเมื่อประสบผลสำเร็จ

ขั้นที่ 5 ความต้องการพัฒนาตนเอง ไปสู่ระดับที่สมบูรณ์ที่สุด คือ ความต้องการแสดงความเป็นจริงแห่งตน (Self-Actualization) เน้นถึงความต้องการเป็นตัวของตัวเอง ประสบความสำเร็จด้วยตนเอง พัฒนาศักยภาพตนเองให้เต็มที่

Herzberg (1959) ได้ทำการศึกษาพบทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุให้เกิดความพึงพอใจที่เรียกกันว่า ทฤษฎีองค์ประกอบคู่ (The Motivation – Hygiene Theory) ซึ่งกล่าวถึงองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดความภาคภูมิใจในการทำงาน 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ปัจจัยจูงใจ (Motivation Factor) เป็นปัจจัยที่นำไปสู่ทัศนคติในทางบวก เพราะทำให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีลักษณะสัมพันธ์กับเรื่องของงาน โดยตรง ได้แก่ ความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับจากผู้อื่น ความก้าวหน้าในการทำงาน เป็นต้น

2) ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factor) เป็นปัจจัยที่ป้องกันไม่ให้เกิดความไม่พึงพอใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีลักษณะเป็นภาวะแวดล้อม หรือเป็นส่วนประกอบของงาน ปัจจัยนี้อาจนำไปสู่ความไม่พึงพอใจในการปฏิบัติงานได้ ได้แก่ เงินเดือน ความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน ความสัมพันธ์กับผู้บังคับบัญชา ความมั่นคงในการทำงาน เป็นต้น

Scott (1970) ได้เสนอความคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่ให้ได้ผลในเชิงปฏิบัติมีลักษณะดังนี้

- 1) งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความต้องการส่วนตัว และมีความหมายสำหรับผู้ทำ
- 2) งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดผลสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

3) เพื่อให้ได้ผลในการสร้างแรงจูงใจภายใน เป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะคือ คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย ได้รับทราบผลสำเร็จจากการทำงาน โดยตรงและงานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

จากการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดความมุ่งมั่นหมายของบุคคล ซึ่งเป็นผลให้บุคคลแสดงพฤติกรรมไปในทิศทางที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้

มาตรการในการวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี ดังนี้ (อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ, 2535)

1. การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกตพฤติกรรมของ บุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถามต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน
 2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดี ซึ่ง จะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้
 3. การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะต้องออกแบบ สอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ซึ่งสามารถทำได้โดยรูปแบบได้แก่ ลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามความพึง พพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การควบคุมงาน การบริการ และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542) ได้เสนอแนะการวัดความพึงพอใจ สามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การเรียน การทำงาน และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและ วิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริง
3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลไม่ว่า จะแสดงออกจากการพูดกิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกต อย่างมีระเบียบแบบแผน

บุญชม ศรีสะอาด (2553) กล่าวว่า วิธีวัดความพึงพอใจเป็นการศึกษาระดับ ความพึงพอใจของนักเรียน โดยดำเนินการหลังจากนักเรียนศึกษาบทเรียน และปฏิบัติการครบทุก หน่วยการเรียนรู้แล้ว โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งระดับ ความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แล้วหาค่าเฉลี่ย และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งค่าไว้

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2549) กล่าวว่า วิธีการวัดความพึงพอใจเราสามารถสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ตอบได้โดยอาศัยแนวคิด ทฤษฎีสันับสนุน แบบวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบ ความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถาม ดังกล่าว อาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร การควบคุมงานเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ โดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคล เป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้วัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ โดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกต อย่างมีระเบียบแบบแผน

Anatasi (1976) ได้จำแนกรูปแบบการวัด ความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

1. มาตรฐานชนิดเทอร์สโตน (Thurstone-type scales) เทอร์สโตนได้ดัดแปลงวิธี จิตวิทยา ภายภามาใช้ในการทำให้ข้อมูลจากการตัดสินใจของผู้ตอบให้อยู่ในรูปปริมาณ ซึ่งหลักการ สำคัญของการสร้างมาตราวัดความพึงพอใจ ด้วยการรวบรวมข้อความต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่วัด กำหนดค่าให้ข้อความหนึ่ง ๆ เป็นการกำหนดว่าข้อความนั้น ๆ ควรจะมีค่าเท่าใดในมาตรวัดเจตคติ นั้น ให้ผู้ที่มีความรู้ทางเรื่องการวัดเจตคติเป็นผู้ตัดสิน กำหนดค่าของข้อความ และการนำผลจากการ ตัดสินทั้งหมดมาเจนนับเพื่อหาค่าประจำของข้อความแต่ละข้อ กำจัดข้อความที่มีความหมายคลุมเครือหรือข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องออก หาเกณฑ์ปกติแล้วนำแบบวัดที่สร้างขึ้นไปหาค่าความ เชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

2. มาตรฐานชนิดลิเคอร์ต (Likert – type scale) วิธีการของลิเคอร์ต ไม่ต้องใช้กลุ่มผู้ตัดสินในการจัดข้อความเป็นหมู่ ๆ ข้อความหนึ่ง ๆ จะถูกกำหนดระดับค่าโดยตรงจากคำตอบของผู้ตอบ ระดับของแต่ละข้อความโดยปกติจะจำแนกออกเป็น 5 ระดับ และการให้คะแนนมักจะกำหนด เป็น 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับ วิธีการสร้างแบบทดสอบเริ่มจากการรวบรวมข้อความต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่อง ที่ต้องการจะวัดแล้วจึงตรวจสอบ และคัดเลือกข้อความที่ใช้ได้เอาไว้ จากนั้นจึงกำหนดน้ำหนัก ของข้อความต่าง ๆ ที่คัดเลือกไว้ แล้วสรุปรวบรวมเป็นแบบทดสอบวัดความพึงพอใจที่ต้องการ

อับดุลเลาะ อุมาร์ (2560) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกรักชอบ และความสนใจของ นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวัดความพึงพอใจของนักเรียน 4 ด้าน คือ ด้านบทบาทผู้สอน ด้านบทบาทผู้เรียน ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าว ใช้เกณฑ์วัดระดับความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 20 ข้อ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตัวอย่างแบบวัดความพึงพอใจ (อับดุลเลาะ อุมาร์, 2560)

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านบทบาทผู้สอน					
1. ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า					
2. ผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา					
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ แปรผล และสรุปผล					
4. ผู้สอนมีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบได้ด้วยตนเอง					
5. ผู้สอนให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน					
ด้านบทบาทผู้เรียน					
6. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำการทดลอง					
7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น					
8. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้					
9. ผู้เรียนรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม					
10. ผู้เรียนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม					

โฆติกรณฺ์ ลีเวียง (2560) ใช้แบบสอบถามตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มี 3 ด้าน คือ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านบรรยากาศชั้นเรียน และด้านประโยชน์ที่นักเรียนได้รับ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (โฆติกรณฺ์ ลีเวียง, 2560)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน					
1. การทดลองวิทยาศาสตร์ กระตุ้นการเรียนรู้ได้					
2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน					
3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน ช่วยให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น					
4. นักเรียนพึงพอใจที่ได้ร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็น					
5. นักเรียนพึงพอใจที่ได้สืบค้นข้อมูลและสร้างความรู้ด้วย ตนเอง					
6. นักเรียนพึงพอใจในกิจกรรมที่ใช้กระบวนการกลุ่ม					
ด้านบรรยากาศชั้นเรียน					
7. นักเรียนพึงพอใจในการปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อน					
8. นักเรียนมีความสุขและภูมิใจในผลงานที่สำเร็จตาม ขั้นตอน					
9. นักเรียนพึงพอใจที่ได้รับการยอมรับจากครูและเพื่อน ๆ ในการปฏิบัติงาน					
10. นักเรียนพึงพอใจที่ได้ใช้ความรู้ ความสามารถในการ ปฏิบัติงาน					
11. นักเรียนพึงพอใจกับงานที่ได้รับมอบหมายซึ่งตรงกับ ความถนัด					

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
12. นักเรียนพึงพอใจที่มีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหา พุดจาได้ตอบร่วมกับเพื่อน					
13. นักเรียนพึงพอใจกับงานที่ปฏิบัติมีขั้นตอนและ กระบวนการชัดเจน					
14. นักเรียนพึงพอใจที่ได้วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน					
15. นักเรียนพึงพอใจที่ได้นำเสนอผลงานของตนเอง ร่วมกับเพื่อน					
ด้านประโยชน์ที่นักเรียนได้รับ					
16. นักเรียนพึงพอใจกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐาน					
17. กิจกรรมการเรียนรู้มีประโยชน์ นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้					
18. เนื้อหาสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน					
19. เนื้อหาไม่สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน					
20. เนื้อหาส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน					

จากการศึกษาแนวทางการวัดความพึงพอใจ สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจ สามารถวัดได้หลากหลายวิธี ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวัดความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถาม ที่สังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิดของ Anatasi (1976) และบุญชม ศรีสะอาด (2553) เพื่อศึกษาพฤติกรรม ความรู้สึกนึกคิด ความต้องการ หรือความคาดหวังที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้ของผู้เรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามมาตราชนิดลิเคอร์ท (Likert – type scale) คือ มากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (3) และน้อยที่สุด (1) จำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมินใน 4 ด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ด้านบทบาทผู้สอน คือ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผู้สอน ในด้านการเตรียมการสอน ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ การแนะนำหรือรับฟังความคิดเห็น

4.2 ด้านบทบาทผู้เรียน คือ ความพึงพอใจของนักเรียนในบทบาทของตนเองในด้านการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนและอธิบายความคิดเห็น การคิดแก้ปัญหาและการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่น

4.3 ด้านการจัดการเรียนรู้ คือ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านการสืบค้นข้อมูล และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน

4.4 ด้านการวัดและประเมินผล คือ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการวัดและประเมินผล ในด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง การอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติด้วยตนเอง และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อารยา ควัฒน์กุล (2558) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งผลการวิจัย พบว่า (1) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในศูนย์เครือข่ายการพัฒนาการศึกษาแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด

โชติภรณ์ ลิ่วเวียง (2560) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโนนหันวิทยายน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

นิโลบล หลักหาญ (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรัสวดี ปะกิระเค (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปრაกฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองกุงโนนทัน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีค่าเท่ากับ 76.51 และ 78.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 (2) คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิทธิโชค เอี่ยมบุญ (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โรงเรียนวัดทรงธรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Clement (2000, p. 1044) ได้ศึกษาหลักสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ ขอบเขตการนำเสนอเป็นปัจจัยต่อการคิด ความรู้ความเข้าใจที่เชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนที่สามารถช่วยให้จัดระเบียบปัญหาการวิจัยได้บทความในเรื่องนี้เสนอการเชื่อมโยงแนวคิด เช่น ความสอดคล้องกันของแบบจำลอง เป้าหมายของแบบจำลอง แนวคิดก่อนเรียนกระบวนการเรียนรู้และทักษะการให้เหตุผลเชื่อมโยงข้อมูลและขยายความข้อมูลหลัก ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนแนวคิดเป็นอีกทฤษฎีที่ประสบความสำเร็จสามารถให้คำแนะนำแก่ครูผู้สอนที่จัดรูปแบบของการเรียนการสอนตามหลักการเดิม ซึ่งความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวในการเรียนรู้ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ครูจึงจำเป็นต้องทำงานเพื่อพัฒนาทฤษฎีใหม่ ๆ ที่ช่วยในการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดของนักเรียนสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำลังเลื่อนหายไปในปัจจุบัน

Rogers, Huddle, and White (2000) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนเกรด 8-10 พบว่านักเรียนยังไม่รู้บทบาท ข้อจำกัด และวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่ใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองของสิ่งต่าง ๆ เกิดจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ได้รับการปรับปรุงหรือแก้ไขภายหลังจากได้รับการเรียนการสอน

Chang (2008) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แบคทีเรียของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยให้นักศึกษาศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของแบคทีเรียผ่านวิดีโอ จากนั้นได้รับการประเมินโดยการทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลอง การทดสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และการทดสอบการสร้างแบบจำลองตามบริบท พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนและการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดของแบคทีเรียเพิ่มขึ้น

Schwarz et al (2009) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษา การพัฒนาความก้าวหน้าการเรียนรู้สำหรับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้ด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์และสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองและเกิดมโนทัศน์ได้ โดยมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายในระดับที่สูงขึ้น

Baek et al. (2010) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS เพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Modeling) ในมิติด้านการสร้างและการปรับปรุง

แบบจำลองภายใต้โครงการ MoDeLS ของนักเรียนเกรด 5 จำนวน 28 คน เป็นระยะเวลา 6-8 สัปดาห์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการระเหยและการควบแน่นของสาร เก็บข้อมูลก่อนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัด การบันทึกวิทัศน์และการใช้แบบตอบการสัมภาษณ์ ผลพบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 64 ของนักเรียนทั้งหมด กล่าวคือ นักเรียนสามารถวาดภาพแบบจำลองที่อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งเป็นการแสดงการอธิบายลักษณะที่สำคัญด้วยแบบจำลองและการสื่อสารด้วยแบบจำลอง และจากการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 12 คน ผลพบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นว่าแบบจำลองสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ได้และคำนึงถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาประเมินแบบจำลอง

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ความพึงพอใจในการเรียนรู้ และประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษาและจัดกระทำเป็นความคิดรวบยอดในการสร้างความเข้าใจในแบบจำลองจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ดังนั้น จึงทำให้ผู้วิจัยมุ่งหมายที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านภูเงิน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัยที่จะเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

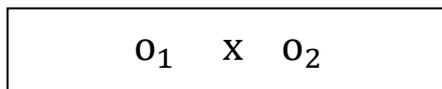
กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านภูเงิน อำเภอเขาคกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว โดยใช้เรียนทั้งหมดที่มีอยู่จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 13 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design คือ มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียวที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยทำการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง (Fitz-Gibbon, 1987) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 แบบแผนการวิจัย One Group Pretest – Posttest Design



สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

O_1	หมายถึง	การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง
X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
O_2	หมายถึง	การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 3 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 12 ชั่วโมง ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การขึ้นและตกของดวงจันทร์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รูปร่างของดวงจันทร์ในท้องฟ้า
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 องค์ประกอบของระบบสุริยะ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 คาบการ โคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.2 แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนรายละเอียด
ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3
วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของ
เอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อ
สิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1.3 วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนบ้าน
กุเงิน จังหวัดสระแก้ว โดยกำหนดเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทาง
ดาราศาสตร์ ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และชิ้นงาน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ชิ้นงาน	น้ำหนัก คะแนน	เวลา (ชั่วโมง)
ว 3.1 ป.4/1 อธิบายแบบ รูปเส้นทาง การขึ้นและ การตกของ ดวงจันทร์ โดยใช้ หลักฐานเชิง ประจักษ์	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1 การขึ้นและ ตกของดวงจันทร์ - ตำแหน่งของ ดวงจันทร์ - การขึ้นและตกของ ดวงจันทร์	1. อธิบายแบบรูป เส้นทางการขึ้น และตกของ ดวงจันทร์ 2. สร้างแบบ จำลองเพื่ออธิบาย แบบรูปเส้นทาง การขึ้นและตก ของดวงจันทร์	แบบจำลอง การขึ้นและ ตกของ ดวงจันทร์	25	3

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ชิ้นงาน	น้ำหนัก คะแนน	เวลา (ชั่วโมง)
ว 3.1 ป.4/2 สร้าง แบบ จำลองที่ อธิบายแบบ รูปการ เปลี่ยนแปลง รูปร่างปรากฏ ของดวงจันทร์ และพยากรณ์ รูปร่างปรากฏ ของดวงจันทร์	แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 2 รูปร่างของดวง จันทร์ในท้องฟ้า - รูปร่างปรากฏ ของดวงจันทร์ ในแต่ละวัน	3. อธิบายแบบ รูปการเปลี่ยน แปลงรูปร่างของ ดวงจันทร์และ พยากรณ์รูปร่าง ปรากฏของ ดวงจันทร์ 4. สร้าง แบบจำลอง เพื่ออธิบายแบบ รูปการเปลี่ยน แปลงรูปร่างของ ดวงจันทร์และ พยากรณ์รูปร่าง ปรากฏของ ดวงจันทร์	แบบจำลอง รูปร่าง ปรากฏของ ดวงจันทร์	25	3
ว 3.1 ป.4/3 สร้างแบบ จำลอง ที่แสดง องค์ประกอบ ของระบบสุริยะ และอธิบาย เปรียบเทียบคาบ การโคจรของดาว เคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 3 องค์ประกอบ ของระบบสุริยะ - การสร้าง แบบจำลอง ระบบสุริยะ	5. อธิบายและ จำแนก องค์ประกอบ ของระบบสุริยะ 6. สร้าง แบบจำลอง เพื่ออธิบาย องค์ประกอบ ของระบบสุริยะ	แบบจำลอง ระบบสุริยะ	25	3

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ชิ้นงาน	น้ำหนักคะแนน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 4	7. อธิบาย เปรียบเทียบคาบ การโคจรรอบ ดวงอาทิตย์ของ ดาวเคราะห์	แบบจำลอง คาบการ โคจรของ ดาวเคราะห์	25	3
	- คาบการโคจรของ ดาวเคราะห์	8. สร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบาย เปรียบเทียบคาบ การโคจรรอบ ดวงอาทิตย์ของ ดาวเคราะห์			
	รวม		4	100	12

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.4.2 สาระสำคัญ

1.4.3 สาระการเรียนรู้

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 ภาระงาน/ชิ้นงาน

1.4.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Base Learning) ซึ่งเป็นไปตามลำดับ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) สร้างแบบจำลองทางความคิด
- 2) ขึ้นประเมินแนวคิด
- 3) สร้างแบบจำลอง

4) ชั้นประเมินแบบจำลอง

5) ชั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

1.4.7 สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1.4.8 การวัดและประเมินผล

1.4.9 เอกสารประกอบการสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการสอน วิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม ขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สารสำคัญ สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระ/ชิ้นงาน กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เอกสารประกอบการสอน โดยผลการประเมินพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการวิจัยในภาพรวม 4 แผน มีความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 5.00 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .00 ถือว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ข, หน้า 139)

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญใน ประเด็นต่อไปนี้ เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ดังนี้

1.7.1 ตรวจสอบการใช้ภาษาและคำคิดให้ถูกต้องเหมาะสม

1.7.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ในแต่ละขั้นตอน

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบึงพระราม ที่มี บริบทของโรงเรียนและจำนวนของนักเรียนใกล้เคียงกัน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 12 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเป็นไปได้ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่อง ต่าง ๆ ที่พบระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยสรุปปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข มีดังนี้

1.8.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ชั้นประเมินแนวคิด

เป็นขั้นที่นักเรียนต้องร่วมกันแสดงออกทางความคิด พบว่า นักเรียนไม่กล้าเสนอแนวคิด แก้ไข โดย ครูจะต้องคอยแนะนำและยกตัวอย่างการทำกิจกรรม

1.8.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 ขึ้นสร้างแบบจำลอง พบว่าใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมมากเกินไป แก้ไขโดยปรับระยะเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมในแต่ละขั้นตอน

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 13 คน โรงเรียนบ้านภูเงิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาจุดประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ โดยกำหนดเป้าหมายที่ต้องการวัดและประเมินผลจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเพียง 4 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956) ได้แก่ 1) ความรู้ ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ โดยเหตุผลในการเลือกมา 4 ด้าน เนื่องจากเป็นระดับพฤติกรรมที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวชี้วัดและเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.3 วิเคราะห์จุดประสงค์และตัวชี้วัด กำหนดจำนวนข้อสอบ รูปแบบข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียด ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การกำหนดโครงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (ข้อ)	ต้อง การใช้ (ข้อ)
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์		
1. การขึ้นและตกของดวงจันทร์						
1.1 อธิบายแบบรูปเส้นทางการ ขึ้นและตกของดวงจันทร์	4(3)	2(1)	3(2)	2(1)	11	7
1.2 สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย แบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของ ดวงจันทร์	-	2(1)	-	-	2	1
2. รูปร่างของดวงจันทร์ในท้องฟ้า						
2.1 อธิบายแบบรูปการ เปลี่ยนแปลงรูปร่างของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของ ดวงจันทร์	4(2)	2(1)	3(2)	4(3)	13	8
2.2 สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย แบบรูปการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ของดวงจันทร์และพยากรณ์รูปร่าง ปรากฏของดวงจันทร์	-	2(1)	2(1)	-	4	2
3. องค์ประกอบของระบบสุริยะ						
3.1 อธิบายและจำแนก องค์ประกอบของระบบสุริยะ	4(2)	2(1)	-	3(2)	9	5
3.2 สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย องค์ประกอบของระบบสุริยะ	-	2(1)	3(1)	-	5	2

ตารางที่ 14 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (ข้อ)	ต้อง การใช้ (ข้อ)
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์		
4. คาบการ โคจรรอบดวงอาทิตย์ของ ดาวเคราะห์						
4.1 อธิบายเปรียบเทียบคาบการ โคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์	4(2)	3(1)	-	2(1)	9	4
4.2 สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย เปรียบเทียบคาบการโคจรรอบดวง อาทิตย์ของดาวเคราะห์	-	-	2(1)	-	2	1
รวม	16(9)	15(7)	13(7)	11(7)	55	30

หมายเหตุ *ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด

**ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 55 ข้อ นำไปใช้จริงจำนวน 30 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
และพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
และพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ คัดเลือกข้อสอบแต่ละข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (สม โภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 (ภาคผนวก ข, หน้า 142)

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบึงพระราม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 12 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์มาแล้ว จากนั้นวิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 – .80 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 129) และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 – 1.00 (สม โภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 118) มาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของโลเวทท์ (Lovett, pp.241-243 อ้างถึงใน อังคนา สายยศ, 2539, หน้า 25-36) พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกมาจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .31 – .77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33 – .83 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .91 (ภาคผนวก ข, หน้า 148-149)

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 13 คน โรงเรียนบ้านภูเงิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ต่อไป

3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวิธีการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาแนวคิดของ Schwarz et al. (2009) โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการประเมินการปฏิบัติและผลงานของนักเรียน ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งรายการประเมินออกเป็น 4 ด้าน รวมทั้งหมด 4 ข้อ มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) การออกแบบแบบจำลอง
- 2) การสร้างแบบจำลอง
- 3) การประเมินแบบจำลอง
- 4) การปรับปรุงแบบจำลอง

โดยมีเกณฑ์การประเมินในแต่ละด้านออกเป็น 4 ระดับคือ ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1) ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. การออกแบบแบบจำลอง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดที่ต้องการศึกษาถูกต้องเล็กน้อย
2. การสร้างแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองถูกต้องเล็กน้อย

ตารางที่ 15 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
3. การ ประเมิน แบบจำลอง	นักเรียนใช้ แบบจำลองใน การอธิบาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติได้ ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนใช้ แบบจำลองใน การอธิบาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติส่วน ใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนใช้ แบบจำลองใน การอธิบาย ปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนใช้ แบบจำลองใน การอธิบาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติถูกต้อง เล็กน้อย
4. การ ปรับปรุง แบบจำลอง	นักเรียนปรับปรุง แบบจำลองและ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติได้ ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุง แบบจำลองและ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติส่วน ใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุง แบบจำลองและ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนสามารถ ปรับปรุง แบบจำลองแต่ไม่ สามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติได้

3.4 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมิน และความเหมาะสมของการใช้ภาษา แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อของรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมิน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน
- 1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินไม่สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ พิจารณารายการประเมินของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข, หน้า 143)

3.7 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบึงพระราม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 12 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานมาแล้ว

3.8 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยการใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ของ Cronbach (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 113) พบว่า แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .67 (ภาคผนวก ข, หน้า 150)

3.9 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 13 คน โรงเรียนบ้านภูเงิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ต่อไป

4. แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ตามขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

4.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ จากการศึกษาแนวคิดของ Anatasi (1976) และบุญชม ศรีสะอาด (2553) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวัดความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถาม

4.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ ดำเนินการสร้างแบบสอบถามโดยแบ่งรายการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ด้านบทบาทผู้สอน
- 2) ด้านบทบาทผู้เรียน
- 3) ด้านการจัดการเรียนรู้
- 4) ด้านการวัดและประเมินผล

ซึ่งกำหนดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามมาตรา ชนิดลิเคอร์ท (Likert – type scale) คือ มากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (3) และน้อย ที่สุด (1)

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องของรายการประเมิน และความเหมาะสมของการใช้ภาษา แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้แต่ละรายการประเมิน และองค์ประกอบของความพึงพอใจ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับองค์ประกอบของความพึงพอใจ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับองค์ประกอบของความพึงพอใจ
- 1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความพึงพอใจ

4.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ พิจารณารายการประเมินของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (สม โภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข, หน้า 145)

4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบึงพระราม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 12 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานมาแล้ว

4.8 นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ มาวิเคราะห์คะแนนรายข้อ วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 – 1.00 และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยการใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ของ Cronbach พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .83 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .92 (ภาคผนวก ข, หน้า 152)

4.9 นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 13 คน โรงเรียนบ้านภูเงิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ประมุขนิเทศและชี้แจงการเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้ปกครองนักเรียนเป็นผู้ยินยอม ให้นักเรียนเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่ระบุในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยวิจัย

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านภูเงิน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 3 ชั่วโมง ได้แก่ การขึ้นและตกของดวงจันทร์ รูปร่างของดวงจันทร์ในท้องฟ้า องค์ประกอบของระบบสุริยะ และคาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ โดยใช้เวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมใช้เวลา 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

4. ผู้วิจัยทำการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 4 ครั้ง ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

5. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิม จำนวน 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการทดสอบด้วยตนเอง

6. นำผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติพื้นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน ทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการและคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการ และแปลคะแนนตามเกณฑ์ระดับพัฒนาการของศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ดังนี้

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ
76 – 100	พัฒนาการระดับสูงมาก
51 – 75	พัฒนาการระดับสูง
26 – 50	พัฒนาการระดับกลาง
0 – 25	พัฒนาการระดับต้น

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้เกณฑ์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2557) ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80-100	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม
คะแนนร้อยละ 75-79	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก
คะแนนร้อยละ 70-74	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี
คะแนนร้อยละ 65-69	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างดี
คะแนนร้อยละ 60-64	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับน่าพอใจ
คะแนนร้อยละ 55-59	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับพอใช้
คะแนนร้อยละ 50-54	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
คะแนนร้อยละ 0-49	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

3. วิเคราะห์ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำการหาขนาดของผล (Effect Size) โดยใช้เกณฑ์พิจารณาขนาดของผลของ Cohen (1988, pp.25-26 cited in Howell, 1999, p. 285 อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 121) ดังนี้

Effect Size	γ
น้อย	$\leq .20$
ปานกลาง	.50
มาก	$\geq .80$

4. วิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบ่งเกณฑ์การประเมินในแต่ละส่วนออกเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1) ซึ่งมีการแปลผลระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (Schwarz et al., 2009)

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
14 – 16	ระดับดีมาก
11 – 13	ระดับดี
8 – 10	ระดับพอใช้
4 – 7	ระดับควรปรับปรุง

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้เกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) ดังนี้
 คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม
 คะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก
 คะแนนร้อยละ 70-74 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี
 คะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างดี
 คะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับน่าพอใจ
 คะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับพอใช้
 คะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
 คะแนนร้อยละ 0-49 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

6. วิเคราะห์ความพึงพอใจในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2553) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีการใช้สถิติดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean) โดยใช้สูตร (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 20)

$$\mu = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	f	แทน	ความถี่ของคะแนนแต่ละตัว
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 20)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(X - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ	σ	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	จุดกึ่งกลางของคะแนนแต่ละชั้น
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน

1.3 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 23-24)

$$\text{Percentage (\%)} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	F	แทน	ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ พิจารณาจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งถือได้ว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง

2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 129)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนผู้สอบทั้งหมด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิค 50% โดยใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 118)

$$D_c = \frac{R_u}{N_u} - \frac{R_l}{N_l}$$

เมื่อ	D_c	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	R_u	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_u	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง
	N_l	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร Binomial ของโลเวทท์ (Lovett, pp.241-243 อ้างถึงใน อังคณา สายยศ, 2539, หน้า 25-36)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	X_i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 113)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	N	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย

3.1 คะแนนพัฒนาการ เพื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้สูตรศิริชัย กาญจนวาสี (2552)

$$DS = \frac{(Y - X)}{F - X} \times 100$$

เมื่อ DS (%)	หมายถึง	คะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน (คิดเป็นร้อยละ)
F	หมายถึง	คะแนนเต็มของการวัดทั้งครั้งแรกและครั้งหลัง
X	หมายถึง	คะแนนการวัดครั้งแรก
Y	หมายถึง	คะแนนการวัดครั้งหลัง

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ
76 – 100	พัฒนาการระดับสูงมาก
51 – 75	พัฒนาการระดับสูง
26 – 50	พัฒนาการระดับกลาง
0 – 25	พัฒนาการระดับต้น

3.2 การหาขนาดของผล เพื่อวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effect Size) โดยใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 120)

$$\gamma = \frac{\mu_0 - \mu_1}{\sigma}$$

เมื่อ γ	แทน	ขนาดของผลที่เป็นค่าสัมบูรณ์
$\mu_0 - \mu_1$	แทน	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน
σ	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

Cohen (1988, pp.25-26 cited in Howell, 1999, p. 285 อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 121) เพื่อใช้พิจารณาขนาดของผล ดังนี้

Effect Size	γ
น้อย	$\leq .20$
ปานกลาง	.50
มาก	$\geq .80$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน มีรายละเอียด ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย
μ	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มเป้าหมาย
σ	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มเป้าหมาย
DS	แทน	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์
γ	แทน	ขนาดของผล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. การศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

4. การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

5. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์
ร้อยละ 70

6. การศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัด
การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัด
การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

ตารางที่ 16 ผลการศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน และคะแนนพัฒนา
การสัมพัทธ์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนพัฒนาการ	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (DS)
1	7.00	18.00	11.00	47.83
2	8.00	20.00	12.00	54.55
3	10.00	25.00	15.00	75.00
4	12.00	26.00	14.00	77.77
5	10.00	23.00	13.00	65.00
6	9.00	21.00	12.00	57.14
7	7.00	19.00	12.00	52.17
8	8.00	24.00	16.00	72.73
9	9.00	26.00	17.00	80.95
10	8.00	22.00	14.00	63.64
11	10.00	26.00	16.00	80.00
12	8.00	19.00	11.00	50.00

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนพัฒนาการ	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (DS)
13	11.00	24.00	13.00	68.42
μ	9.00	22.54	13.54	65.02
σ	1.53	2.90	1.98	11.80

จากตารางที่ 16 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 9.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.53 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 22.54 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.90 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ย 13.54 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.98 และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าร้อยละ 65.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.80 ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับสูง

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

พฤติกรรมกรเรียนรู้	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์	หลังเรียน		ร้อยละ	แปลผล	ลำดับที่
			μ	σ			
1. ความรู้ความจำ	9	6.30	7.08	0.70	78.63	ดีมาก	1
2. ความเข้าใจ	7	4.90	5.23	0.80	74.73	ดี	3
3. การนำไปใช้	7	4.90	5.31	0.90	75.82	ดีมาก	2
4. การวิเคราะห์	7	4.90	4.92	0.90	70.33	ดี	4
รวม	30	21.00	22.54	2.90	74.88	ดี	-

จากตารางที่ 17 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 22.54 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.90 คิดเป็นร้อยละ 74.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แปลผลว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากพฤติกรรมกรเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ หลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยจัดลำดับพฤติกรรมกรเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงได้สูงสุดคือ ความรู้ความจำ ร้อยละ 78.63 อยู่ในระดับดีมาก การนำไปใช้ ร้อยละ 75.82 อยู่ในระดับดีมาก ความเข้าใจ ร้อยละ 74.73 อยู่ในระดับดี และการวิเคราะห์ 70.33 อยู่ในระดับดี ตามลำดับ

3. การศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 18 ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

พฤติกรรมการเรียนรู้	ก่อนเรียน		หลังเรียน		$\mu_0 - \mu_1$	σ	γ	แปลผล
	μ_0	σ	μ_1	σ				
1. ความรู้ความจำ	3.23	0.90	7.08	0.70	3.85	0.80	4.81	มาก
2. ความเข้าใจ	2.15	0.80	5.23	0.80	3.08	0.80	3.85	มาก
3. การนำไปใช้	2.00	1.00	5.31	0.90	3.31	0.95	3.48	มาก
4. การวิเคราะห์	1.77	0.80	4.92	0.90	3.15	0.85	3.71	มาก
รวม	9.15	3.50	22.54	2.90	13.39	3.50	3.83	มาก

จากตารางที่ 18 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 22.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.90 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณาขนาดของผล พบว่า ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 3.83 ซึ่งแปลผลว่าขนาดของผลอยู่ในระดับมาก

4. การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 19 ผลการศึกษาคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 ครั้ง (คะแนน
เต็มครั้งละ 16 คะแนน โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ด้านละ 4 คะแนน)

ครั้งที่	พฤติกรรมความสามารถในการสร้างแบบจำลอง				คะแนน รวม (16)	μ	σ	แปลผล
	ด้านการ ออกแบบ แบบจำลอง (4)	ด้านการ สร้าง แบบจำลอง (4)	ด้านการ ประเมิน แบบจำลอง (4)	ด้านการ ปรับปรุง แบบจำลอง (4)				
1	3.50	3.25	3.00	3.25	13.00	3.25	0.20	ดี
2	3.25	3.50	3.25	3.75	13.75	3.44	0.24	ดี
3	3.75	3.75	3.00	3.75	14.25	3.56	0.38	ดีมาก
4	4.00	3.25	3.50	4.00	14.75	3.69	0.38	ดีมาก
รวม	14.50	13.75	12.75	14.75	55.75	13.94	-	-
เฉลี่ยรวม	3.63	3.44	3.19	3.69	13.94	3.49	0.19	ดี

จากตารางที่ 19 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น
ฐานครั้งที่ 1-4 เท่ากับ 13.94 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ
0.19 ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ
การออกแบบแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง การประเมินแบบจำลอง และการปรับปรุง
แบบจำลอง ของนักเรียนในภาพรวมทั้ง 4 ครั้ง พบว่า ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการ
ปรับปรุงแบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 รองลงมาคือ ด้านการออกแบบแบบจำลอง มีค่าเฉลี่ย
เท่ากับ 3.63 ด้านการสร้างแบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 และด้านการใช้แบบจำลอง มีค่าเฉลี่ย
เท่ากับ 3.19 ตามลำดับ

5. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (คะแนนเต็ม 16 คะแนน)

ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์	μ	σ	ร้อยละ	แปลผล	ลำดับที่
1. การออกแบบแบบจำลอง	16	11.20	14.50	1.29	90.63	ดีเยี่ยม	2
2. การสร้างแบบจำลอง	16	11.20	13.75	1.26	85.94	ดีเยี่ยม	4
3. การประเมินแบบจำลอง	16	11.20	14.25	0.96	89.06	ดีเยี่ยม	3
4. การปรับปรุงแบบจำลอง	16	11.20	14.75	1.26	92.19	ดีเยี่ยม	1
เฉลี่ยรวม	16	11.20	13.94	0.19	89.46	ดีเยี่ยม	-

จากตารางที่ 20 พบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 13.94 (จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 89.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แปลผลความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม

เมื่อพิจารณาคะแนนตามรายการประเมิน 4 ด้าน คือ การออกแบบแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง การประเมินแบบจำลอง และการปรับปรุงแบบจำลอง พบว่า ทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งพฤติกรรมในการสร้างแบบจำลองที่นักเรียนแสดงได้สูงสุดคือ การปรับปรุงแบบจำลอง ร้อยละ 92.19 รองลงมาคือ การออกแบบแบบจำลอง ร้อยละ 90.63 การใช้แบบจำลอง ร้อยละ 89.06 และการสร้างแบบจำลอง ร้อยละ 85.94 ตามลำดับ ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับดีเยี่ยมตามลำดับ

6. การศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 21 ผลการศึกษาคะแนนความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ความพึงพอใจในการเรียนรู้	μ	σ	ระดับความพึงพอใจ
ด้านบทบาทผู้สอน			
1. ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้าเป็นอย่างดี	4.85	0.38	มากที่สุด
2. ผู้สอนมีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบได้ด้วยตนเอง	4.77	0.44	มากที่สุด
3. ผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ผู้สอนมีการจัดเรียงเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก	4.69	0.48	มากที่สุด
5. ผู้สอนให้คำแนะนำ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน	4.92	0.28	มากที่สุด
รวม	4.82	0.36	มากที่สุด
ด้านบทบาทผู้เรียน			
6. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และมีส่วนร่วมในการทดลอง	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น	4.85	0.38	มากที่สุด
8. ผู้เรียนรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	4.77	0.44	มากที่สุด
9. ผู้เรียนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม	4.69	0.48	มากที่สุด
10. ผู้เรียนได้วิเคราะห์และแสวงหาคำตอบที่จะศึกษาตามความสนใจ	4.77	0.44	มากที่สุด
รวม	4.82	0.35	มากที่สุด

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ความพึงพอใจในการเรียนรู้	μ	σ	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการจัดการเรียนรู้			
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	4.77	0.44	มากที่สุด
12. การจัดการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา	4.92	0.28	มากที่สุด
13. การจัดการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก	5.00	0.00	มากที่สุด
14. การจัดการเรียนรู้เอื้อต่อการปฏิบัติกิจกรรมและการทำงานกลุ่ม	4.77	0.44	มากที่สุด
15. ความเหมาะสมของเวลากับการจัดการเรียนรู้	4.96	0.48	มากที่สุด
รวม			มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
16. ผู้สอนใช้เครื่องมือในการวัดได้เหมาะสมกับการเรียนรู้	4.85	0.38	มากที่สุด
17. ผู้เรียนได้นำความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.77	0.44	มากที่สุด
18. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบตนเองและปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น	4.77	0.44	มากที่สุด
19. ผู้สอนแจ้งผลการเรียนและความก้าวหน้าให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะ ๆ	4.77	0.44	มากที่สุด
20. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย	4.96	0.48	มากที่สุด
รวม	4.77	0.43	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.82	0.36	มากที่สุด

จากตารางที่ 21 พบว่า คะแนนความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 ซึ่งแปลผลว่ามีความพึงพอใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อพิจารณาคะแนนตามรายการประเมินทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านบทบาทผู้สอน ด้านบทบาทผู้เรียน ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล พบว่า ทั้ง 4 ด้านมีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้านบทบาทผู้สอนสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 คะแนน รองลงมาคือ ด้านบทบาทผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 คะแนน ด้านการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 คะแนน และด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 คะแนน ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านภูเงิน อำเภอเขาคกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ จำนวน 4 แผน มีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 5.00 และค่าความเที่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .00 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .31 – .77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33 – .83 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีการของโลเวทท์ (Lovett Method) เท่ากับ 0.91 3) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ .67 และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .83 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ .92 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design คือ มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียวที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยทำการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง

ดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 15 ชั่วโมง โดย 1) ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านภูเงิน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้งหมด 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 รวมเป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยทำการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 4 ครั้ง

3) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วทำการทดสอบหลังการเรียนรู้ (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และการหาขนาดของผล ศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และค่าขนาดของผล

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สรุปว่า

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 3.83 ซึ่งอยู่ในระดับมาก
4. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 13.94 ซึ่งอยู่ในระดับดี
5. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
6. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความพึงพอใจในการเรียนรู้เท่ากับ 4.82 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นการอภิปรายออกเป็น 3 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และขนาดของผลอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น มุ่งเน้นพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการนำความรู้ที่นักเรียนศึกษาจากข้อมูลที่เป็นนามธรรม มาสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจนเป็นรูปธรรม มีการพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองที่สร้างขึ้น และสามารถนำความรู้หรือข้อมูลนั้น จัดกระทำเป็นความคิดรวบยอดในการสร้างความเข้าใจในแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ด้วยตนเอง ซึ่งแบบจำลองถือเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิดหลักการ ทฤษฎี หรือกฎ ซึ่งเป็นสิ่งเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง โดยแบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมไปถึงนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและช่วยทำให้มองเห็นด้วยตาเปล่า (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2557) ผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เช่น “การขึ้นและตกของดวงจันทร์มีลักษณะแตกต่างจากการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์หรือไม่”, “รูปร่างของดวงจันทร์ในแต่ละคืนเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร” เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับปรากฏการณ์ และกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยการใช้คำถาม เพื่อให้ นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะเรียนรู้ จากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 พบว่า นักเรียนมีการทบทวนความรู้เดิมจากคำถามที่ครูกระตุ้นความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และช่วยกันอภิปรายคำถามเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ โดยที่ความรู้เดิมนั้นอาจยังไม่ถูกต้องครบถ้วน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม คำถามอาจเป็นประเด็นหรือข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเพิ่มเติมส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน (Eisenkraft, 2003)

1.2 ขั้นประเมินแนวคิด เป็นขั้นการเรียนรู้บทเรียน ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองและประเมินความคิดของนักเรียน นักเรียนทำการออกแบบแบบจำลองทางความคิดของตนเอง โดยการวาดภาพแบบจำลอง โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มแบบละความสามารถ กลุ่มละ 3-4 คน จากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ศึกษาความรู้จากวิดีโอทัศน์ ร่วมกันอภิปรายความรู้และบันทึกผลกิจกรรม จากนั้นออกแบบแบบจำลองทางความคิดจากความรู้ที่ได้ศึกษา ที่แสดงถึงปรากฏการณ์เป็นภาพวาดสองมิติ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ค่อนข้างแปลกใหม่สำหรับนักเรียน และนักเรียนยังขาดความเข้าใจในเนื้อหา ครูจึงยกตัวอย่างให้นักเรียนสังเกต โดยการเขียนแบบจำลองจากความรู้เดิมและข้อมูลใหม่ที่ได้รับในระหว่างการสร้างแบบจำลอง เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิด ซึ่งเป็นแบบจำลองที่รวบรวมจากข้อมูลหลายแหล่ง เช่น ประสบการณ์ตรงที่เคยผ่านการเรียนรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับผ่านวิดีโอทัศน์หรือสถานการณ์จำลอง (Buckly et al., 2004) ซึ่งการใช้สื่อวิดีโอทัศน์ประกอบช่วยให้นักเรียนเห็นภาพหรือการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น แบบจำลองเสมือนจริงจะช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสเชื่อมโยงไปพร้อมกับวิดีโอทัศน์ทำให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ และมีความกระตือรือร้นในการศึกษาเนื้อหาที่เรียน (สุธัญญา นวลประสิทธิ์ และคณะ, 2553 อ้างถึงใน ปริญญา ช่อวารินทร์, 2565)

1.3 ขั้นสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากความรู้ที่ตนเองได้ศึกษาให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดไว้ในเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรม พร้อมทั้งอธิบายถึงแบบจำลองทางความคิดที่ตนเองได้สร้างขึ้น ว่ามีแนวคิดอย่างไร สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดอย่างไร จากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากการออกแบบแบบจำลองทางความคิด เป็นแบบจำลองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การปั้นแบบจำลองสามมิติ การทำโมเดลกระดาษ และร่วมกันอธิบายหลักการ แนวคิดของแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างไร ซึ่งการที่นักเรียนได้ลงมือสร้างแบบจำลองโดยการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การทำงานพฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้น ๆ โดยเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึง (Analogous system) ที่นักเรียนทราบ หลังจากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วลงมือสร้างแบบจำลอง จึงทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงทั้งในด้านการคิดและการปฏิบัติ (Gobert & Buckley, 2002)

1.4 ขั้นประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยครูผู้สอน

อธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่เป็นรายละเอียดของแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองของนักเรียนสมบูรณ์มากขึ้น จากกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม โดยนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เกี่ยวกับเป้าหมายในการสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง แนวคิดหรือปรากฏการณ์ของแบบจำลอง และสรุปความรู้จากการทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง การเขียนอธิบายหลักการ แนวคิดของปรากฏการณ์ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ จากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองออกมาสมบูรณ์ที่สุด โดยการนำแบบจำลองที่สร้างไปใช้และประเมิน นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นถูกปฏิเสธ เนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น (Gobert & Buckley, 2002)

1.5 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองที่ได้จากการอภิปราย เมื่อผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายข้อมูลจากแบบจำลองของตนเองได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ จากกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 5 พบว่า นักเรียนนำแนวทางจากการอภิปรายร่วมกัน และข้อเสนอแนะของครูมาแก้ไขแบบจำลองที่สร้างขึ้นให้สมบูรณ์ สามารถอธิบายหลักการหรือแนวคิดให้ถูกต้องสมบูรณ์ได้ ซึ่งนักเรียนจะต้องกลับมาพิจารณาแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นแรก รวมทั้งประเมินแบบจำลองอีกครั้งหนึ่งหลังจากที่ได้รับข้อมูลเพิ่มเติมจากชั้นที่ 4 โดยนักเรียนจะเปรียบเทียบแบบจำลองของแต่ละกลุ่มที่สร้างขึ้น และรวบรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองมติของกลุ่ม (Consensus model) ซึ่งในระหว่างขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด (Kenyon, Schwarz, & Hug, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ทิตินา แจมมณี, 2544)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาจากเป้าหมายที่ต้องการวัดและประเมินผลจากพฤติกรรมกรเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ อยู่ในระดับดีมาก ส่วนด้านการวิเคราะห์ อยู่ในระดับดี เนื่องมาจากการวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดขั้นสูง อาจต้องใช้เวลาในการพัฒนา มากกว่าด้านอื่น ๆ เป็นการแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่

เกี่ยวข้องในการตอบคำถามและแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

เหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และขนาดของผลอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร (2559) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรัสวดี ปะภิระเค (2561) ที่ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาคะแนนครั้งที่ 1-4 ของแต่ละกลุ่ม พบว่า มีค่าเฉลี่ย 13.94 อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนทั้ง 4 กลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถนำความรู้เดิม และประสบการณ์ใหม่ที่ได้จากการศึกษา มาสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่นักเรียนสนใจ สามารถอธิบายรายละเอียดของแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ และจัดกระทำความรู้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นการนำความรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด มาสร้างเครื่องมือหรือสิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ ในการสร้างความหมายของกระบวนการทางความคิด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนศึกษา และสามารถนำความรู้หรือข้อมูลนั้น มาอธิบายปรากฏการณ์ในการสร้างความเข้าใจในแบบจำลองได้ โดยใช้การประเมินกระบวนการปฏิบัติและประเมินจากผลงานนักเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนี้ สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Schwarz et al. (2009) กล่าวว่า แบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการคิดและการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์

โดยนักวิทยาศาสตร์จะสร้างและใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดง อธิบาย และทำนาย กระบวนการของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมทั้งมีการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเมื่อได้รับหลักฐานชิ้นใหม่หรือเพื่อเพิ่มความสามารถในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ดังนี้

2.1 การออกแบบแบบจำลอง เป็นการที่นักเรียนออกแบบแบบจำลองทางความคิดของตนเอง โดยการวาดภาพสองมิติ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในขั้นที่ 2 ขึ้นประเมินแนวคิด นักเรียนได้เรียนรู้บทเรียน และศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ออกแบบแบบจำลองทางความคิดของตนเอง โดยการวาดภาพแบบจำลองสองมิติที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถออกแบบแบบจำลองทางความคิด เป็นภาพวาดสองมิติ ที่แสดงรายละเอียดของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง ซึ่งการวาดภาพทำให้ครูสามารถค้นพบความคิดของนักเรียนในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม (Abstract concepts) (Kose, 2008) โดยในขั้นนี้ นักเรียนจะสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้วยการวาดภาพสองมิติ

2.2 การสร้างแบบจำลอง เป็นการที่นักเรียนสร้างแบบจำลอง จากแบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนวาดเป็นภาพสองมิติ ออกมาเป็นแบบจำลองสามมิติ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในขั้นที่ 3 ขึ้นสร้างแบบจำลอง นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ตนเองได้ศึกษา และอธิบายหลักการ แนวคิดของแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างไร จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างแบบจำลองที่แสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเป็นแบบจำลองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การปั้นแบบจำลองสามมิติ การทำโมเดลกระดาษ ส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง ซึ่งความสามารถในการสร้างแบบจำลองเป็นการนำความรู้มาสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองต้องมีการสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานและทฤษฎี (Schwarz et al., 2009)

2.3 การประเมินแบบจำลอง เป็นการที่นักเรียนนำเสนอและตรวจสอบแบบจำลองร่วมกันกับครู ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในขั้นที่ 4 ขึ้นประเมินแบบจำลอง นักเรียนได้นำเสนอแบบจำลองที่สร้างขึ้นถึงเป้าหมาย ขั้นตอน แนวคิดหรือปรากฏการณ์ของแบบจำลอง นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ครูให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบจำลอง และแนวคิดของปรากฏการณ์ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ จากการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลอง สามารถใช้แบบจำลองทางความคิดที่สร้างขึ้น ร่วมกันสรุปความรู้และอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gobert & Buckley (2002) ที่กล่าวว่า การนำแบบจำลองไปใช้และประเมินในขั้นนี้ นักเรียนอาจพบว่า แบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นมา อาจถูกปฏิเสธเนื่องจากอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนจะกลับไปปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

2.4 การปรับปรุงแบบจำลอง เป็นการที่นักเรียนนำข้อเสนอแนะของครูมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่ได้จากการอภิปราย และอธิบายหลักการหรือแนวคิดของแบบจำลองให้ถูกต้องสมบูรณ์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางจากการอภิปรายร่วมกันและข้อเสนอแนะของครูมาปรับปรุงแบบจำลอง และสามารถอธิบายเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติกับแบบจำลองวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้สมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวคิดของ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2557) ที่กล่าวว่า กระบวนการสร้างแบบจำลอง โดยนักวิทยาศาสตร์จะสร้างแบบจำลองหลังจากได้ทดลองค้นคว้าจนได้ข้อสรุป หลักการหรือกฎใหม่ ๆ นักวิทยาศาสตร์จะพิจารณาว่าแบบจำลองต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถอธิบายข้อสรุปหลักการหรือกฎเหล่านั้นได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จะมีการปรับปรุงหรือสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่

เหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนได้ว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาคะแนนครั้งที่ 1-4 ของแต่ละกลุ่ม พบว่า มีค่าเฉลี่ย 13.94 อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โชติภรณ์ ลิเวียง (2560) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโนนหันวิทยายน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะนารถ ประดับมุข (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.82 อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนมีการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและแสดงความคิดเห็น เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับปรากฏการณ์ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม มีส่วนร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียน ได้อภิปราย รับฟังความคิดเห็น กล้าแสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น นอกจากนี้การที่นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนสนุกสนานกับการเรียนและการทำงาน ยังเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งผลให้ผู้เรียนมีพฤติกรรม ความรู้สึกรักคิด ความต้องการ หรือความคาดหวังที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้ของผู้เรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ด้านบทบาทผู้สอน ครูมีการเตรียมการสอนล่วงหน้าเป็นอย่างดี โดยเตรียมเนื้อหาบทเรียนจากง่ายไปยาก ทำให้นักเรียนเปิดใจในการเรียน มีการเตรียมคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ให้คำแนะนำในการแสดงออกทางความคิดและการลงมือปฏิบัติ เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน 2) ด้านบทบาทผู้เรียน นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทุกคนมีส่วนร่วมในการออกแบบ การสร้างและการปรับปรุงแบบจำลอง รับฟังความคิดเห็นกับสมาชิกภายในกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีส่วนร่วมในกิจกรรมอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่ม สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงได้ 3) ด้านการจัดการเรียนรู้ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอความคิดภายในกลุ่ม การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน และการนำเสนอความคิดระหว่างกลุ่ม สามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ปรับปรุงแบบจำลอง และอภิปรายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ ซึ่งบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกทางความคิดอย่างเต็มที่ และนักเรียนสร้างชิ้นงานที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ 4) ด้านการวัดและประเมินผล ครูมีการวัดประเมินผลและใช้เครื่องมือที่หลากหลายเหมาะสมกับการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรม ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองสังเกตจากพฤติกรรม และการประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนสามารถนำความรู้จากการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

เหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ย 4.82 อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โชติภรณ์ ลิ่วเวียง (2560) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้

แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรียานุช ช่องวารินทร์ (2565) ที่ศึกษาการพัฒนาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดวงจันทร์และระบบสุริยะ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ดวงจันทร์และระบบสุริยะ อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนควรชี้แจงบทบาทของนักเรียนในการทำกิจกรรมให้เกิดความเข้าใจชัดเจน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูควรเตรียมตัวอย่างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนดู เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนในการออกแบบและการสร้างแบบจำลอง

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ขึ้นการสร้างแบบจำลอง ใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูสามารถยืดหยุ่นและลดระยะเวลาในขั้นตอนอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสมและในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรแจ้งเวลาของแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนทราบเป็นระยะ

1.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีการเตรียมอุปกรณ์เพื่อสร้างแบบจำลอง เช่น กาว เชือก ดินน้ำมัน กระดาษแข็ง ฟิวเจอร์บอร์ด เป็นต้น หากไม่สามารถปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การทำวิจัยครั้งนี้ มีการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์รายกลุ่ม โดยเป็นการประเมินภาพรวมของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้รายครั้ง ซึ่งเกณฑ์ในการวัดและประเมินผลเป็นภาพรวมของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจประเมินโดยการวิเคราะห์พัฒนาการ เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้หรือประเมินผลของนักเรียนเป็นรายบุคคล

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่านักเรียนจะได้ออกแบบแบบจำลองที่หลากหลาย ได้ลงมือสร้างและปรับปรุงแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551*.

กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560ก). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560ข). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *พลิกโฉมการเรียนรู้ ก้าวสู่ยุคดิจิทัล กระทรวงศึกษาธิการ 128 ปี*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), 86-98.

โชติภรณ์ ลิ่วเวียง. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิสนา เขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ทิสนา เขมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์จำกัด.

นิโลบล หลักหาญ. (2561). *การศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอน วิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา

บุญใจ ศรีสถิตย์นรากร. (2550). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพยาบาลศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ยูเออนด์ไอ อินเตอร์มีเดีย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น

- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2549). *สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักท์.
- ปิยะนารถ ประดับมูข (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์
และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- ปริญานุษ ช่องวารินทร์ (2565). *การพัฒนา นโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดวงจันทร์และระบบ
สุริยะ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2553). *จิตวิทยาการบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- พรรณวิไล ชมชิต. (2552). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง*. *นิตยสาร สสวท*,
38(163), 33.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ:
พัฒนา คุณภาพวิชาการ.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *ความพึงพอใจ ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน
พ.ศ.2542 (หน้า 775)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ:
ไทยวัฒนาพานิช.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรงค์.(2557). *ความเข้าใจธรรมชาติของ
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- รสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในศูนย์เครือข่ายการพัฒนาการศึกษาแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2542). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2564). *สทศ. ประกาศผลสอบ O-NET ปีการศึกษา 2564 จำแนกตามสังกัด ขนาด โรงเรียน ที่ตั้ง ภูมิภาค รายละเอียด*. เรียกใช้เมื่อ 24 ตุลาคม 2566 จาก สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน): <http://www.niets.or.th>
- สิทธิโชค เอี่ยมบุญ. (2563). *การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มมร*, 8(1), 152-172.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- สุรัสวดี ปะกิระเถ. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง
ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัย
ราชภัฏมหาสารคาม.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
เล่ม 1-2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์เซนเตอร์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี : มหาวิทยาลัย
บูรพา.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- หนึ่งฤทัย เกียรติพิมล. (2559). ผลของการใช้แนวความคิดสร้างตัวแทนความคิดที่มีต่อความสามารถ
ในการสร้างแบบจำลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษา
ตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์,
คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2535). ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์การ
เกษตรสารภี จำกัด. วิทยานิพนธ์เทคโนโลยีการเกษตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์
สหกรณ์, คณะเศรษฐศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.
- อับดุลเลาะ อุมาร์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมมูลเคมี
ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี, วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อารยา ควัฒน์กุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Acher, A., Arca, M. and Sanmati, N. (2007). Modeling as a Teaching Learning Process for
Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, 91,
398-418.

- Anastasi, Anne. (1976). *Psychological Testing*. New York: Macmillan.
- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H., & Zhan, L. (2010). *Engaging Elementary Student in Scientific Modeling*. Paper presented at National Association for Research in Science Teaching.
- Bamberger, Y. M., & Davis, E.A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238.
- Bloom, B.S.. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain*. New York: McKay.
- Buckly, B. C., & C. J. Bouter. (2000). *Investigating the role of representations and expressed models in building mental models*. In J.K. Gilbert and C.J. Bouter. (eds.). *Developing Models in Science Education*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 119-135.
- Buckly, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C. H., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-Based Teaching and Learning With BioLogica™: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know?, *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.
- Carter V. Good. (1959). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.
- Cartier, J., Rudolph, J., & Stewart, J. (2001). *The Nature and Structure of Scientific Models*. Working paper.
- Chang, S-N. (2008). *The Learning Effect of Modeling Ability Instruction*. Paper Presented at The Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching.
- Clement, J (2000). Model Base Learning as A Key Research Area for Science Education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053
- Clement, P. (2007). Introducing the Cell Concept with both Animal and Plant Cells: A Historical and Didactic Approach. *Science and Education*. 16, 423-440.

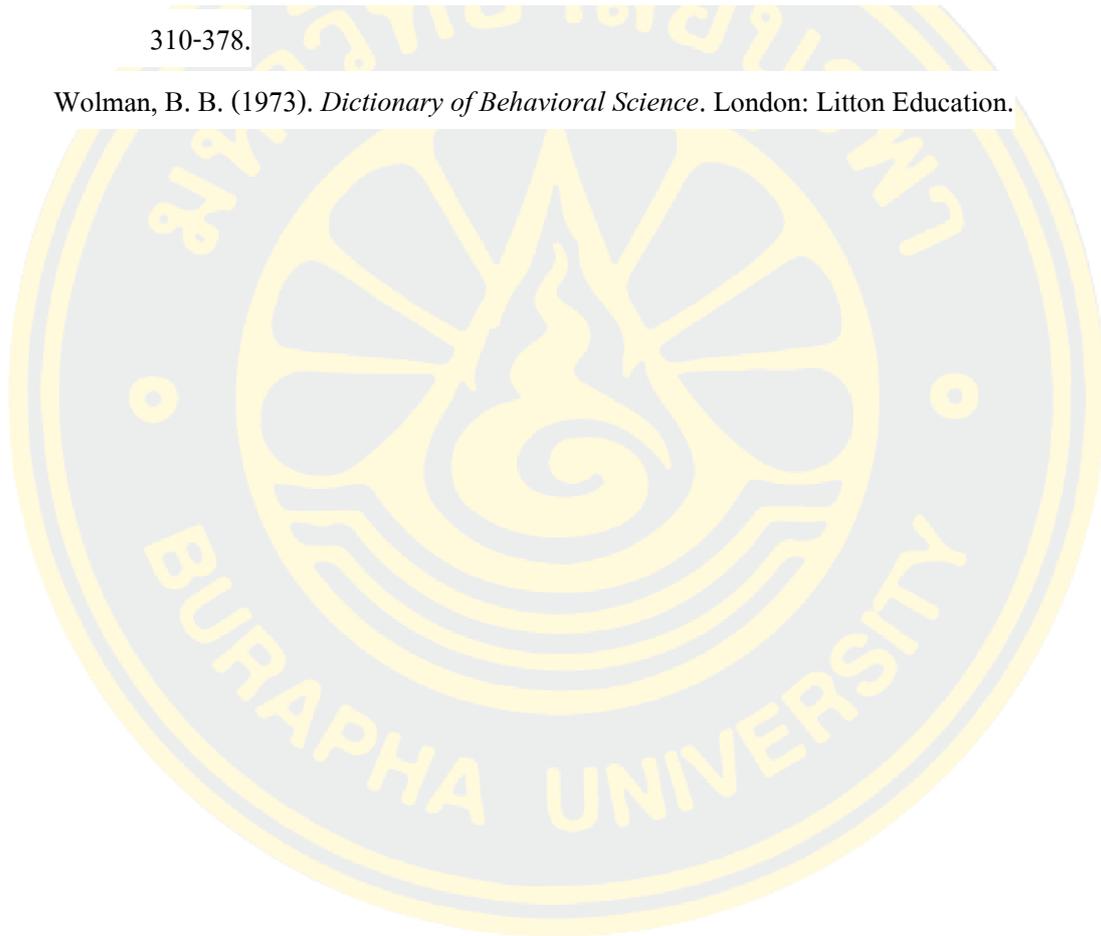
- Chiu, M. H., Chou, C.-C., and Lui, C.-J. (2002). Dynamic Processes of Conceptual Change: Analysis of Constructing Mental Models of Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(8), 688-712.
- Everett, S. A., Otto, C. A., & Luera, G. R. (2009). Preservice elementary teacher' growth in knowledgf of models in a science capstone course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(6), 1201-1225.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model: *The Science Teacher*. 47(4), 56-59.
- Fitz – Gibbon & Carol, T. (1987). *How to Design a Program Evaluation*. Newbury Park: Sage.
- Frigg, R., & Hardmann, S. (2006). *Model in Science*. Retrived April 26, 2019, from: <https://plato.stanford.edu/entries/models-science/>
- Guttersrud, Ø. (2007) *Mathematical Modeling in Upper Secondary Physics Education*. Doctoral Dissertation, Department of Physics Faculty of Mathematics and Natural Science University of Oslo.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in Science Education*, Netherlands: Springer.
- Gilbert, J. K. et al. (2000). Science and Education: Notions of Reality, Theory and Model. In Gilbert, J.K. Bouter, C.J., *Developing Models in Science Education*. pp.20-40. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Gobert. J. D., & Buckley. B. C. (2002). Introduction to Model-based teaching and learning In Science Education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894
- Grosslight, L., C. Unge, & E. Jay. (1991). Secondart Students's Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Herzberg, F., Mausner, B., & Snyderman, B. (1959). *The Motivation to Work*. New York: John Wiley and Sons.

- Hung, J. F., & Lin, J. C. (2009). *The Development of the Simulation Modeling System and Modeling Ability Evaluation*. Retrieved from http://www.sersc.org/journals/IJUNESST/VO12_no4/1.pdf.
- Lehrer, R., Schauble, L., & Glaser, R. (2000). Developing Model-Based Reasoning in Mathematics and Science. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 39-48.
- Kenyon, L., Schwarz, C., & Hug, B. (2008). The benefits of scientific modeling. *Science and Children*, 46(2), 41-44.
- Kose, S. (2008). Diagnosing student Misconception: Using Drawings as Research Method. *World Applied Science Journal*, 3(2), 283-293.
- Khan, K. (2007). Model-Based inquiries in chemistry. *Science Education*, 91, 877-905.
- Klopfer, E.L. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation*. New York: Addison-Wesley
- Maslow, A. (1970). *Motivation and Personality (2nd ed.)*. New York: Harpers and Row.
- Neilson, D., Campbell, T. & Allred, B. (2010). Model Base Inquiry in Physics: A Buoyant Force Module. *The Science Teacher*, 77(8), 38-43
- Nersesian, R. L. (1990). *Corporate Planning, Human Behavior and Computer Simulation: Forecasting Business Cycles*. Quorum Books.
- 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, April). On defining and assessing learners' modelling competence in science teaching and learning. [Paper presentation]. In *Annual Meeting of American Educational Research Association (AERA), Philadelphia, Pennsylvania, USA*.
- Rogers, F., Huddle, P. A., & White, M. D. J. J. o. c. e. (2000). Using a Teaching Model to Correct Know. Misconceptions in Electrochemistry. *Science Education*, 77(1), 104.
- Scott, A.H. (1970). *Milkproduction*. London: Iliffed.
- Schwarz, C. V., & White, B.Y. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing Students. Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science*, 46, 632-654.

Windschitl, M. et al. (2008). How novice science teachers appropriate epistemic discourses around model-based inquiry for use in classrooms. *Cognition and Instruction*, 26(3), 310-378.

Wolman, B. B. (1973). *Dictionary of Behavioral Science*. London: Litton Education.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
- สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บเครื่องมือเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
- สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อกำหนดการวิจัย
- สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
- สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อกำหนดการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทพพร โลมารักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
(ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา)
2. ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์)
3. ดร.สรพงษ์ เจริญกฤตยาวุฒิ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล)
4. นายบุญส่ง เห็นงาม อาจารย์ วิทยาสاتร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)
5. นางระกฤษณ์ เสาะคัน ครูชำนาญการ วิทยาสاتร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนวัดคงบัง (คงบังบำรุงวิทย์) จังหวัดปราจีนบุรี
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)

ที่ อว ๘๑๓๗/๓๑๖๘



บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถนนภาคบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๓๗ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๓๗๓ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์
เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพพร โสมารักษ์ หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
บุรีรัมย์ ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตาม
เนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังกล่าวตามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์
โทรศัพท์ ๐๘๔-๕๓๐๗๕๔๓ หรือที่ E-mail: thamma_joe@hotmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นงจิ ไข่มงคด)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพพร โสมารักษ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th



บันทึกข้อความ

สำนักงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๑๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๓๓๔๐

วันที่ ๑๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๔๒๐๓๗๑ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์
เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในการนี้ บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย
ดังกล่าวแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์ ๐๘๔-๕๓๐๗๔๙๓
หรือที่ E-mail: thamma_joe@hotmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๓๓๔๑

วันที่ ๑๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สรพงษ์ เจริญกฤตยาวุฒิ (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๓๗๑ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔" โดยมี ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์
เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในกรณีนี้ บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย
ดังกล่าวแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์ ๐๘๔-๕๓๐๗๔๙๓
หรือที่ E-mail: thamma_joe@hotmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
 ที่ อว ๘๑๓๗/๓๓๔๒ วันที่ ๑๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕
 เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" มหาวิทยาลัยบูรพา

ด้วย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ รหัสประจำตัวนิสิต ๒๓๔๒๐๓๗๑ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
 มหบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการ
 จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
 วิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔" โดยมี ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์
 เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัด คือ
 อาจารย์บุญส่ง เห็นงาม อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และ
 ประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย ดังเอกสารแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อ
 นิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์ ๐๘๔-๕๓๐๗๔๔๓ หรือที่ E-mail:
 thamma_joe@hotmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำเนาเรียน อาจารย์บุญส่ง เห็นงาม

ที่ ๒๖ ๘๑๓๗/๑๑๖๑



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๑ ถ.องศาตบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๓๑ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดคงบัง (คงบังบำรุงวิทย์)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครรวิทยานิพนธ์
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๑๒๐๓๑๓ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติคำโครรวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔" โดยมี ดร.ธนาวุฒิ อากวงษ์
เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
คุณระภีภรณ์ เสาะตัน ครูชำนาญการพิเศษ ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างคืบ เป็น
ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดัง
รายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์ ๐๘๔-๕๓๐๗๕๔๓ หรือที่ E-mail:
thamma_joe@hotmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน คุณระภีภรณ์ เสาะตัน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
อีเมลล์ gsd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/๐๖๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบึงพระราม จังหวัดสระแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (หาคุณภาพ)

ด้วย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๓๗๑ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี
ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพ
จากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังกล่าวขังต้น
ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๕
จำนวน ๑๒ คน ระหว่างวันที่ ๒๓ - ๒๗ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๖ ทั้งนี้ สามารถติดต่อ นิสิตดังกล่าวขังต้น
ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์ ๐๘๔-๕๓๐๗๔๙๓ หรือที่ E-mail: 63920371@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/๐๖๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลพทาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านกุเงิน จังหวัดสระแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๓๗๑ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี
ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อ
ดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้น
ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๕
จำนวน ๑๓ คน ระหว่างวันที่ ๑ กุมภาพันธ์ – ๓ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖ ทั้งนี้ สามารถติดต่อ นิสิตดังรายนาม
ข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์ ๐๘๔-๕๓๐๗๔๙๓ หรือที่ E-mail: 63920371@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก ข

- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้านก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- คะแนนความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ ข-22 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การขึ้นและตกของดวงจันทร์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 ขึ้นสร้างแบบจำลองทางความคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 ขึ้นประเมินแนวคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 ขึ้นสร้างแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ขึ้นประเมินแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ขึ้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-23 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง รูปร่างของดวงจันทร์ในท้องฟ้า

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 ขึ้นสร้างแบบจำลองทางความคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 ขึ้นประเมินแนวคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 ขึ้นสร้างแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ขึ้นประเมินแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ขึ้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผล ได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-24 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง องค์ประกอบของระบบสุริยะ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 ชั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 ชั้นประเมินแนวคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 ชั้นสร้างแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ชั้นประเมินแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ชั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผล ได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-25 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง คาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 ขึ้นสร้างแบบจำลองทางความคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 ขึ้นประเมินแนวคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 ขึ้นสร้างแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ขึ้นประเมินแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ขึ้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผล ได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						5.00	0.00	มากที่สุด

จากตารางที่ ข-22 ถึง ข-25 ผลค่าเฉลี่ยการประเมินระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน สรุปได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00

ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00



การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข-26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และ
พฤติกรรมที่ต้องการวัด

แบบทดสอบข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	0	0	+1	0.60	ใช้ได้
11	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ข-26 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	-1	+1	0.60	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	-1	+1	0.60	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	-1	+1	0.60	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	-1	+1	0.60	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ข-26 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
46	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
51	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
52	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
53	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
54	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
55	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-26 เมื่อวิเคราะห์ผลคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระหว่าง .60 ถึง 1.00

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ข-27 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. การออกแบบแบบจำลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. การสร้างแบบจำลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. การใช้แบบจำลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. การปรับปรุงแบบจำลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-27 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถ
ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองในแต่ละด้านมีค่าดัชนีความ
สอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ ข-28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-28 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ในการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์
ทางดาราศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00



การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข-29 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการวิเคราะห์	ข้อสอบคัดเลือก ใช้ฉบับจริง
1	0.38	0.17	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
2	0.62	0.33	ใช้ได้	1
3	0.54	0.50	ใช้ได้	2
4	0.54	0.50	ใช้ได้	3
5	0.54	0.50	ใช้ได้	4
6	0.69	0.50	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
7	0.38	0.50	ใช้ได้	5
8	0.54	0.17	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
9	0.31	0.33	ใช้ได้	6
10	0.85	0.50	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
11	0.31	0.33	ใช้ได้	7
12	0.54	0.50	ใช้ได้	8
13	0.85	0.50	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
14	0.92	0.33	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
15	0.46	0.33	ใช้ได้	9
16	0.62	0.33	ใช้ได้	10
17	0.54	0.17	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
18	0.46	0.00	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
19	0.62	0.67	ใช้ได้	11
20	0.46	0.33	ใช้ได้	12
21	0.38	0.50	ใช้ได้	13
22	0.54	0.50	ใช้ได้	14

ตารางที่ ข-29 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการวิเคราะห์	ข้อสอบคัดเลือกใช้
	(P)	(D)		ฉบับจริง
23	0.62	0.33	ใช้ได้	15
24	0.31	0.33	ใช้ได้	16
25	0.62	0.33	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
26	0.77	0.33	ใช้ได้	17
27	0.54	0.83	ใช้ได้	18
28	0.62	0.33	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
29	0.38	0.17	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
30	0.77	0.67	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
31	0.46	0.33	ใช้ได้	19
32	0.69	0.83	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
33	0.77	0.67	ใช้ได้	20
34	1.00	0.17	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
35	0.62	0.33	ใช้ได้	21
36	0.54	0.17	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
37	0.46	0.33	ใช้ได้	22
38	0.92	0.33	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
39	0.46	0.33	ใช้ได้	23
40	0.38	0.50	ใช้ได้	24
41	0.54	0.50	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
42	0.46	0.33	ใช้ได้	25
43	0.62	0.00	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
44	0.15	0.33	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
45	0.54	0.50	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
46	0.77	0.33	ใช้ได้	26
47	0.92	0.33	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
48	0.62	0.33	ใช้ได้	27

ตารางที่ ข-29 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการวิเคราะห์	ข้อสอบคัดเลือกใช้ ฉบับจริง
49	0.62	0.33	ใช้ได้	28
50	0.69	0.17	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
51	0.46	0.00	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
52	0.38	0.50	ใช้ได้	29
53	0.31	0.33	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
54	0.46	0.33	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
55	0.62	0.67	ใช้ได้	30

จากตารางที่ ข-29 แสดงค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .31 – .77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .33 – .83

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method) แสดงดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ $k = 30$

$$\sum X_i = 267$$

$$\sum X_i^2 = 6,029$$

$$\sum (X_i - C)^2 = 719$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{30(267) - 6,029}{(30-1)(719)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{8,010 - 6,029}{(29)(719)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{1,981}{20,851}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.095$$

$$r_{cc} = 0.91$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .91

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ข-30 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์

รายการประเมินที่	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์	รายการประเมิน ที่ใช้ฉบับจริง
1. การออกแบบแบบจำลอง	4.00	ใช้ได้	1
2. การสร้างแบบจำลอง	3.50	ใช้ได้	2
3. การใช้แบบจำลอง	3.75	ใช้ได้	3
4. การปรับปรุงแบบจำลอง	3.50	ใช้ได้	4

จากตารางที่ ข-30 แสดงค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการ
สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.50 - 4.00 และมีค่าความเชื่อมั่น
ทั้งหมดเท่ากับ .67

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ในการเรียนรู้

ตารางที่ ข-31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้

ข้อความที่	ค่าอำนาจจำแนก (R)	ผลการวิเคราะห์	ข้อความที่คัดเลือก ใช้ฉบับจริง
1	1.00	ใช้ได้	1
2	1.00	ใช้ได้	2
3	0.83	ใช้ได้	3
4	1.00	ใช้ได้	4
5	0.83	ใช้ได้	5
6	1.00	ใช้ได้	6
7	0.83	ใช้ได้	7
8	0.83	ใช้ได้	8
9	1.00	ใช้ได้	9
10	0.83	ใช้ได้	10
11	1.00	ใช้ได้	11
12	0.83	ใช้ได้	12
13	1.00	ใช้ได้	13
14	0.83	ใช้ได้	14
15	1.00	ใช้ได้	15
16	0.83	ใช้ได้	16
17	1.00	ใช้ได้	17
18	0.83	ใช้ได้	18
19	1.00	ใช้ได้	19
20	0.83	ใช้ได้	20

จากตารางที่ ข-31 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .83 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .92



ตารางที่ ข-32 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	18
2	8	20
3	10	25
4	12	26
5	10	23
6	9	21
7	7	19
8	8	24
9	9	26
10	8	22
11	10	26
12	8	19
13	11	24
μ	9.00	22.54
σ	1.53	2.90

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.53
ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 22.54 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.90

ตารางที่ ข-33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้านก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

พฤติกรรมการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
		μ	μ
1. ความรู้ความจำ	9	3.23	7.08
2. ความเข้าใจ	7	2.15	5.23
3. การนำไปใช้	7	2.00	5.31
4. การวิเคราะห์	7	1.77	4.92
รวม	30	9.15	22.54
μ	-	2.28	5.64
σ	-	3.50	2.90

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 2.28 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50
ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 5.64 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.90

ตารางที่ ข-34 คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 ครั้ง (คะแนนเต็มครั้งละ 16 คะแนน โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ด้านละ 4 คะแนน)

กลุ่ม ที่	ครั้ง ที่	พฤติกรรมความสามารถในการสร้างแบบจำลอง				คะแนน รวม	μ	σ	แปลผล
		ด้านการ ออกแบบ แบบจำลอง	ด้านการ สร้าง แบบจำลอง	ด้านการ ประเมิน แบบจำลอง	ด้านการ ปรับปรุง แบบจำลอง				
1	1	3	3	3	3	12	3.00	0.00	ดี
	2	3	4	3	3	13	3.25	0.50	ดี
	3	4	4	3	3	14	3.50	0.58	ดีมาก
	4	4	3	3	4	14	3.50	0.58	ดีมาก
2	1	4	3	3	3	13	3.25	0.50	ดี
	2	3	4	3	4	14	3.50	0.58	ดีมาก
	3	4	4	3	4	15	3.75	0.50	ดีมาก
	4	4	3	4	4	15	3.75	0.50	ดีมาก
3	1	3	3	3	3	12	3.00	0.00	ดี
	2	3	3	3	4	13	3.25	0.50	ดี
	3	3	3	3	4	13	3.25	0.50	ดี
	4	4	3	3	4	14	3.50	0.58	ดีมาก
4	1	4	4	3	4	15	3.75	0.50	ดีมาก
	2	4	3	4	4	15	3.75	0.50	ดีมาก
	3	4	4	3	4	15	3.75	0.50	ดีมาก
	4	4	4	4	4	16	4.00	0.00	ดีมาก
รวม		58	55	51	59	223	55.75	6.82	
เฉลี่ยรวม		3.63	3.44	3.19	3.69	13.94	3.49	0.19	ดี

จากตารางที่ ข-34 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 1-4 เท่ากับ 13.94 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน พบว่า ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการปรับปรุงแบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 รองลงมาคือ ด้านการออกแบบแบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 ด้านการสร้างแบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 และด้านการใช้แบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.19 ตามลำดับ



ตารางที่ ข-35 คะแนนความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ข้อความ	คะแนนรวม	μ	σ
ด้านบทบาทผู้สอน			
1. ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้าเป็นอย่างดี	63	4.85	0.38
2. ผู้สอนมีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบได้ด้วยตนเอง	62	4.77	0.44
3. ผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา	65	5.00	0.00
4. ผู้สอนมีการจัดเรียงเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก	61	4.69	0.48
5. ผู้สอนให้คำแนะนำ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน	64	4.92	0.28
ด้านบทบาทผู้เรียน			
6. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และมีส่วนร่วมในการทดลอง	65	5.00	0.00
7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น	63	4.85	0.38
8. ผู้เรียนรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	62	4.77	0.44
9. ผู้เรียนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม	61	4.69	0.48
10. ผู้เรียนได้วิเคราะห์และแสวงหาคำตอบที่จะศึกษาตามความสนใจ	62	4.77	0.44
ด้านการจัดการเรียนรู้			
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	62	4.77	0.44

ตารางที่ ข-35 (ต่อ)

ข้อความ	คะแนนรวม	μ	σ
12. การจัดการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา	64	4.92	0.28
13. การจัดการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก	65	5.00	0.00
14. การจัดการเรียนรู้เอื้อต่อการปฏิบัติกิจกรรมและการทำงานกลุ่ม	62	4.77	0.44
15. ความเหมาะสมของเวลากับการจัดการเรียนรู้	61	4.96	0.48
ด้านการวัดและประเมินผล			
16. ผู้สอนใช้เครื่องมือในการวัดได้เหมาะสมกับการเรียนรู้	63	4.85	0.38
17. ผู้เรียนได้นำความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	62	4.77	0.44
18. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบตนเองและปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น	62	4.77	0.44
19. ผู้สอนแจ้งผลการเรียนและความก้าวหน้าให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะ ๆ	62	4.77	0.44
20. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย	61	4.96	0.48
μ	62.60	4.82	0.36

ค่าคะแนนความพึงพอใจในการเรียนรู้เท่ากับ 4.82 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36

The logo of Burapha University is a large, circular emblem in the background. It features a central design with a crown-like element at the top and a base that resembles a stylized 'B' or a similar symbol. The text 'มหาวิทยาลัยบูรพา' is written in Thai script along the top inner edge of the circle, and 'BURAPHA UNIVERSITY' is written in English along the bottom inner edge. The entire logo is rendered in a light yellow or gold color.

ภาคผนวก ก

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์
- แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้
- ภาพตัวอย่างแบบจำลองและกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การขึ้นและตกของดวงจันทร์

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้วิจัย นางสาวพรรณรัตน์ คำคำ

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1.2 ตัวชี้วัด

ว 3.1 ป. 4/1 อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

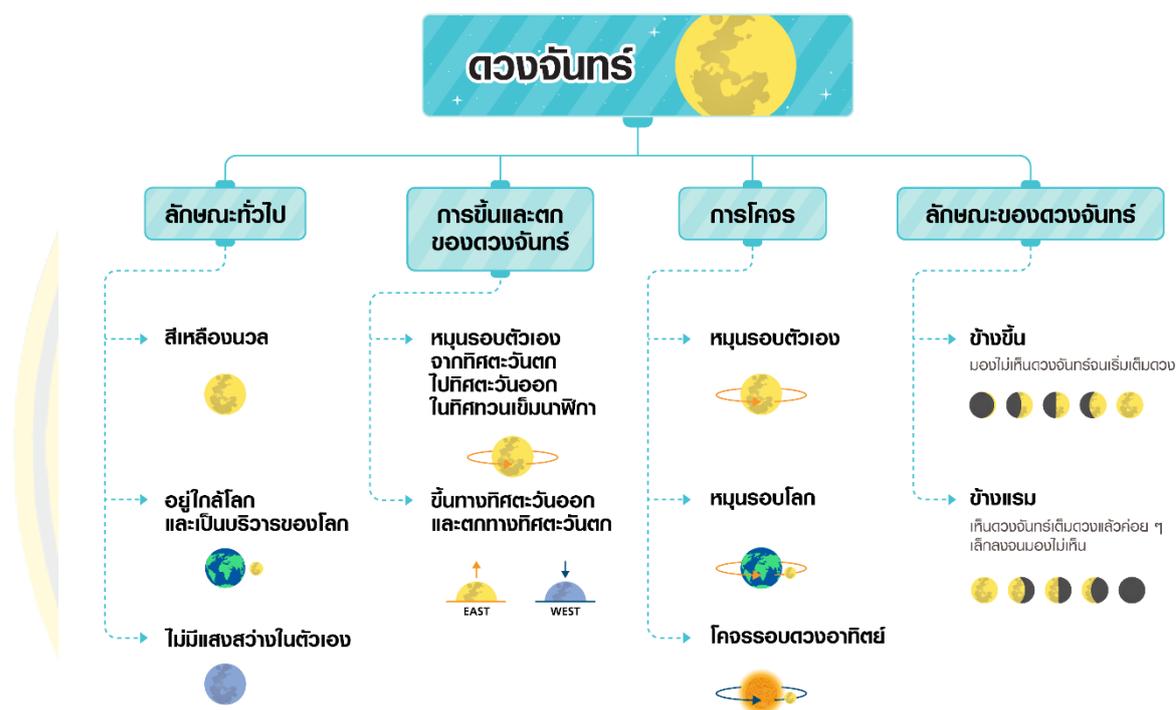
1. นักเรียนสามารถอธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ได้ (K)
2. นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ได้ (P)
3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ และมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระสำคัญ

การขึ้นและตกของดวงจันทร์เกิดจากดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เช่นเดียวกับโลก โดยที่ดวงจันทร์ใช้เวลาในการโคจรรอบโลกนานกว่าเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง ซึ่งดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตกหมุนเวียนเป็นแบบรูปซ้ำ ๆ

4. สารการเรียนรู้

ดวงจันทร์เป็นดาวบริวารของโลก ซึ่งไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แสงสว่างที่ทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์เกิดจากแสงของดวงอาทิตย์ตกกระทบดวงจันทร์แล้วสะท้อนมายังโลก โลกของเรามีดวงจันทร์เป็นบริวาร 1 ดวง และดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกมากที่สุด เราจึงมองเห็นดวงจันทร์สว่างเป็นอันดับที่ 2 รองจากดวงอาทิตย์



ดวงจันทร์มีการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับโลก คือ หมุนรอบตัวเอง และโคจรรอบโลกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เช่นเดียวกันกับการหมุนรอบตัวเองของโลก แต่ดวงจันทร์จะใช้เวลาโคจรรอบโลกนานกว่าเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์ขึ้นช้าลงทุกวัน การขึ้นและตกของดวงจันทร์มีลักษณะการเกิดเช่นเดียวกันกับการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์

ในเวลาใกล้ค่ำเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่ทิศตะวันตก เราจะเห็นดวงจันทร์อยู่ทางทิศตะวันออก ซึ่งในวันขึ้น 15 ค่ำ หรือในคืนวันเพ็ญ เราจะเห็นดวงจันทร์ลอยสูงขึ้นไปจนถึงตำแหน่งสูงสุด จากนั้นจะลอยต่ำลงมาจนกระทั่งลับขอบฟ้าไปทางทิศตะวันตกในเวลาเช้า

การหมุนรอบตัวเองของโลกจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากขั้วโลกเหนือ ทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกหมุนเวียนเป็นแบบรูปซ้ำ ๆ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 6.1 มีวินัย
- 6.2 ใฝ่เรียนรู้
- 6.3 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 6.4 มีจิตสาธารณะ

7. ชิ้นงาน / ภาระงาน

1. แบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์
2. ใบงานที่ 1 ตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้า
3. ใบงานที่ 2 การออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (10 นาที)

1. ครูตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับปรากฏการณ์จากการหมุนรอบตัวเองของโลก และถามคำถามนักเรียนโดยใช้คำถามว่า

- การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์ใดบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น เกิดกลางวัน กลางคืน การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์)
- การขึ้นและตกของดวงจันทร์มีลักษณะแตกต่างจากการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์หรือไม่ (การขึ้นและตกของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์มีทิศทางเดียวกัน)

2. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่า การขึ้นและตกของดวงจันทร์เกิดขึ้นได้อย่างไร

- ในแต่ละคืนดวงจันทร์ปรากฏเคลื่อนที่จากทิศใดไปทิศใด (ดวงจันทร์ปรากฏเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก)
- ดวงจันทร์ปรากฏขึ้นและตกทางทิศใด เกิดจากอะไร (ดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออก และตกทางด้านทิศตะวันตก เกิดจากโลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากขั้วโลกเหนือ)

ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด (50 นาที)

1. นักเรียนทำกิจกรรม ตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้า แบ่งกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) ออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน โดยครูเป็นผู้เลือกนักเรียนเข้ากลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มช่วยกันสังเกตตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้า
2. นักเรียนสังเกตตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้าจากวิดีโอ เรื่อง การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดาวตามแผนที่วางไว้ และวาดรูปตำแหน่งของดวงจันทร์ลงในใบงานที่ 1 ตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้า
3. เมื่อนักเรียนชมวิดีโอ เรื่อง การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดาว แล้วร่วมกันอภิปรายตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้าตามเวลาที่กำหนดในใบงาน และร่วมกันสรุปได้ว่า ดวงจันทร์จะปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออก และตกทางด้านทิศตะวันตก เกิดจาก โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากขั้วโลกเหนือ
4. ครูให้นักเรียนออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ ตามใบงานที่ 2 การออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแบบจำลอง (60 นาที)

1. ครูเชื่อมโยงการออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ เข้าสู่การออกแบบแบบจำลองโมเดล 3 มิติ
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ ตามใบงานที่ 2 การออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ ที่ได้ออกแบบไว้ ตัวแทนกลุ่มออกมาจับอุปกรณ์ กลุ่มละ 1 ชุด โดยครูคอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างแบบจำลองทางความคิด และเขียนอธิบายหลักการแนวคิดของปรากฏการณ์ลงในใบงานที่ 2 เพื่อเตรียมนำเสนอและอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีหลักการอย่างไรที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง (40 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมภายในกลุ่มและช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องเพื่อเตรียมความพร้อมในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 นาที เกี่ยวกับเป้าหมายในการสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง แนวคิด หรือปรากฏการณ์ของแบบจำลอง และสรุปความรู้จากการทำกิจกรรม จนครบทุกกลุ่ม

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองในแต่ละกลุ่ม และการเขียนอธิบายหลักการ แนวคิดของปรากฏการณ์ จากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองออกมาสมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (20 นาที)

1. นักเรียนนำแนวทางการสร้างแบบจำลองจากการอภิปรายร่วมกัน และข้อเสนอแนะของครูมาแก้ไขแบบจำลองที่สร้างขึ้นให้สมบูรณ์ และปรับปรุงการอธิบายหลักการหรือแนวคิดให้ถูกต้อง

2. ครูตั้งคำถามจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- ตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้าที่เวลาต่าง ๆ เป็นอย่างไร (ตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ในแต่ละวันเปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อย ๆ จากทางด้านทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก)

- หากไม่มีการขึ้นและตกของดวงจันทร์ นักเรียนคิดว่า จะส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร (ส่งผล เพราะหากไม่มีดวงจันทร์ปรากฏบนท้องฟ้าในเวลากลางคืนท้องฟ้าจะมีมืด ทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ไม่ชัดเจน / ไม่ส่งผล เพราะหากในเวลากลางคืนมืด เรายังสามารถใช้หลอดไฟได้ ซึ่งทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากกว่าใช้แสงของดวงจันทร์)

3. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ครูเฉลยและอธิบายคำตอบร่วมกัน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลักการหรือแนวคิด ดังนี้ ดวงจันทร์ปรากฏขึ้นจากด้านทิศตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตก ตำแหน่งการปรากฏของดวงจันทร์ในแต่ละคืนก็จะเคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกไปทางด้านทิศตะวันตก ซึ่งดวงจันทร์มีการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับโลก คือ หมุนรอบตัวเอง และ โคจรรอบโลกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เช่นเดียวกับการหมุนรอบตัวเองของโลก แต่ดวงจันทร์จะใช้เวลาโคจรรอบโลกนานกว่าเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์ขึ้นช้าลงทุกวัน การขึ้นและตกของดวงจันทร์มีลักษณะการเกิดเช่นเดียวกันกับการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2
2. วิดีทัศน์ เรื่อง การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดาว
3. อุปกรณ์ที่ใช้สร้างแบบจำลอง ดังนี้ ฟิวเจอร์บอร์ด ดินน้ำมัน ดินเบา คัตเตอร์ กระดาษสี กรรไกร ปากกาเคมี กาว เทปใส เทปผ้า



การวัดและประเมินผล (ด้านความรู้, ด้านกระบวนการ, ด้านเจตคติ)

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ Knowledge	- ตรวจใบงานที่ 1 ตำแหน่ง ของดวงจันทร์ในท้องฟ้า - ตรวจใบงานที่ 2 การออกแบบแบบจำลอง แสดงเส้นทางการขึ้นและ ตกของดวงจันทร์	- ใบงานที่ 1 ตำแหน่งของดวง จันทร์ในท้องฟ้า - ใบงานที่ 2 การออกแบบ แบบจำลองแสดง เส้นทางการขึ้นและ ตกของดวงจันทร์	- นักเรียนตอบ คำถามถูกต้องผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 70 - นักเรียนทำ ใบงานถูกต้อง ร้อยละ 70
ด้านกระบวนการ Process	- การประเมินแบบจำลอง	- แบบประเมิน ความสามารถใน การสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	- นักเรียนสร้าง แบบจำลองอยู่ใน ระดับดีขึ้นไป (11 คะแนนจาก 16 คะแนน)
ด้านเจตคติ Attribute	- ครูสังเกตพฤติกรรม การเรียนของนักเรียน	- แบบบันทึก พฤติกรรม การเรียน ของนักเรียน	- นักเรียนต้อง ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี (12 คะแนนขึ้นไป จาก 16 คะแนน)

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ผู้สอนบันทึกคะแนน เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายกลุ่ม ตามรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....

กลุ่มที่	รายการประเมิน				คะแนนรวม (16)	แปลผล ระดับ ความสามารถ
	การออกแบบ แบบจำลอง (4)	การสร้าง แบบจำลอง (4)	การประเมิน แบบจำลอง (4)	การปรับปรุง แบบจำลอง (4)		
1						
2						
3						
4						
5						

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. การออกแบบแบบจำลอง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดที่ต้องการศึกษาถูกต้องเล็กน้อย
2. การสร้างแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองถูกต้องเล็กน้อย
3. การประเมินแบบจำลอง	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติถูกต้องบางส่วน	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติถูกต้องเล็กน้อย
4. การปรับปรุงแบบจำลอง	นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองและสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองและสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองและสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสามารถปรับปรุงแบบจำลองแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

เกณฑ์การสรุปผลการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
4-7	ควรปรับปรุง

แบบบันทึกพฤติกรรมกรเรียนของนักเรียน

เรื่องที่สอน.....ชั้นประถมศึกษาปีที่.....

วัน เดือน ปีที่สอน..... ชื่อผู้ประเมิน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	พฤติกรรมกรเรียน					ระดับ คุณภาพ
		ความใฝ่รู้	ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม	การตอบคำถาม	การปฏิบัติงาน	รวมคะแนน	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	4	3	2	1
ระดับคุณภาพ	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียน
(Rubric Assessment)

พฤติกรรม การเรียน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความใฝ่รู้	มีความกระตือรือร้น สนใจซักถามข้อ สงสัย ศึกษาค้นคว้า เพิ่มเติมเข้าร่วม กิจกรรมทุกครั้ง	มีความกระตือรือร้น สนใจซักถามข้อ สงสัย ศึกษาค้นคว้า เพิ่มเติม	มีความกระตือรือร้น สนใจซักถามข้อ สงสัย	มีความกระตือรือร้น
การปฏิบัติ กิจกรรมกลุ่ม	ตั้งใจปฏิบัติ กิจกรรม ความร่วมมือ ความเสียสละ ความเป็นผู้นำ	ตั้งใจปฏิบัติ กิจกรรม ความร่วมมือ ความเสียสละ	ตั้งใจปฏิบัติ กิจกรรม ความร่วมมือ	ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรม
การตอบคำถาม	ความร่วมมือ ความเสียสละ กล้าแสดงความคิดเห็น คำตอบ ถูกต้อง	ความร่วมมือ ความเสียสละ กล้าแสดงความคิดเห็น	ความร่วมมือ ความเสียสละ	ความร่วมมือ
การปฏิบัติงาน	เนื้อหาถูกต้อง สื่อความหมาย ชัดเจนเสร็จสมบูรณ์ ตามเวลาความ มีน้ำใจ	เนื้อหาถูกต้อง เสร็จสมบูรณ์ ตามเวลา ความมีน้ำใจ	เนื้อหาถูกต้อง ความมีน้ำใจ	ความมีน้ำใจ

เกณฑ์การสรุประดับคุณภาพพฤติกรรมการเรียน

คะแนน	0-8	9-11	12-14	15-16
ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก

แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ)

ตำแหน่ง ครู

...../...../.....

วีดิทัศน์ เรื่อง การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดาว

ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=iFB9P3yINmE>

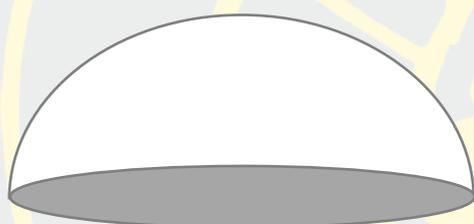


ใบงานที่ 1
ตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้า

คำชี้แจง วาดภาพตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ที่สังเกต

กลุ่มที่ สมาชิก 1..... 2..... 3..... 4.....

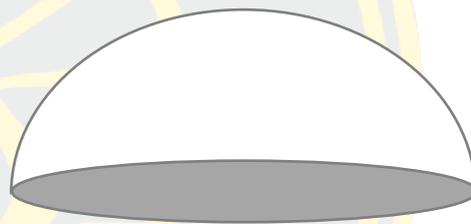
ในวันที่ 1



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

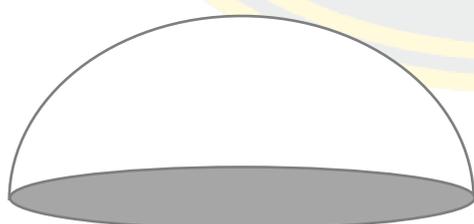
เวลา 18.30 น.



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

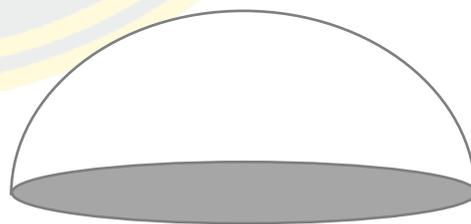
เวลา 20.30 น.



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

เวลา 05.30 น.

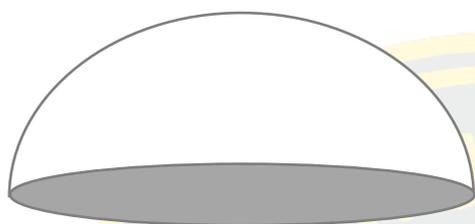


ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

เวลา 07.30 น.

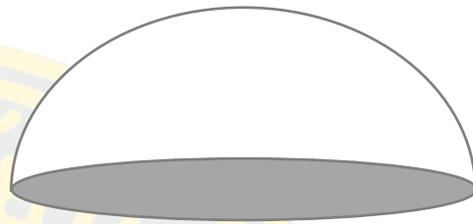
ในวันที่ 2



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

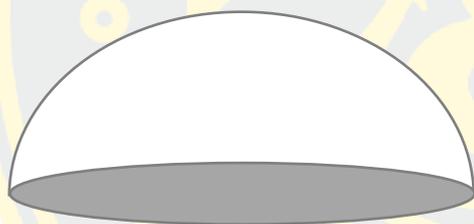
เวลา 18.30 น.



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

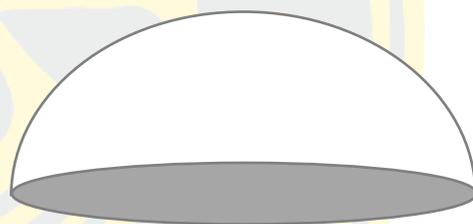
เวลา 20.30 น.



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

เวลา 05.30 น.

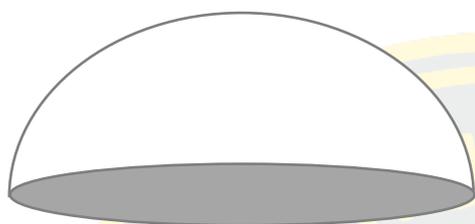


ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

เวลา 07.30 น.

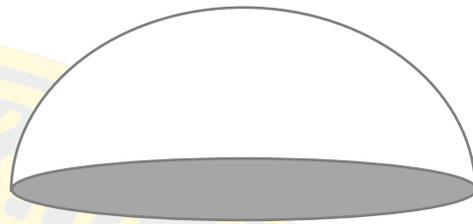
ในวันที่ 3



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

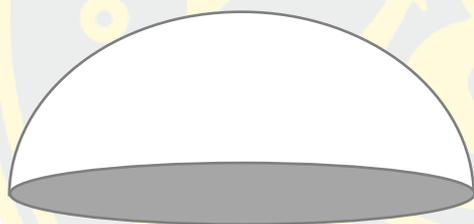
เวลา 18.30 น.



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

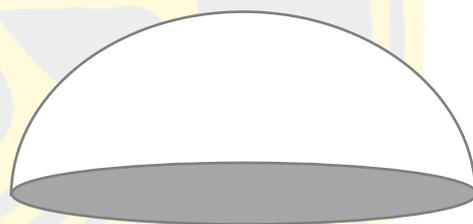
เวลา 20.30 น.



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

เวลา 05.30 น.



ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก

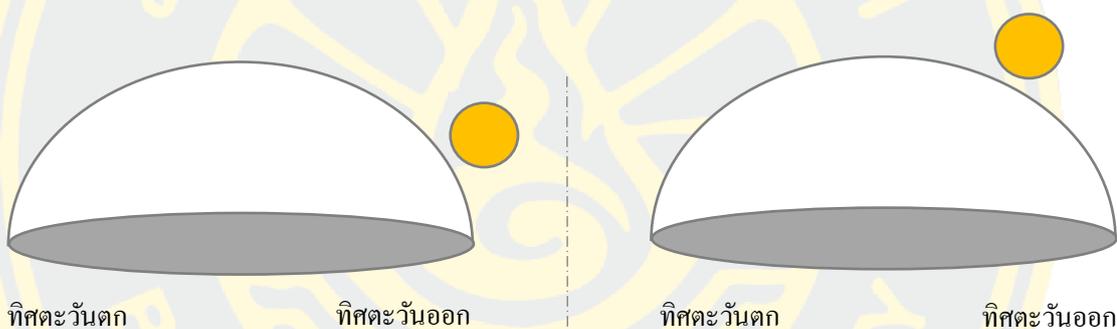
เวลา 07.30 น.

เฉลยใบงานที่ 1
ตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้า

คำชี้แจง วาดภาพตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ที่สังเกต

กลุ่มที่
สมาชิก 1..... 2.....
3..... 4.....

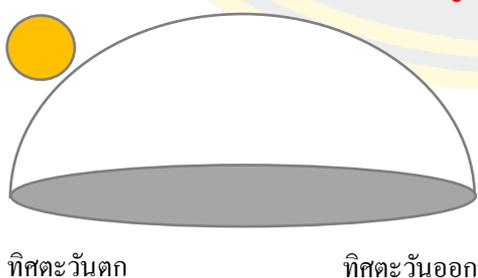
ในวันที่ 1



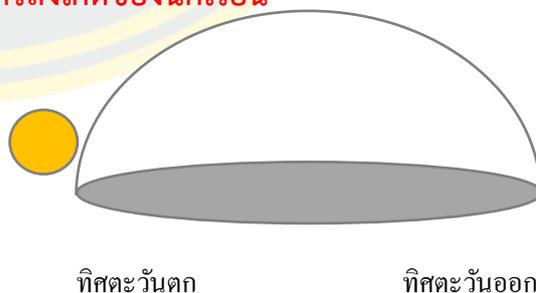
เวลา 18.30 น.

เวลา 20.30 น.

คำตอบขึ้นอยู่กับผลการสังเกตของนักเรียน

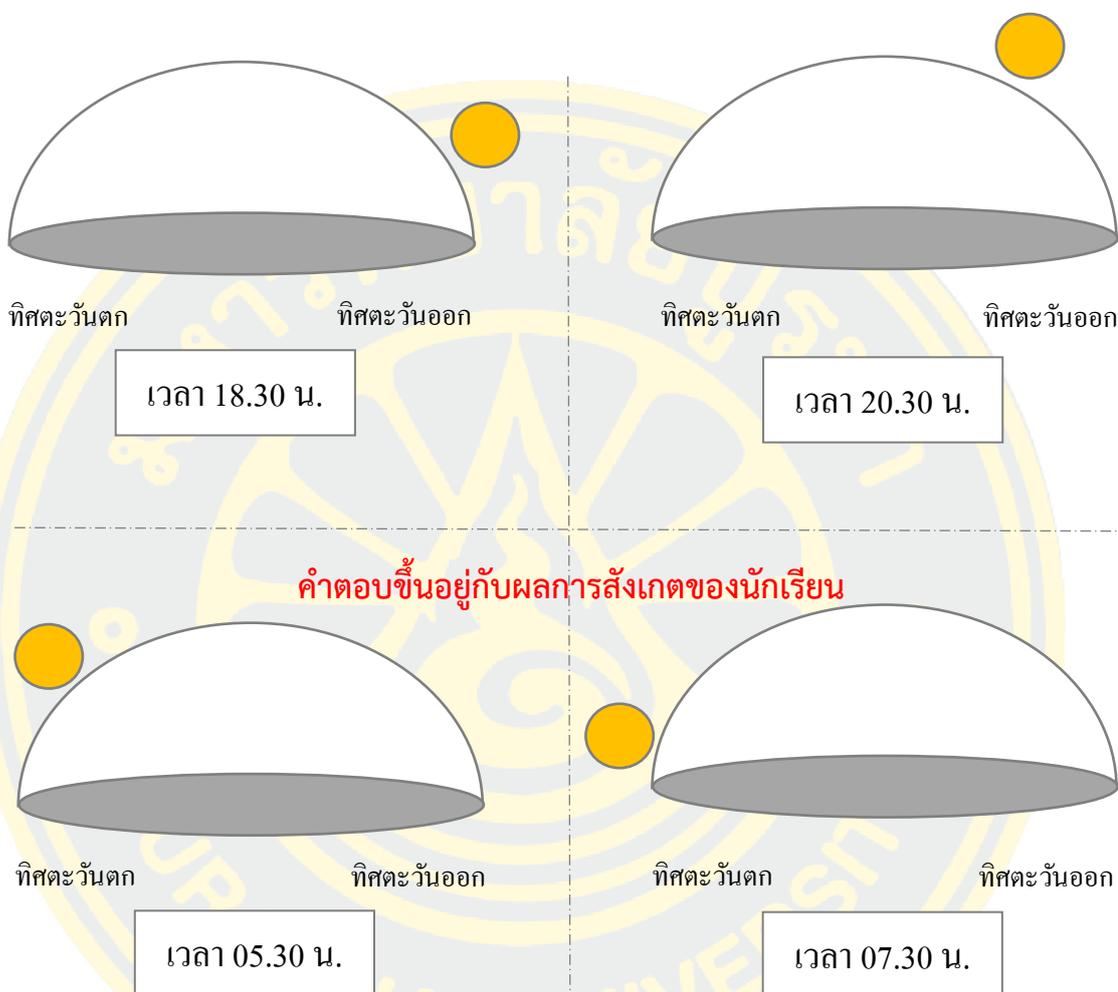


เวลา 05.30 น.

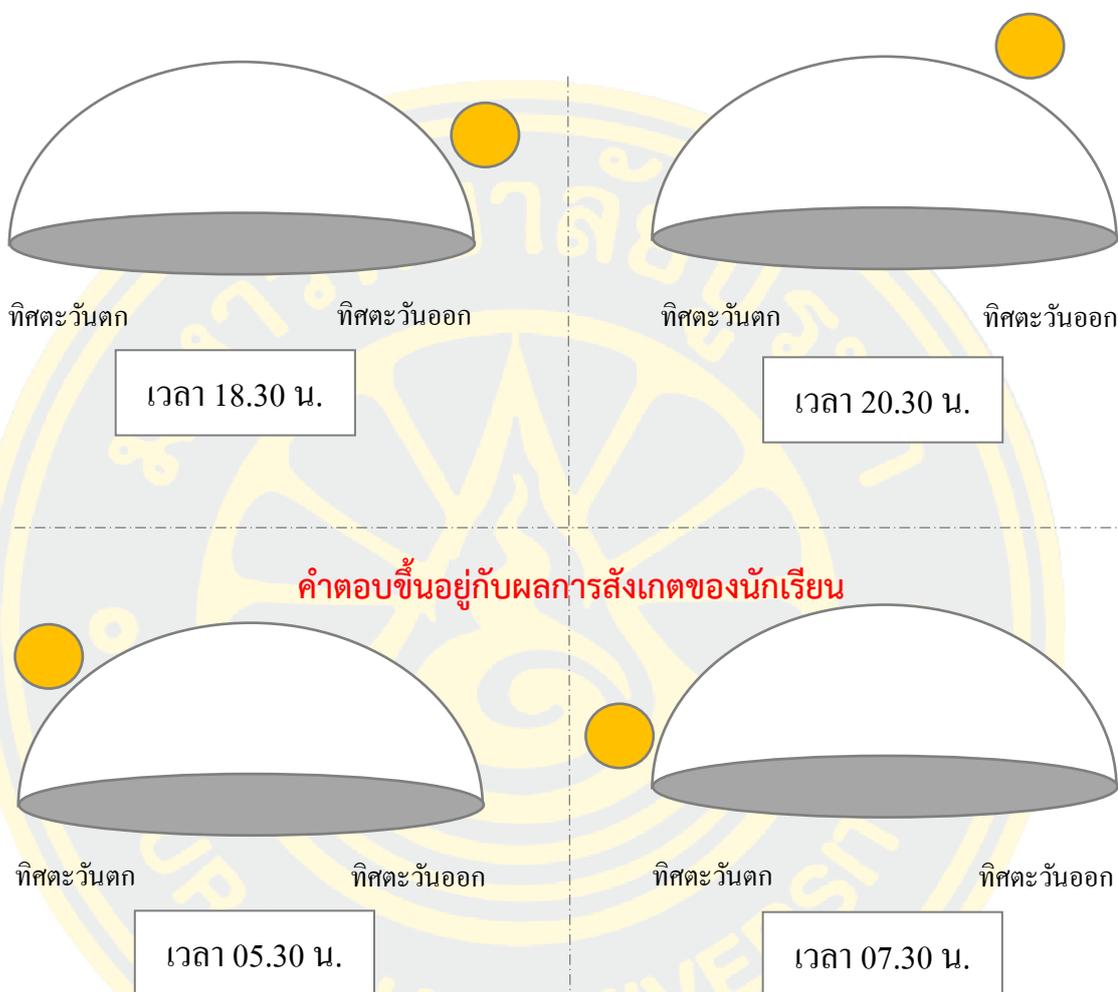


เวลา 07.30 น.

ในวันที่ 2



ในวันที่ 3



ใบงานที่ 2

การออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์

กลุ่มที่
สมาชิก 1..... 2.....
3..... 4.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์และเขียนอธิบายหลักการ หรือแนวคิดของปรากฏการณ์



เฉลยใบงานที่ 2

การออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์

กลุ่มที่

สมาชิก 1..... 2.....

3..... 4.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพออกแบบแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์และเขียนอธิบายหลักการ หรือแนวคิดของปรากฏการณ์



นอกจากนี้คำตอบขึ้นอยู่กับผลการทำกิจกรรมของนักเรียน

คำตอบขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้สอน

เป้าหมายในการทำกิจกรรม

เพื่อสร้างแบบจำลองแสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์และอธิบาย

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

1. ระดมความคิดในการออกแบบแบบจำลองที่แสดงเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์
2. วางแผนการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลอง
3. ลงมือสร้างแบบจำลองตามแผนที่วางไว้
4. ทดลองใช้แบบจำลอง ปรับปรุงและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

หลักการหรือแนวคิดของปรากฏการณ์

ดวงจันทร์จะปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออก และเมื่อเวลาผ่านไปตำแหน่งของดวงจันทร์จะเคลื่อนที่มาทางด้านทิศตะวันตก และปรากฏตกทางด้านทิศตะวันตก

สรุปผลการทำกิจกรรม

การขึ้นและตกของดวงจันทร์เกิดจากดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเช่นเดียวกับโลก โดยที่ดวงจันทร์ใช้เวลาการโคจรรอบโลกนานกว่าเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง ซึ่งดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้านทิศตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตกหมุนเวียนเป็นแบบรูปซ้ำ ๆ

แบบทดสอบหลังเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์

เรื่อง การขึ้นและตกของดวงจันทร์

จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. จากรูป ส่วนที่ถูกครีซึ่คือส่วนใดของโลก

- ก. ขั้วโลกใต้
- ข. ขั้วโลกเหนือ
- ค. แกนโลก
- ง. ศูนย์กลางของโลก

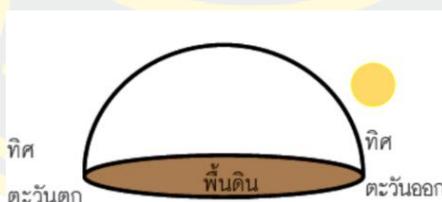


2. โลกมีการหมุนรอบตัวเองในทิศทางใด

- ก. ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองมาจากขั้วโลกใต้
- ข. ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองมาจากขั้วโลกเหนือ
- ค. หมุนรอบตัวเองแบบไม่มีทิศทาง
- ง. อยู่นิ่ง ๆ ไม่มีการหมุนรอบตัวเอง

3. จากรูปเป็นตำแหน่งของดวงจันทร์ ในช่วงเวลาใด

- ก. 18.30 น.
- ข. 20.30 น.
- ค. 05.30 น.
- ง. 07.30 น.



4. จากรูปเป็นตำแหน่งของดวงจันทร์ ในช่วงเวลาใด

- ก. 18.30 น.
- ข. 20.30 น.
- ค. 05.30 น.
- ง. 07.30 น.



5. ในแต่ละคืน ดวงจันทร์ปรากฏจากทิศใดไปทิศใด
 - ก. จากทิศเหนือไปทิศใต้
 - ข. จากทิศใต้ไปทิศเหนือ
 - ค. จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
 - ง. จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก
6. การที่เรามองเห็นดวงจันทร์ขึ้นและตกเกิดจากอะไร
 - ก. เกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์
 - ข. เกิดจากโลกหมุนรอบตัวเอง
 - ค. เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก
 - ง. เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์
7. การขึ้นและตกของดวงจันทร์เกิดขึ้นจากสาเหตุใด
 - ก. ดวงจันทร์หมุนรอบดวงอาทิตย์
 - ข. โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์
 - ค. ดวงจันทร์หมุนรอบโลก
 - ง. โลกหมุนรอบตัวเอง
8. การขึ้นและตกของดวงจันทร์มีลักษณะคล้ายกับการขึ้นและตกของข้อใด

ก. ดาวหาง	ข. ดาวตก
ค. อุกกาบาต	ง. ดวงอาทิตย์
9. ดวงจันทร์จะขึ้น – ตกในทิศทางใด
 - ก. ขึ้นทางทิศตะวันตก และตกทางทิศตะวันออก
 - ข. ขึ้นทางทิศตะวันออก และตกทางทิศตะวันตก
 - ค. ขึ้นทางทิศใต้ และตกทางทิศเหนือ
 - ง. ขึ้นทางทิศเหนือ และตกทางทิศใต้
10. เมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไป ดวงจันทร์จะขึ้นทางทิศใด
 - ก. ทิศเหนือ
 - ข. ทิศใต้
 - ค. ทิศตะวันออก
 - ง. ทิศตะวันตก

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่	คำตอบ
1	ค
2	บ
3	บ
4	ค
5	ค
6	บ
7	ค
8	ง
9	บ
10	ค

แบบทดสอบวันผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ เวลา 60 นาที

ผู้วิจัย นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. เหตุใดคนบนโลกจึงเห็นดวงจันทร์เพียงด้านเดียว
 - ก. ดวงจันทร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
 - ข. โลกหมุนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก
 - ค. คนบนโลกยืนทำมุม 90 องศาับดวงจันทร์ตลอดเวลา
 - ง. ดวงจันทร์หมุนรอบโลกและหมุนรอบตัวเองใช้เวลาใกล้เคียงกัน
2. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับดวงจันทร์ไม่ถูกต้อง
 - ก. มีรูปร่างเป็นทรงกลม
 - ข. บนดวงจันทร์ไม่มีน้ำและอากาศ
 - ค. พื้นผิวของดวงจันทร์เปล่งแสงสว่างออกมาอย่างต่อเนื่อง
 - ง. มีหลุมขนาดเล็กและขนาดใหญ่อยู่ที่พื้นผิว
3. ถ้าคืนแรกดวงจันทร์อยู่ที่ขอบฟ้าทิศตะวันออก ในเวลาเดียวกันของคืนต่อมาดวงจันทร์จะอยู่ที่ตำแหน่งใด
 - ก. ที่ขอบฟ้าทิศตะวันตก
 - ข. ที่ขอบฟ้าทิศตะวันออก
 - ค. สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออก
 - ง. ต่ำกว่าขอบฟ้าทิศตะวันออก
4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับดวงจันทร์
 - ก. เรามองเห็นดวงจันทร์ได้ เพราะดวงจันทร์ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์แล้วสะท้อนมาที่โลก
 - ข. เรามองเห็นดวงจันทร์ได้ เพราะดวงจันทร์มีแสงสว่างในตัวเอง
 - ค. เรามองเห็นดวงจันทร์ในเวลากลางคืนเท่านั้น
 - ง. เรามองเห็นดวงจันทร์ในคืนวันเพ็ญเท่านั้น

5. ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- A. ดวงจันทร์เคลื่อนที่รอบโลกจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก
- B. ดวงจันทร์ปรากฏขึ้นจากขอบฟ้าทางด้านทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก
- C. ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ก. ข้อ A และ B

ข. ข้อ A และ C

ค. ข้อ B และ C

ง. ข้อ A B และ C

6. ในวันหนึ่งฟ้าตื่นเช้าเวลา 06.00 น. สังเกตเห็นดวงจันทร์ตรงศีรษะพอดี ในวันนั้นควรเป็นวันขึ้นหรือแรมกี่ค่ำ

ก. ขึ้น 8 ค่ำ

ข. ขึ้น 15 ค่ำ

ค. แรม 8 ค่ำ

ง. แรม 15 ค่ำ

7. หากนักเรียนสังเกต การขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแต่ละวัน ข้อใดแตกต่างจากข้ออื่น

ก. ดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้านตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตก

ข. การเปลี่ยนตำแหน่งของดวงจันทร์ใน 1 วัน

ค. รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์

ง. เกิดซ้ำกันเป็นแบบรูป

8. จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้

ในวันที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์เสริมแรงกันและกัน
ได้แก่วันขึ้น 15 ค่ำหรือแรม 14-15 ค่ำ วันนั้น ๆ น้ำจะ
ขึ้นมากลงมาก เรียกว่า วันน้ำเกิด ส่วนวันข้างขึ้นกลาง ๆ
ข้างแรมกลาง ๆ น้ำขึ้นน้อย ลงน้อย เรียกว่า วันน้ำตาย

จากข้อมูลข้างต้นนักเรียนคิดว่าควรสื่อความหมายด้วยวิธีใดที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายที่สุด

ก. ตาราง

ข. แผนภูมิ

ค. แผนภาพ

ง. วงจร

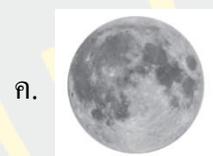
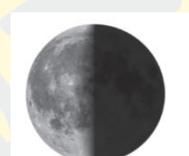
9. เด็กชายโอม สังเกตดวงจันทร์ในวันขึ้น 15 ค่ำ เห็นรอยดำ - ดำง เป็นรูปกระต่ายแล้วสังเกตอีกหลาย ๆ ครั้งก็เหมือนเดิม ทั้งนี้เพราะเหตุใด

- ก. ดวงจันทร์หันทุกด้านเข้าหาโลก
- ข. ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก
- ค. ดวงจันทร์สะท้อนแสงได้เพียงด้านเดียว
- ง. ดวงจันทร์ไม่หมุนรอบตัวเองเลยขณะโคจรรอบโลก

10. เพราะเหตุใดลักษณะของดวงจันทร์ที่เรามองเห็นแต่ละคืนจึงมีรูปร่างเปลี่ยนไป

- ก. โลกหมุนรอบตัวเอง
- ข. ดวงจันทร์โคจรรอบโลก
- ค. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์
- ง. ดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์

11. ถ้าวันนี้เป็นวันลอยกระทง อีก 8 วัน จะสังเกตเห็นดวงจันทร์ในเวลากลางคืนมีรูปร่างตามข้อใด



12. ในวันที่ 15 มิถุนายน นักเรียนสังเกตรูปร่างของดวงจันทร์เป็นพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว อยากทราบว่าเห็นพระจันทร์ครึ่งเสี้ยวอีกครั้งหนึ่งในวันที่เท่าใด

- ก. 30 มิถุนายน
- ข. 8 กรกฎาคม
- ค. 15 กรกฎาคม
- ง. 30 กรกฎาคม

13. หากวันนี้ดวงจันทร์เต็มดวงวันแรก เมื่อผ่านไป 2 สัปดาห์ จะเห็นดวงจันทร์เต็มดวงหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ก. ดวงจันทร์เต็มดวง เพราะเป็นคืนเดือนเพ็ญ
- ข. ดวงจันทร์เต็มดวง เพราะรูปร่างของดวงจันทร์ไม่เปลี่ยนแปลง
- ค. ดวงจันทร์มีรูปร่างเปลี่ยนไป เพราะดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์
- ง. ดวงจันทร์มีรูปร่างเปลี่ยนไป เพราะดวงจันทร์โคจรรอบโลก

14. ปกติดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองใกล้เคียงกับโลก ถ้าดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองเร็วขึ้น นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. จำนวนวันใน 1 เดือนเปลี่ยนไป
- ข. จะเห็นด้านต่าง ๆ ของดวงจันทร์มากขึ้น
- ค. ช่วงเวลาที่เห็นแสงจันทร์ในแต่ละคืนจะน้อยลง
- ง. ทิศทางการเห็นดวงจันทร์ขึ้นลงเปลี่ยนแปลงไป

15. นักเรียนคิดว่าใน 1 ปี จะเกิดข้างขึ้นจำนวนกี่ครั้ง และเวลาผ่านไป 10 ปี จะเกิดข้างขึ้นกี่ครั้ง

- ก. 12 ครั้ง / 120 ครั้ง
- ข. 24 ครั้ง / 240 ครั้ง
- ค. 36 ครั้ง / 360 ครั้ง
- ง. ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับการโคจรของดวงจันทร์

16. จากข้อมูลในตาราง

นาย A	ดูดวงจันทร์ในวันขึ้น 8 ค่ำ
นาย B	ดวงจันทร์ในวันแรม 8 ค่ำ ซึ่งเป็นวันศุกร์

อยากทราบว่า นาย A มองดูดวงจันทร์ในวันใด

- ก. วันอังคาร
- ข. วันพุธ
- ค. วันพฤหัสบดี
- ง. วันศุกร์

17. ถ้าเราขึ้นอยู่กับด้านมืดของดวงจันทร์ในคืนเดือนเพ็ญและคืนเดือนมืดจะเห็นอย่างไร

- ก. โลกสว่างเต็มดวงและมีดตามลำดับ
- ข. โลกมืดและสว่างตามลำดับ
- ค. โลกสว่างและเป็นเสี้ยวตามลำดับ
- ง. โลกเสี้ยวและสว่างตามลำดับ

18. ถ้าเปรียบเทียบขนาดของโลกกับลูกเทนนิส แล้วขนาดของดวงจันทร์ควรเลือกวัสดุใดจึงจะเหมาะสม

- ก. ลูกบาสเกตบอล
- ข. ลูกฟุตบอล
- ค. ลูกบิงปอง
- ง. ลูกวอลเลย์บอล

19. ดาวที่ได้ชื่อว่าเป็นฝาแฝดของโลก คือดาวอะไร

- ก. ดาวพุธ
- ข. ดาวศุกร์
- ค. ดาวเสาร์
- ง. ดาวอังคาร

20. ข้อใดเรียงลำดับตามระยะทางจากดวงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นได้ถูกต้อง

- ก. ดาวศุกร์ ดาวอังคาร โลก ดาวพุธ
- ข. ดาวอังคาร ดาวศุกร์ ดาวพุธ โลก
- ค. ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร
- ง. โลก ดาวพุธ ดาวอังคาร ดาวศุกร์

21. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ดาวเคราะห์ เป็นดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง
- ข. ดวงอาทิตย์ มีขนาดใหญ่กว่าโลกประมาณ 100 เท่า
- ค. ดาวฤกษ์ เป็นดาวที่มีแสงสว่างในตัวเอง
- ง. ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่เราอาศัยอยู่มี 9 ดวง

22. การจำแนกดาวเคราะห์ตามคาบการโคจรในข้อใด ถูกต้องทั้งหมด

	ดาวเคราะห์วงใน	ดาวเคราะห์วงนอก
ก.	ดาวพุธ ดาวศุกร์	ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี
ข.	ดาวพุธ ดาวศุกร์	โลก ดาวอังคาร
ค.	ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก	ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี
ง.	ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก	ดาวอังคาร ดาวเสาร์

23. จงวิเคราะห์ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของดาวเคราะห์ 4 ดวง ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์

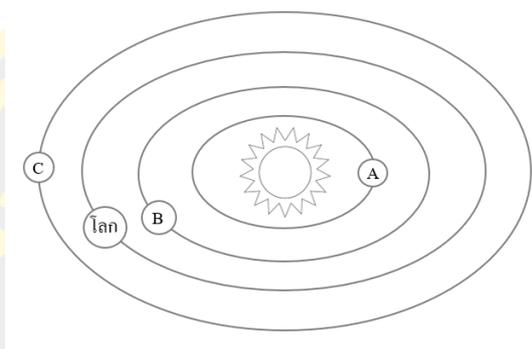
- ก. ผิวที่เป็นหินแข็ง
- ข. อุณหภูมิพื้นผิว
- ค. ความยาวของวัน
- ง. ส่วนประกอบของบรรยากาศ

24. ดาวเคราะห์ดวงใดในระบบสุริยะที่ได้ชื่อว่าเป็น ผาแฝดของโลกเพราะเหตุใด
- ก. ดาวอังคารเพราะมีวงโคจรใกล้เคียงกับโลก
 - ข. ดาวอังคารเพราะมีบริวารเท่ากับโลก
 - ค. ดาวศุกร์เพราะอยู่ใกล้โลก
 - ง. ดาวศุกร์เพราะมีขนาดใกล้เคียงกับโลก
25. ในการหมุนรอบตัวเองของโลกนอกจากทำให้เกิดกลางวันกลางคืนแล้วยังเกิดปรากฏการณ์ใดได้อีก
- ก. การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง
 - ข. การขึ้นตกของดวงจันทร์
 - ค. เกิดสุริยุปราคา
 - ง. ข้อ ก และ ข ถูก
26. ดาวเคราะห์ดวงใดมีระยะทางการโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบไกลที่สุด
- ก. ดาวเสาร์
 - ข. ดาวเนปจูน
 - ค. ดาวยูเรนัส
 - ง. ดาวพฤหัสบดี
27. เส้นทางการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ เรียกว่าอะไร
- ก. วงปี
 - ข. ปีแสง
 - ค. วงโคจร
 - ง. วงแหวน
28. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะที่ถูกต้องในการโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ
- ก. วงโคจรสามารถทับซ้อนกับดาวใกล้เคียงได้
 - ข. ดาวพฤหัสบดีหมุนรอบตัวเองใช้เวลาเร็วกว่าโลกหมุนรอบตัวเอง 2.4 เท่า
 - ค. วงโคจรดาวอังคารมีระยะเวลาในการโคจรรอบดวงอาทิตย์น้อยกว่าดาวพฤหัสบดี
 - ง. ดาวเนปจูนโคจรครบ 1 รอบใช้เวลามากกว่าดาวพุธเนื่องจากมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์มากกว่า

29. การแบ่งดาวเคราะห์เป็นดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก ใช้เกณฑ์การจำแนกตามข้อใด

- ก. ระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์
- ข. ระยะทางจากดาวอังคารถึงดวงอาทิตย์
- ค. ขนาดของดาวเคราะห์
- ง. จำนวนดวงจันทร์บริวาร

30. เด็กหญิงการะเกด วาดภาพการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์



จากภาพ ดาว C แทนดาวเคราะห์ดวงใด (การนำไปใช้)

- ก. ดาวพุธ
- ข. ดาวศุกร์
- ค. ดาวอังคาร
- ง. ดาวเนปจูน

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ง	16	ค
2	ค	17	ก
3	ค	18	ค
4	ก	19	ข
5	ง	20	ค
6	ค	21	ง
7	ค	22	ก
8	ค	23	ก
9	ข	24	ง
10	ข	25	ง
11	ข	26	ข
12	ก	27	ค
13	ง	28	ก
14	ข	29	ก
15	ก	30	ค

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ระบบสุริยะและปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์

ผู้วิจัย นางสาวธรรมรัตน์ คำดำ

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนสังเกตจากกระบวนการปฏิบัติระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน รวมทั้งหมด 4 แผน
2. ผู้สอนบันทึกผลการประเมิน 4 รายการ ได้แก่ การออกแบบแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง การประเมินแบบจำลอง การปรับปรุงแบบจำลอง โดยมีเกณฑ์การประเมินในแต่ละส่วนออกเป็น 4 ระดับคือ ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1)

กลุ่มที่	รายการประเมิน				คะแนนรวม (16)	แปลผล ระดับ ความสามารถ
	การออกแบบ แบบจำลอง (4)	การสร้าง แบบจำลอง (4)	การประเมิน แบบจำลอง (4)	การปรับปรุง แบบจำลอง (4)		
1						
2						
3						
4						
5						

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. การออกแบบแบบจำลอง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนออกแบบแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดที่ต้องการศึกษาถูกต้องเล็กน้อย
2. การสร้างแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองถูกต้องเล็กน้อย
3. การใช้แบบจำลอง	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติถูกต้องบางส่วน	นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติถูกต้องเล็กน้อย
4. การปรับปรุงแบบจำลอง	นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองและสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองและสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่ถูกต้อง	นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองและสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสามารถปรับปรุงแบบจำลองแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

เกณฑ์การสรุปผลการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
4-7	ควรปรับปรุง

แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้

.....

แบบสอบถามนี้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเพื่อนำไปพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ต่อไป
2. ให้นักเรียนตอบคำถามตามความเป็นจริง หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้ว นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในระดับใดให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจนั้น

แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

ชื่อ-สกุล.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่.....เลขที่.....

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการเรียนรู้ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนนระดับความพึงพอใจดังนี้

- 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
4 หมายถึง พึงพอใจมาก
3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
2 หมายถึง พึงพอใจน้อย
1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านบทบาทผู้สอน					
1. ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้าเป็นอย่างดี					
2. ผู้สอนมีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบได้ด้วยตนเอง					
3. ผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา					
4. ผู้สอนมีการจัดเรียงเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก					
5. ผู้สอนให้คำแนะนำ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน					
ด้านบทบาทผู้เรียน					
6. ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และมีส่วนร่วมในการทดลอง					
7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น					
8. ผู้เรียนรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน					

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
9. ผู้เรียนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม					
10. ผู้เรียนได้วิเคราะห์และแสวงหาคำตอบที่จะศึกษาตามความสนใจ					
ด้านการจัดการเรียนรู้					
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์					
12. การจัดการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา					
13. การจัดการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก					
14. การจัดการเรียนรู้เอื้อต่อการปฏิบัติกิจกรรมและการทำงานกลุ่ม					
15. ความเหมาะสมของเวลากับการจัดการเรียนรู้					
ด้านการวัดและประเมินผล					
16. ผู้สอนใช้เครื่องมือในการวัดได้เหมาะสมกับการเรียนรู้					
17. ผู้เรียนได้นำความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
18. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบตนเองและปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น					
19. ผู้สอนแจ้งผลการเรียนและความก้าวหน้าให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะ ๆ					
20. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย					

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวธรรมรัตน์ คำคำ
วัน เดือน ปี เกิด	12 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านภูเงิน ม.5 ต.พระเพลิง อ.เขาฉกรรจ์ จ.สระแก้ว
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	2559 ครูโรงเรียนบ้านภูเงิน จังหวัดสระแก้ว
ประวัติการศึกษา	2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ จังหวัดปราจีนบุรี
	2554 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมวัดใหม่กรงทอง ในพระราชูปถัมภ์ จังหวัดปราจีนบุรี
	2559 การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
	2566 การศึกษาระดับมหาบัณฑิต (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี