

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
เรื่อง ปรัชญาการณและการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

นางสาวดาริกา พงษ์เผ่าพงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2563

The Development of Scientific Explanation Ability and Learning
Achievement Using Model-based Learning Management in the Topic
of Phenomena and Global Changes of Prathom Suksa VI students at
Wat Samnakbok School in Chon Buri Province

Miss Darika Pongphaopong



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
เรื่อง ปรัชญาการณและการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

ชื่อและนามสกุล นางสาวตริกา พงษ์เผ่าพงษ์

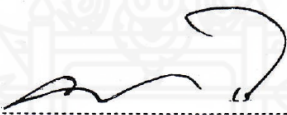
วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

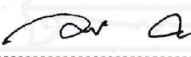
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

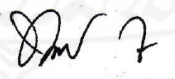
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์

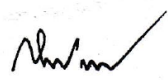
วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์)


..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร พุทธาพิทักษ์ผล)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

ผู้วิจัย นางสาวดาริกา พงษ์เผ่าพงษ์ **รหัสนักศึกษา** 2612000014 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง
ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก และ 3) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีใน
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกที่พัฒนาความสามารถในการ
สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563
จังหวัดชลบุรี จำนวน 21 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
ทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) บันทึกหลังสอน 5) วิดีทัศน์บันทึกการสอน และ
6) ใบกิจกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ความถี่ ร้อยละ และความก้าวหน้าทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ
ปรับปรุง จำนวน 21 คน (ร้อยละ 100.00) หลังเรียนนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ดังนี้ อยู่ในระดับดี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 33.33) อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 13 คน (ร้อยละ 61.19)
และอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 4.76) 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
เมื่อคิดระดับความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน พบว่า มีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นอยู่ในระดับปานกลาง
($<g> = 0.37$) 3) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (1) การอธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนช่วยส่งเสริมการ
เขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (2) การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความเชื่อมโยงข้อมูล
เชิงประจักษ์ช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกข้อมูลที่เหมาะสมในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ (3) การนำเสนอและ
อภิปรายส่งเสริมการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้เหมาะสมมากขึ้น

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา

Thesis title: The Development of Scientific Explanation Ability and Learning Achievement Using Model-based Learning Management in the Topic of Phenomena and Global Changes of Prathom Suksa VI students at Wat Samnakbok School in Chon Buri Province

Researcher: Miss Darika Pongphaopong; **ID:** 2612000014;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Dr. Jurarat Thammaprateep, Associate Professor;

(2) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor; **Academic year:** 2020

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop a scientific explanation ability of Prathom Suksa VI students at Wat Samnakbok School Chonburi Province by using model-based learning in the topic of Phenomena and Global Changes; 2) to develop learning achievement of Prathom Suksa VI students by using a model-based learning in the topic of Phenomena and Global Changes; and 3) to study good teaching practices of model-based learning in the topic of Phenomena and Global Changes for developing the scientific explanation ability of Prathom Suksa VI

The research sample consisted of 21 Prathom Suksa VI students studying in the first semester of the academic year 2020 at Wat Samnakbok School, Chonburi province, obtained by purposive sampling. The employed research instruments were 1) a model-based learning lesson plan in the topic of Phenomena and Global Changes, 2) a scientific explanation ability test, 3) a learning achievement test, 4) a teacher's reflective journal, 5) video recordings of classroom instructions, and 6) student worksheets. The data was analyzed using the content analysis, frequency, percentage and class normalized gain.

The results of this research showed that 1) in the pre-learning, 21 (100.00 percent) students' scientific explanation ability was at an improvement level while in the post-learning, students developed their scientific explanation ability as follows: 7 students (33.33 percent) were at a good level, 13 students (61.19 percent) were at a moderate level, and 1 student (4.76 percent) was at an improvement level. 2) The students' post-learning achievement was higher than the pre-learning counterpart, and the class normalized gain was at the medium level with $\langle g \rangle = 0.37$. 3) The good teaching practices in learning management using a model-based to help develop the scientific explanation ability were: (1) clarifying the elements of scientific explanation encouraging the writing of scientific explanations after a scientific inquiry; (2) writing an empirical concept map enabling students to select the appropriate information for writing scientific explanations, and (3) presenting and discussing issues encouraging more appropriate writing of student claims.

Keywords: Model-Based Learning, Learning Achievement, Scientific Explanation Ability, Prathom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. จุฬารัตน์ ธรรมประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งทั้งสองท่านได้ให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาที่ได้รับจากท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพมณี เชื้อวัชรินทร์ มหาวิทยาลัยบูรพา คุณครูสุนิสา ศรีอินทร์ โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา และคุณครูวราภรณ์ กุศลมนโธ โรงเรียนบ้านสวน- (จันอนุสรณ์) ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือและได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นอย่างดีต่อผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการและคณะคุณครูโรงเรียนวัดสำนักบกที่ให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน ตลอดจนขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 ทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เป็นอย่างสูงที่เป็นกำลังใจที่ดีและให้การส่งเสริมและสนับสนุนในการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ได้ให้กำลังใจกันมาโดยตลอด

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านและช่วยพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ดาริกา พงษ์เฝ้าพงษ์

กุมภาพันธ์ 2564

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	6
กรอบแนวคิดการวิจัย	6
ขอบเขตการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
ประโยชน์ที่ได้รับ	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	10
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	11
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	17
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
บริบทของงานวิจัย	30
รูปแบบการวิจัย	31
แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	35
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	40
การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	51
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
ตอนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปრაกฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี	59

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี	67
ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนา ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี	69
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	79
สรุปการวิจัย	79
อภิปรายผล	80
ข้อเสนอแนะ	89
บรรณานุกรม	90
ภาคผนวก	96
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย	97
ข เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล	99
ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	136
ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	152
จ ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายบุคคล	158
ฉ ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายบุคคล	160
ประวัติผู้วิจัย	162

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 15
ตารางที่ 2.2	สารและสมบัติของสาร ปฏิกิริยาเคมี และกฎทรงมวล 19
ตารางที่ 2.3	ความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ 19
ตารางที่ 2.4	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป 20
ตารางที่ 2.5	วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ 21
ตารางที่ 3.1	แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการ เปลี่ยนแปลงของโลก 36
ตารางที่ 3.2	กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 37
ตารางที่ 3.3	รายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 41
ตารางที่ 3.4	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป 42
ตารางที่ 3.5	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามช่วงคะแนน 43
ตารางที่ 3.6	ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดี 55
ตารางที่ 4.1	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 61
ตารางที่ 4.2	การจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ จากระดับปรับปรุงไประดับดี 62
ตารางที่ 4.3	การจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ จากระดับปรับปรุงไประดับพอใช้ 63
ตารางที่ 4.4	การจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ จากระดับปรับปรุงไประดับปรับปรุง 64

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4.5	ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แยกรายองค์ประกอบ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	65
ตารางที่ 4.6	ความถี่และร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalized gain	67
ตารางที่ 4.7	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่ตอบถูกก่อนและหลังเรียน และค่า Class normalized gain	68



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงแผนผังห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	31
ภาพที่ 3.2 แผนภาพการดำเนินการวิจัย	35
ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก	40
ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์	46
ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	50
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่พัฒนาพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	58
ภาพที่ 4.1 ความถี่และร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	61
ภาพที่ 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	67
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนคนที่ 2	72
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนคนที่ 18	73
ภาพที่ 4.5 นักเรียนในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลหลักฐานเพื่อนำมาสร้างแผนผังแนวคิด	74
ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รู้จักหิน กลุ่มที่ 4	75
ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รู้จักหิน กลุ่มที่ 5	75
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน	76
ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐาน	77
ภาพที่ 4.10 นักเรียนนำเสนอและอภิปรายคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับเพื่อน	77

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นหนึ่งกิจกรรมหลักในห้องเรียนที่ให้ความสำคัญกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาและการประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (McNeill et al., 2006) โดยบุคคลที่มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เต็มไปด้วยหลักฐานเชิงตรรกะ (National Research Council; NRC, 1996) ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายโดยเริ่มต้นจากการสร้างคำถาม การอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาและการลงข้อสรุป ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนจึงควรส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น (McNeill and Krajcik, 2008)

จากการปฏิบัติหน้าที่ในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริง แต่ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถนำข้อมูลหลักฐานมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันและไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาได้ ทั้งนี้ทราบได้จากการตอบคำถาม การบันทึกผลการทดลอง การทำใบกิจกรรมและบันทึกหลังสอนที่ผ่านมาของครูผู้สอน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มักจะตอบเป็นคำตอบสั้น ๆ และยังไม่สามารถนำหลักฐานมายืนยันเพื่อหาข้อสรุปที่มีความถูกต้องและสมเหตุสมผลได้ เมื่อผู้วิจัยถามต่อไปว่าที่มาของข้อมูลหลักฐานได้มาอย่างไร บอกเหตุผลที่มาสนับสนุนหลักฐานได้หรือไม่ สาเหตุใดที่เป็นเช่นนั้น นักเรียนกลับไม่สามารถอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบได้เช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้และความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการประเมินตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยจากผลรายงานของรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปีซ้อนหลัง คือ ปีการศึกษา 2559-2561 พบว่าในระดับโรงเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 35.31 37.63 และ 36.88 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในระดับประเทศ พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ

41.22 39.12 39.93 ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับโรงเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าในระดับประเทศและต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ทั้ง 3 ปีการศึกษา ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตกต่ำ โดยสาระการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ สาระการเรียนรู้กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก (อุบลลักษณ์ เสนีย์ศรีสกุล, 2561)

จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนที่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรประกอบกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐานต่ำและนักเรียนยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการตั้งคำถาม การศึกษาค้นคว้าเก็บรวบรวมข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเองเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งถือเป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าวิเคราะห์และอธิบายข้อมูล โดยใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองและมีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Morgan et al., 2013) ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านการศึกษาค้นคว้า ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานและนำมาลงข้อสรุปเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) นอกจากนี้ยังพบว่า การส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มาสสนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พร้อมแสดงเหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐานได้ดียิ่งขึ้น (Peker and Wallace, 2011) ดังนั้นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อสรุป ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามก่อนการสำรวจ ตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นและปัจจัยที่ส่งผลต่อสิ่งที่เกิดขึ้น 2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือแก้ต่างข้อกล่าวอ้าง 3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความหรือเหตุผลที่แสดงถึงความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยทั้ง 3 องค์ประกอบ ถือเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (MaNeill and Krajcik, 2008; Berland and Reiser, 2009 ; นวลจิตต์ เขาวีร์ดิพงษ์, 2562)

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) หรือ PISA ซึ่งจะประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) ในด้านความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ การบรรยาย อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การตีความหลักฐานและลงข้อสรุป และใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues) 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) และ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ต้องอาศัยความสามารถพื้นฐาน คือ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนจะต้องเข้าใจและอธิบายได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือสามารถใช้ความรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับหลักฐานเชิงตรรกะ สามารถตีความหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงสามารถระบุได้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใดมีความสมเหตุสมผลและตีความข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้โดยการแสดงความคิดเห็นและลงข้อสรุป นอกจากนี้ยังมีความเข้าใจในหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความใกล้เคียงกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

เมื่อพิจารณาผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในปี พ.ศ. 2555, พ.ศ. 2558 และ 2561 พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย 444, 421 และ 426 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ 501, 493 และ 489 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมลดต่ำลงและมีระดับสมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับที่ 2 จาก 6 ระดับ ซึ่งมีคะแนนระหว่าง 409–484 คะแนน ซึ่งถือเป็นระดับสมรรถนะพื้นฐานต่ำสุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) โดยนักเรียนไทยยังไม่สามารถนำความรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้นักเรียนยังไม่สามารถหาหลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนความคิดของตนเองและไม่สามารถให้เหตุผลที่มายืนยันข้อกล่าวอ้างและเชื่อมโยงกับหลักฐานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

สอดคล้องกับผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังมีปัญหาในเรื่องการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธิกุล (2555) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่นักเรียนยังไม่สามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ สืบเนื่องจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนให้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนจนคุ้นชิน และ ลือชา ลดาชาติ และคณะ (2558) พบว่านักเรียนไม่สามารถนำข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กันเพื่อสร้างคำอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ได้และนักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าหลักฐานและข้อสรุปคือสิ่งเดียวกัน นอกจากนี้ McNeil et al. (2006) พบว่าในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคะแนนในส่วนของการให้เหตุผลยังต่ำกว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ซึ่งสอดคล้องกับ Peker and Wallace (2011) ที่พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ทำให้คะแนนในส่วนการให้เหตุผลของนักเรียนต่ำ

จากการศึกษาเอกสารพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้และเข้าใจในแบบจำลองซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยจะเห็นได้จากการนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์แทบทุกสาขาวิชา (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ และคณะ, 2558) โดยนักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และช่วยให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายยิ่งขึ้น (Coll, 2008) ซึ่งวิธีการที่จะทำให้ให้นักเรียนได้นำความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การสร้างแบบจำลองในรูปแบบที่หลากหลายได้นั้น ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นและการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน โดยแบบจำลองเสมือนเป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกมาเป็นรูปธรรม สามารถมองเห็นความคิดอย่างเป็นระบบ (Windschitl, 2008) หากนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสิ่งที่สนใจต่าง ๆ ขึ้นมาได้และแสดงออกมาเป็นแบบจำลองในรูปแบบที่หลากหลายและนำไปอธิบายในสิ่งที่นักเรียนสนใจนั้นได้ จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มี 7 ขั้นตอน ตามกรอบของ Schwarz et al. (2009) ได้แก่ 1. ชี้นำเสนอปรากฏการณ์ (anchor phenomena) ซึ่งครูนำเสนอปรากฏการณ์พร้อมทั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่จะอธิบายว่าปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร 2. ขึ้นสร้างแบบจำลอง (construct a model) ซึ่งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของตนเอง 3. ขึ้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน (empirically test the model) ซึ่งนักเรียนทำการสืบเสาะเพื่อเก็บรวบรวมหลักฐาน ทั้งนี้เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองนั้นสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่ 4. ขึ้นประเมินแบบจำลอง (evaluate the model) ซึ่งนักเรียนนำหลักฐานต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกัน ทั้งนี้ เพื่อประเมินแบบจำลองของตนเองควรเป็นที่ยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเหล่านั้นหรือไม่ 5. ขึ้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น (test the model against other ideas) ซึ่งนักเรียนทั้งชั้นเรียนนำแบบจำลองต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันบนพื้นฐานของหลักฐานต่าง ๆ 6. ขึ้นปรับปรุงแบบจำลอง (revise the model) ซึ่งนักเรียนกลับมาทบทวนแบบจำลองของตนเองและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีขึ้น 7. ขึ้นใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์หรืออธิบาย

ปรากฏการณ์ (use the model to predict or explain) ซึ่งนักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน ขั้นตอนการสอนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าทั้ง 7 ขั้นตอนเป็นกระบวนการที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนที่ 1 นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษา (ข้อกล่าวอ้าง) จากนั้นในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองโดยรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา (หลักฐาน) ในขั้นตอนที่ 3 นักเรียนนำแบบจำลองที่ได้มาตรวจสอบความสอดคล้อง ในขั้นตอนที่ 4 นักเรียนนำแบบจำลองมาแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนโดยแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล) ในขั้นตอนที่ 5 นักเรียนนำแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลแนวคิดต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ 6 นักเรียนกลับมาทบทวนข้อจำกัดของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้มีความสอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้น และในขั้นตอนที่ 7 นักเรียนนำแบบจำลองที่สมบูรณ์แล้วไปอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่มีความใกล้เคียงกัน

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองด้วยตนเองได้โดยการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งเกิดจากการสื่อสารกันภายในห้องเรียน นักเรียนได้ใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูดและลักษณะท่าทางในระหว่างการทำกิจกรรม นอกจากนี้การเรียนรู้ของนักเรียนยังเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การใช้คำถามของครู รวมทั้งการอภิปรายแลกเปลี่ยนร่วมกันเกี่ยวกับแบบจำลองของกลุ่มตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น (Maia and Justi, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rosaria (2009) พบว่าการสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่การประสบความสำเร็จ เพราะกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ แบบจำลองและนักเรียน เป็นการเปิดโอกาสและสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละครั้งซึ่งต้องเน้นการทำงานร่วมกันและการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเพื่อนในชั้นเรียนให้มากที่สุด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์จากแบบจำลอง โดยผ่านการสร้างและใช้แบบจำลองซึ่งแบบจำลองเปรียบเสมือนเป็นสะพานที่เชื่อมโยงความคิดของนักวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเน้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง ฝึกการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เลียนแบบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเชื่อมโยงหลักฐานที่ผ่านการสำรวจตรวจสอบ การทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

ที่มีความน่าเชื่อถือและจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งยังไม่ครอบคลุมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี และเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

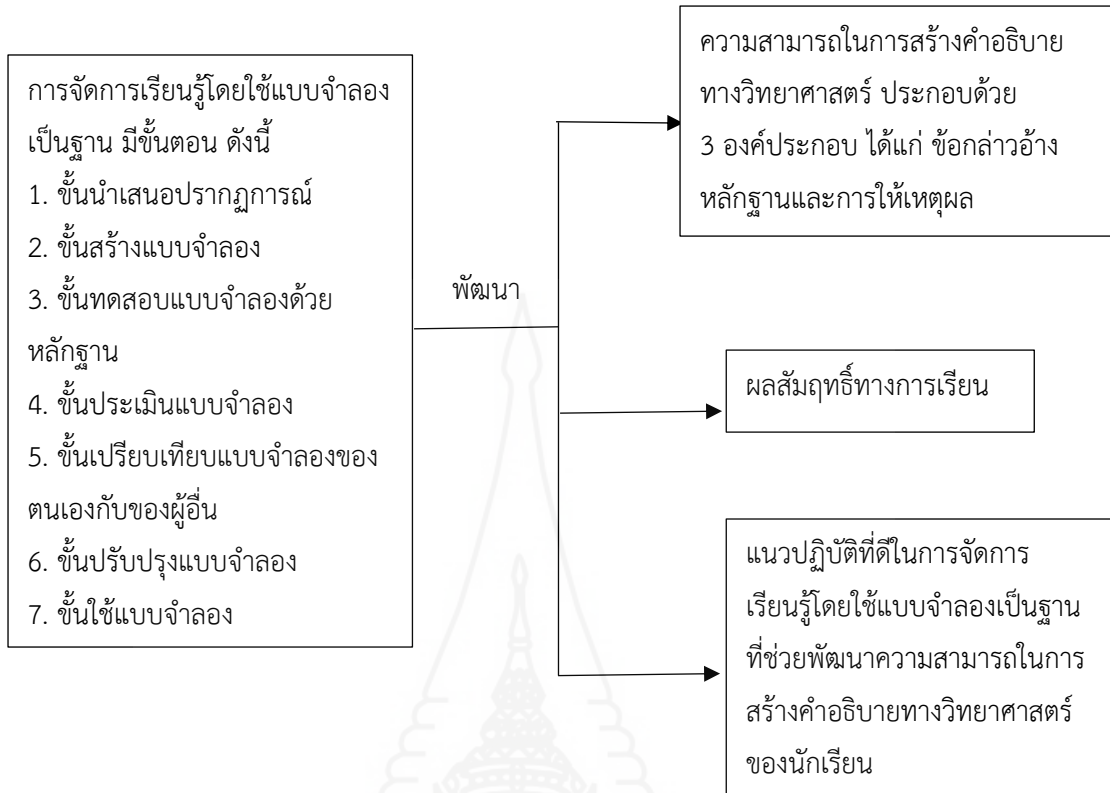
2.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

2.2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

2.3 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 กลุ่มศึกษาที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 *กลุ่มศึกษา* ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 21 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่

4.2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4.2.2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก เนื้อหา 5 เรื่อง ซึ่งประกอบไปด้วย เนื้อหาดังนี้

4.3.1 การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม

4.3.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

4.3.3 รู้จักหิน

4.3.4 การเกิดซากดึกดำบรรพ์

4.3.5 ภัยพิบัติทางธรรมชาติ

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการวิจัยจำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างและใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจและพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนสอน ดังนี้

5.1.1 **ขั้นนำเสนอปรากฏการณ์** (anchor phenomena) ซึ่งครูนำเสนอปรากฏการณ์พร้อมทั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่จะอธิบายว่าปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

5.1.2 **ขั้นสร้างแบบจำลอง** (construct a model) ซึ่งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของตนเอง

5.1.3 **ขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน** (empirically test the model) ซึ่งนักเรียนทำการสืบเสาะเพื่อเก็บรวบรวมหลักฐาน ทั้งนี้เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองนั้นสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่

5.1.4 **ขั้นประเมินแบบจำลอง** (evaluate the model) ซึ่งนักเรียนนำหลักฐานต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกัน ทั้งนี้เพื่อประเมินแบบจำลองของตนเองควรเป็นที่ยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเหล่านั้นหรือไม่

5.1.5 **ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น** (test the model against other ideas) ซึ่งนักเรียนทั้งชั้นเรียนนำแบบจำลองต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันบนพื้นฐานของหลักฐานต่าง ๆ

5.1.6 **ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง** (revise the model) ซึ่งนักเรียนกลับมาทบทวนแบบจำลองของตนเองและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีขึ้น

5.1.7 **ขั้นใช้แบบจำลอง** (use the model to predict or explain) ซึ่งนักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน

5.2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการอธิบายหรือหาคำตอบของปัญหาที่กล่าวถึงธรรมชาติ โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่

ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบของข้อปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลซึ่งนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานยืนยันพร้อมทั้งสนับสนุนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยเขียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้สอดคล้องและสมเหตุสมผลระหว่างคำตอบกับหลักฐานที่สนับสนุนนั้น ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถและทักษะของสมองในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนต่อการเรียนซึ่งเป็นการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดจากที่ไม่เคยกระทำหรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้และคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.4 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง แนวทางที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยสามารถศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีได้จากบันทึกหลังสอน วิดีทัศน์บันทึกการสอน แบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมของนักเรียนร่วมกับผลที่ได้จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในหน่วยสาระอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์

6.2 เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

6.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในหน่วยสาระอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่องการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปრაกฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรีและเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปრაกฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตั้งหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 1.1 แบบจำลอง
 - 1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 1.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้แบบจำลองซึ่งถือเป็นตัวแทนทางความคิดในการจัดการเรียนรู้ โดยช่วยทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดด้วยตนเองและสามารถนำแนวคิดที่ได้ไปอธิบายปรากฏการณ์ที่มีความใกล้เคียงกัน โดยจะขอเสนอหัวข้อ ดังนี้

1.1 แบบจำลอง

แบบจำลองโดยทั่วไปมีความหมายได้หลายรูปแบบ โดยแบบจำลองเป็นสิ่งที่ใช้แทนแนวคิด เหตุการณ์ วัตถุ กระบวนการและอื่น ๆ (Justi and Gilbert, 2003) ซึ่งอาจจะมีตั้งแต่แบบจำลองอย่างง่ายไปจนถึงแบบจำลองที่มีความซับซ้อนมาก ๆ มีทั้งแบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Model) และแบบจำลองเชิงคุณลักษณะ (Qualitative Model) ที่ใช้อธิบายสภาพการณ์หรือปรากฏการณ์ด้วยภาษาหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ (Tosi and Carroll, 1982) และแบบจำลองถือเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์แบบจำลองเป็นผลของสิ่งที่แสดงออกที่อธิบายปรากฏการณ์นั้น (Gilbert, 2005)

1.1.1 ประเภทของแบบจำลอง

ในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประเภทของแบบจำลอง มีการใช้เกณฑ์ในการแบ่งไว้หลายประเภท ดังนี้

Gilbert, Boulter and Elmer (2000) จำแนกแบบจำลองไว้ 8 ประเภท ตามลักษณะที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) คือ แบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งเสมือนเป็นตัวแทนทางความคิดของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นจากบุคคลนั้น ๆ และอยู่ภายในความคิดของบุคคลนั้นซึ่งสามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอาจมีระดับของความสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ กัน

2. แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) คือ การนำเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อสื่อสารหรือแสดงออกให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยบุคคลหรือกลุ่มคนซึ่งมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองทางความคิดและตอบสนองโดยการสะท้อนความคิดออกมาเป็นแบบจำลองที่แสดงออก ทำให้แบบจำลองทางความคิดมีความชัดเจนมากขึ้น

3. แบบจำลองที่เป็นมติ (Consensus Model) คือ แบบจำลองที่แสดงออกซึ่งได้รับการยอมรับจากกลุ่มบุคคลหรือชั้นเรียน จากการอภิปรายหรือการทำการทดลองจนมีความคิดเห็นร่วมกัน โดยเฉพาะในชุมชนทางวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อนักวิทยาศาสตร์ทดสอบการทดลองและเผยแพร่ในวารสารวิชาการหรือเป็นแบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบและสร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ก็จะกลายเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Model) ที่ได้รับการยอมรับจาก

ประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเป็นประโยชน์ในการสร้างคำทำนายและใช้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการสนับสนุนความรู้

4. แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ (Historical Model) คือ แบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอมของโบร์

5. แบบจำลองที่ใช้ในหลักสูตร (Curriculum Models) คือ แบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้น เป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองทางประวัติศาสตร์ที่อยู่ในหลักสูตรที่เป็นทางการหลังจากที่ทำให้อยู่ในรูปแบบของการทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองแบบจุดของลิวิอิส

6. แบบจำลองการสอน (Teaching Model) คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยส่งเสริมความเข้าใจในหลักสูตรมากขึ้น ซึ่งอาจใช้แบบจำลองที่เป็นมิติ แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ แบบจำลองที่ใช้ในหลักสูตรซึ่งแบบจำลองนี้สามารถสร้างได้โดยครูหรือนักเรียน

7. แบบจำลองผสม (Hybrid Models) คือ แบบจำลองที่เกิดจากการใช้ลักษณะของแบบจำลองหลาย ๆ ประเภทร่วมกัน ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ครูได้รวบรวมลักษณะของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางประวัติศาสตร์หรือแบบจำลองที่ใช้ในหลักสูตรในบริบทของการสืบสอบโดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะใช้สำหรับการเรียนรู้ในห้องเรียน

8. แบบจำลองวิธีการสอน (Model of Pedagogy) คือ แบบจำลองที่ครูใช้ระหว่างการวางแผน การปฏิบัติ การสังเกตและการสะท้อนความคิดในกิจกรรมการเรียนรู้และเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Ornek (2008) แบ่งประเภทของแบบจำลองตามหน้าที่ของแบบจำลองออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองทางความคิด (Mental model) คือ แบบจำลองที่นำเสนอตัวแทนทางความคิดของสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง เกิดขึ้นภายในความคิดของบุคคลที่ต้องการแสดงมุมมองหรือทัศนคติของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

2. แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (concept model) คือ แบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มหรือชุมชนที่ศึกษาในเรื่องเดียวกัน โดยนำเสนอเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น เช่น สมการทางคณิตศาสตร์ กราฟ เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) เป็นการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายพฤติกรรมหรือสรุปลักษณะสำคัญของระบบในรูปของสมการสัญลักษณ์และตัวเลข

2.2 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer model) เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเลียนแบบพฤติกรรมของปรากฏการณ์ ซึ่งอาจใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหา เพื่อช่วยในการทำนายการทำงานของระบบที่ซับซ้อน

2.3 แบบจำลองทางกายภาพ (physical model) เป็นตัวแทนในการนำเสนอวัตถุสามารถจับหรือสัมผัสได้ เช่น แบบจำลองรถยนต์ เป็นต้น

3. แบบจำลองเชิงฟิสิกส์ (Physical model) คือ แบบจำลองที่นำเสนอสถานการณ์สมมติที่สร้างจากการประยุกต์หลักการพื้นฐาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายต่อสถานการณ์นั้น

1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีแนวคิดหลักว่า ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดจากปรากฏการณ์ที่ศึกษาหลังจากที่นักเรียนได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูล การลงข้อสรุปหรือการให้เหตุผลและนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมบูรณาการเข้ากับความรู้ใหม่และได้ขยายความรู้ต่อไป (Buckley et al., 2004) โดยจะขอเสนอหัวข้อ ดังนี้

1.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างและใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Bell, 1995) ซึ่งจะช่วยให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจและพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Chiu, Chou and Liu, 2002)

1.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Gobert and Buckley (2002) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองไว้ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปอ้างอิงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

3. นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้ นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การทำงาน พฤติกรรมและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้น ๆ เขียนเป็นแผนผังความคิดโดยเปรียบเทียบจากเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงที่นักเรียนทราบจากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง

4. นำแบบจำลองไปใช้และประเมิน ในขั้นนี้ นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นถูกปฏิเสธ เนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่เพียงพอ นักเรียนต้องกลับไปปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น

5. ขยายแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติม หรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

Rea-Ramirez, Clement and Nunez-Oviedo (2008) ได้เสนอวัฏจักร GEM สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสร้างแบบจำลอง (generation) ซึ่งนักเรียนได้สร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
2. ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluation) ซึ่งนักเรียนประเมินแบบจำลองบนพื้นฐานของหลักฐาน
3. ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (modification) ซึ่งนักเรียนปรับปรุงแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้น

Schwarz et al. (2009) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นนำเสนอปรากฏการณ์ (anchor phenomena) ซึ่งครูนำเสนอปรากฏการณ์ พร้อมทั้งคำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่จะอธิบายว่าปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. ขั้นสร้างแบบจำลอง (construct a model) ซึ่งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของตนเอง
3. ขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน (empirically test the model) ซึ่งนักเรียนทำการสืบเสาะเพื่อเก็บรวบรวมหลักฐาน ทั้งนี้ เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองนั้นสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่
4. ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluate the model) ซึ่งนักเรียนนำหลักฐานต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกัน ทั้งนี้เพื่อประเมินแบบจำลองของตนเองควรเป็นที่ยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเหล่านั้นหรือไม่
5. ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น (test the model against other ideas) ซึ่งนักเรียนทั้งชั้นเรียนนำแบบจำลองต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันบนพื้นฐานของหลักฐานต่าง ๆ
6. ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (revise the model) ซึ่งนักเรียนกลับมาทบทวนแบบจำลองของตนเองและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีขึ้น
7. ขั้นใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์ (use the model to predict or explain) ซึ่งนักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานดังกล่าว จะเห็นว่านักการศึกษาแต่ละท่านได้นำเสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ 3-7 ขั้นตอน ซึ่งเมื่อ

พิจารณาในรายละเอียดพบว่าขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักการศึกษาแต่ละท่านมีความคล้ายคลึงกัน คือ การจัดการเรียนรู้เริ่มต้นจากการให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองโดยทำการศึกษาค้นหาสืบค้นโดยการรวบรวมข้อมูลจากปรากฏการณ์ที่ศึกษาผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ แล้วนำแบบจำลองที่สร้างมาประเมินถึงความสอดคล้องบนพื้นฐานของข้อมูลจากนั้นอภิปรายและแลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียนเพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียง

โดยผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Schwarz et al. (2009) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื่องจาก ในส่วนของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะฝึกฝนองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และในขั้นใช้แบบจำลองนักเรียนจะได้มีโอกาสในการฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อีกครั้งและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่มีความครอบคลุมและอธิบายรายละเอียดไว้อย่างชัดเจน

1.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ครูผู้สอนมีหน้าที่หลักในการนำเสนอปรากฏการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการค้นหาคำตอบของข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาหลักฐานมาเชื่อมโยงกับเหตุผล โดยการดำเนินการแต่ละขั้นครูและนักเรียนมีบทบาท ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ชี้นำเสนอปรากฏการณ์ (anchor phenomena)	ครูสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความสงสัยเพื่อสร้าง	นักเรียนเกิดแนวคิดข้อสงสัยที่เกี่ยวข้องกับ
เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอ	แบบจำลองทางความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา	ข้อกล่าวอ้างจากของปรากฏการณ์ที่ศึกษา
ปรากฏการณ์พร้อมทั้งคำถาม เพื่อให้		
นักเรียนสร้างแบบจำลองที่จะอธิบายว่า		
ปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2. ขั้นสร้างแบบจำลอง (construct a model) เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของตนเอง	ครูแนะนำนักเรียนให้รู้จักแบบจำลองที่หลากหลายและเลือกสร้างและใช้แบบจำลองที่สามารถอธิบายความคิดได้ชัดเจนที่สุด	นักเรียนศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วลงมือสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ที่ศึกษาขึ้นมา
3. ขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน (empirically test the model) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการสืบเสาะเพื่อเก็บรวบรวมหลักฐาน ทั้งนี้ เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองนั้นสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่	ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำแบบจำลองของกลุ่มตนเองมาทดสอบกับกิจกรรม	นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการออกแบบแล้วไปใช้ทดสอบกับกิจกรรม
4. ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluate the model) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำหลักฐานต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกัน ทั้งนี้ เพื่อประเมินแบบจำลองของตนเองควรเป็นที่ยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเหล่านั้นหรือไม่	ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริง	นักเรียนอธิบายความคิดของกลุ่มตนเองผ่านแบบจำลองพร้อมทั้งแสดงหลักฐานประกอบและประเมินว่าสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่ มากน้อยเพียงใด
5. ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น (test the model against other ideas) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทั้งชั้นเรียนนำแบบจำลองต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันบนพื้นฐานของหลักฐานต่าง ๆ	ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม	นักเรียนนำแบบจำลองมาเปรียบเทียบข้อดีข้อจำกัดของแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
6. ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (revise the model) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนกลับมาทบทวนแบบจำลองของตนเองและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีขึ้น	ครูชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงธรรมชาติของแบบจำลองว่ามีข้อจำกัด	นักเรียนนำข้อจำกัดแบบจำลองของตนมาทำการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น
7. ขั้นใช้แบบจำลอง (use the model to predict or explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน	ครูใช้คำถามถามนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้ใช้แบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาอธิบายข้อมูลหรือสถานการณ์อื่น ๆ	นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในอธิบายข้อมูลหรือสถานการณ์อื่น ๆ

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุปโดยการนำหลักฐานที่ผ่านการสำรวจ ตรวจสอบเชิงประจักษ์และการนำข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกัน โดยจะขอเสนอหัวข้อ ดังนี้

2.1 ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไป คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายหรือหาคำตอบของปัญหาที่กล่าวถึงธรรมชาติ โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo, Tsia, and Schneider, 2010) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Reiser, Berland and Kenyon, 2012) เพื่อหาคำตอบของข้อปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Thagard, 2012)

2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกองค์ประกอบได้ 3 ส่วน ดังนี้ (MaNeill and Krajcik, 2008; Berland and Reiser, 2009; นวลจิตต์ เขวกีร์ติพงษ์, 2562)

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อสรุป ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามก่อนการสำรวจ ตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นและปัจจัยที่ส่งผลต่อสิ่งที่เกิดขึ้น
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือแก้ต่างข้อกล่าวอ้าง
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความหรือเหตุผลที่แสดงถึงความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.3 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 ประเด็นหลัก คือ รูปแบบของแบบประเมินและลักษณะของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

รูปแบบของแบบประเมินเป็นแบบข้อคำถามปลายเปิดซึ่งลักษณะของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นการกำหนดสถานการณ์ ข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่น ภาพ ตารางและข้อคำถาม ลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบให้เขียนตอบ โดยเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (McNeill et al., 2006; Gotwals Songer and Bullard, 2012) ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ตารางที่ 2.2 สารและสมบัติของสาร ปฏิกริยาเคมี และกฎทรงมวล

คาร์ลอสมีของเหลว 2 ชนิด ได้แก่ กรดบิวทานิกและบิวทานอล คาร์ลอสตรวจสอบปริมาณของเหลวทั้ง 2 ชนิด แล้วนำของเหลวทั้งสองชนิดมาผสมกัน หลังจากการให้ความร้อนและคนของเหลวทั้ง 2 ชนิดเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดสารออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้น A และ ชั้น B หลังจากนั้นคาร์ลอสใช้หลอดหยดดูดสารตัวอย่างของแต่ละชั้นและนำไปตรวจสอบปริมาณของสาร (Number of measurement)

สาร	ปริมาตร (cm ³)	มวล (g)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	การละลายน้ำ	จุดหลอมเหลว (°C)
กรดบิวทานิก	10.18	9.78	0.96	ละลาย	- 7.9
บิวทานอล	10.15	8.22	0.81	ละลาย	- 89.5
ชั้น A	2.00	1.74	0.87	ไม่ละลาย	-91.5
ชั้น B	2.00	1.00	1.00	ละลาย	0

นักเรียนจงเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงให้เห็นว่า เมื่อคาร์ลอสผสมกรดบิวทานิกกับบิวทานอล จะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่

ตารางที่ 2.3 ความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ

การบ้านของเดวิสในวิชาวิทยาศาสตร์ของครูเลองวันนี่ คือ บันทึกสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่พบในสนามเด็กเล่น และอาหารของสิ่งมีชีวิตนั้น โดยเดวิสสร้างตารางบันทึกผล ดังต่อไปนี้

สิ่งมีชีวิต	อาหารของสิ่งมีชีวิต	จำนวนของสิ่งมีชีวิต
งู	กบ หนู	3 ตัว
หญ้าและเมล็ดพืช	-	จำนวนมากไม่สามารถนับได้หมด
ตั๊กแตน	ใบหญ้า	14 ตัว
กบ	ตั๊กแตน	10 ตัว

นักเรียนจงสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของคำถามที่ว่า “ตามที่เดวิสบันทึกสิ่งมีชีวิตที่พบในสนามเด็กเล่นสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดใดเป็นผู้ล่า”

จากการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีลักษณะของการประเมินที่ครอบคลุมองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้างอ้าง (2) หลักฐาน และ (3) การให้เหตุผล และกำหนดเกณฑ์ประเมินแบบรูบริกส์ 3 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

McNeill and Krajcik (2006) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในบทเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ 0-2 คะแนน และได้แบ่งประเด็นในการให้คะแนนเป็น 3 ด้าน ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0 (ปรับปรุง)	1 (พอใช้)	2 (ดี)
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุปของคำถาม หรือปัญหา)	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าวอ้าง ไม่ถูกต้อง	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้อง และสมบูรณ์
หลักฐาน (ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง)	หลักฐานไม่มีความ เหมาะสมหรือหลักฐาน ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	หลักฐานมีความเหมาะสม แต่ไม่เพียงพอในการสร้าง ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐานมีความ เหมาะสมและเพียงพอ ในการสร้างข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล (การเชื่อมโยงระหว่าง ข้อ กล่าวอ้างและหลักฐาน)	ไม่สามารถให้เหตุผล หรือ ให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้างและ หลักฐาน	การให้เหตุผลมีความ เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าว อ้างและหลักฐาน แต่อาจ ใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ	การให้เหตุผลมีความ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและ หลักฐานอย่างสมบูรณ์

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโดยใช้รูปแบบข้อคำถามปลายเปิด (The Open-Ended Explanation Items) ซึ่งในแบบประเมินจะประกอบไปด้วยข้อคำถามที่มีความชัดเจนและมีการระบุสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เช่น ภาพ ตารางและบทความวิชาการ เป็นต้น เพื่อให้ให้นักเรียนใช้ในการพิจารณาประกอบการสร้างคำอธิบายวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงทำการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยประยุกต์ใช้เกณฑ์การประเมินตามรูปแบบของ McNeil and Krajcik (2006) ที่มีการกำหนดระดับคะแนนตามแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ และมีการระบุพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละระดับคะแนนไว้อย่างชัดเจน

2.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีหลายรูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย	วิธีการจัดการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้
สันติชัย อนุราชัย (2553)	การจัดการเรียนรู้แบบ สืบสอบร่วมกับกลวิธี โต้แย้ง	การจัดการเรียนรู้ที่ให้โอกาสนักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยการ สำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยมี การ สื่อสารและแสดงความคิดเห็นทางความคิดกับเพื่อนซึ่งใน ระหว่างการทำกิจกรรมการโต้แย้งจะมีการเขียนรายงาน บันทึกการสำรวจตรวจสอบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และมีการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบและประเมินโดยเพื่อน มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การระบุภาระงาน 2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล 3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4. กิจกรรมการโต้แย้ง 5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 6. การตรวจสอบโดยเพื่อน 7. การปรับปรุงรายงาน
สุรรัตน์ จัษฎะขยาง (2553)	การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มาจากวงจรการ เรียนรู้ 5E	การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ จากการสร้างความรู้และแก้ปัญหาด้วย ตนเอง โดยมีการศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ นำความรู้ ที่ได้มาสร้างแบบจำลองซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการสร้าง ความรู้ด้วยตนเองพร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ 3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย 4. ขั้นประยุกต์ความรู้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ผู้วิจัย	วิธีการจัดการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้
กฤตกร สภาสันติกุล (2558)	การจัดการเรียนรู้แบบ กลวิธีการสอนเคมีโดย ใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย อย่างมีขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการที่นักเรียนต้องคาดการณ์ และจดบันทึกผลที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ที่ศึกษาพร้อมทั้ง บันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกต และสุดท้ายให้พิจารณาความ แตกต่างระหว่างผลการทำนายกับสิ่งที่ได้จากการสังเกต มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การนำเข้าสู่บทเรียนและสร้างแรงจูงใจ 2. การนำเข้าสู่กิจกรรมหรือการทดลอง 3. การทำนาย 4. การอภิปรายสิ่งที่ทำนาย 5. การสังเกต 6. การอธิบาย 7. การให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 8. การติดตามผล
สุทธิชาติ เปรมกมล (2558)	การจัดการเรียนรู้แบบ สืบสอบเน้นแบบจำลอง เป็นฐาน	การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์โดยให้ นักเรียนใช้แบบจำลองในการแสดงความคิดเห็น ความเข้าใจ ที่มีต่อปรากฏการณ์ที่ศึกษาและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มา สนับสนุนให้สามารถนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถ คัดค้านได้โดยง่าย มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. เลือกแนวคิดสำคัญและจัดทำให้อยู่ในรูปของแบบจำลอง 2. นำเสนอแนวคิดเริ่มต้น 3. สืบสวนตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 4. อธิบายปรากฏการณ์

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ผู้วิจัย	วิธีการจัดการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้
ณัฐวดี ปฐมมีโชค (2563)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ บริบทเป็นฐาน	การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงบริบทหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จริงในชีวิตประจำวันซึ่งบริบทที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ นั้นเป็นบริบทหรือสถานการณ์ที่ใกล้ตัวของนักเรียน โดย นักเรียนมีความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับบริบท นั้น ๆ และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในบริบทนั้น ๆ เข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ชี้้นกำหนดสถานการณ์ 2. ชี้้นศึกษาค้นคว้า 3. ชี้้นการเรียนรู้ 4. ชี้้นนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้นพบว่า ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริงโดยการศึกษา ค้นคว้า สืบค้น ตรวจสอบ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์และนำข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างแบบจำลองที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยมีการแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียนภายในชั้นเรียนโดยมีการลงข้อสรุปเพื่อทำให้เข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลซึ่งเป็นองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำเสนอปรากฏการณ์ ข้อคำถาม ประเด็นข้อสงสัยที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนซึ่งเป็นเรื่องที่มีความใกล้ตัวจะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ สงสัยและตั้งใจในการศึกษาค้นหาคำตอบของข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การเก็บรวบรวมหลักฐานและการให้เหตุผลที่มาสสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล

ด้วยลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาปรับใช้เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นำเสนอคำถามให้ชวนสงสัยเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการหาคำตอบของข้อกล่าวอ้างจากนั้นทำการศึกษาค้นคว้าเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนทางความคิดที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ และทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ลงข้อสรุปโดยให้เหตุผลที่มาสสนับสนุนยืนยันข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่สมเหตุสมผล

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถและทักษะของสมองในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนต่อการเรียน (Mehren, 1976) ซึ่งเป็นการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดจากที่ไม่เคยกระทำหรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) โดยพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้และคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ (ทิตนา แชนมณี, 2548)

3.2 แนวทางการการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1 แนวความคิดและทฤษฎีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบที่วัดตามการจัดประเภทของจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม ซึ่งจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยที่ปรับปรุงใหม่แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้ (ชวลิต ชูกำแพง, 2551)

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการบอกได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้
2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง เช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้
3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา เช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้
4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะการจัดการ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้
5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผนผลิต เช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

3.2.2 คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวถึงคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2. ความเชื่อมั่น เป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดได้คงที่ไม่่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชาและเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามต้องเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก เป็นแบบทดสอบที่ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอนเท่านั้น แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำ ได้แก่ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่าและความคิดสร้างสรรค์

5. ความยากง่ายพอเหมาะ เป็นแบบทดสอบที่บอกให้ทราบว่าคุณสมบัติข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนที่จะตอบได้นั้นก็ไม่มี ความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งหรือใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก เป็นแบบทดสอบที่สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งหรือใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม เป็นแบบทดสอบที่คำถามต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าว ๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย การถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนกและมีความยุติธรรม

3.2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้

1. เคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาและทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ โดยจะต้องทำการวิเคราะห์ว่าวิชาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบนั้นมีจุดประสงค์การเรียนอะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหาและด้านจุดประสงค์ที่ต้องการวัดและพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ เขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมช่องสุดท้าย จากนั้นพิจารณาหัวเรื่องใดสำคัญมากน้อยและเขียนลำดับความสำคัญลงไปแล้วกำหนดจำนวนข้อที่

จะวัดในแต่ละหัวข้อตามลำดับความสำคัญจากนั้นกำหนดจำนวนข้อในแต่ละช่อง จำนวนข้อสอบที่จะวัดซึ่งในแต่ละช่องขึ้นกับเรื่องนั้นต้องการให้เกิดจุดประสงค์ด้านใดมากน้อยกว่ากัน

2. การกำหนดรูปแบบของข้อคำถามและการศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ โดยทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามในรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบจุดประสงค์ต่าง ๆ หลักในการเขียนข้อคำถาม ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ โดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกจุดประสงค์ รูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบที่ศึกษาในขั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดในเนื้อหาและจุดประสงค์ตามตารางที่กำหนดลักษณะของข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายเหมาะสมดีหรือไม่ ตัวถูกตัวหลง เหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังจากพิจารณาทบทวนด้วยตนเองแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาสาระและพิจารณาข้อบกพร่องแล้วนำข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยจัดพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบาย วิธีทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียด ชัดเจนและวางรูปแบบให้มีความเหมาะสม

6. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุงจากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริงซึ่งได้เรียนในเนื้อหาหรือวิชาที่จะสอบแล้วนำผลมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงกลุ่ม คัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการซึ่งเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ จากนั้นนำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อที่เข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายที่เข้าเกณฑ์นำมาคัดเลือกตามจำนวนที่ต้องการในขั้นที่ 6 แล้วนำมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับที่จะใช้จริงซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงและวิธีในการทำข้อสอบ โดยในการพิมพ์นอกจากจะใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความประณีต ความถูกต้องซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดีก่อน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

รสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร (2558) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในศูนย์เครือข่ายการพัฒนาการศึกษาแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรัสวดี ปะภิระเค (2561) ได้ทำการศึกษากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 12 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธีระภัทร พินิจมนตรี (2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง จำนวน 4 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุทธิชาติ เปรมมกล (2558) ศึกษาผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 18.55 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พัฒน์นิดา มีลาและร่มเกล้า อาจเดช (2560) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน

34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า 1) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงสุดอยู่ในระดับ 1 แต่หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาระดับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นระดับ 2 2) ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊ส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยสนับสนุนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊สได้

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Maia and Justi (2009) ได้ทำการศึกษากระบวนการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนในห้องเรียนปกติจากการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาจาก "แบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง (Model and Modelling)" โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยครูสาธิตการทดลองแล้วให้นักเรียนได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์ที่ศึกษาและนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางความคิดและแสดงออกแบบจำลองเริ่มต้นเป็นรายกลุ่ม ต่อมาให้นักเรียนสังเกตการทดลองในสถานการณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแบบจำลองเริ่มต้นที่สร้างขึ้นให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุดและจัดให้มีการนำเสนอแบบจำลองที่สร้างจากสมาชิกในกลุ่มโดยการนำเสนอจะมีการอภิปรายการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถกประเด็น การตอบคำถามระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน ต่อมาก็ให้นักเรียนได้สังเกตการทดลองในสถานการณ์ใหม่เพื่อพิจารณาถึงขอบเขตและข้อจำกัดของแบบจำลองที่ทางกลุ่มได้สร้างขึ้นและการปรับปรุงแบบจำลองให้เป็นที่ยอมรับซึ่งจากการศึกษา พบว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองด้วยตนเองได้โดยการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากการสื่อสารกันภายในห้องเรียน นักเรียนได้ใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูดและลักษณะท่าทางในระหว่างการทำกิจกรรม นอกจากนี้การเรียนรู้ของนักเรียนยังเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การใช้คำถามของครู รวมทั้งการอภิปรายกันเกี่ยวกับแบบจำลองภายในห้องเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจใน เรื่อง สมดุลเคมียิ่งขึ้น

Primo et al. (2010) ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 72 คน ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสมุดบันทึกของนักเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง การใช้หลักฐานและการให้เหตุผล ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 18 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบครบทั้ง 3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และร้อยละ 40 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างเพียงอย่างเดียว

Zangori and Forbes (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 59 คน ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเมล็ด โดยการฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และลงมือทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า หลังได้รับการฝึกฝนและการลงมือทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมสูงขึ้นแต่ยังคงขาดองค์ประกอบของหลักฐาน งานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าการที่นักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนทั้งข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผลได้นั้น ครูจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายอย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะผ่านการสนทนาพูดคุยหรือการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร อีกทั้งครูยังควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนำความรู้ที่นำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นจะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหลักฐานที่เป็นองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง รวมทั้งยังควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตน เพื่อที่นักเรียนจะได้เห็นถึงสิ่งที่ถูกต้องและสิ่งที่ยังไม่ถูกต้องของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาเนื่องจากนักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดเป็นของตนเองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ผ่านการสร้างแบบจำลองทั้งนี้ยังทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีและจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อพัฒนาแนวคิด หลักการและองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ส่วนการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้โดยครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝน ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเข้าใจเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นซึ่งส่วนใหญ่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นงานวิจัยที่ทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งยังไม่ครอบคลุมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาและประยุกต์ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี และเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. บริบทของงานวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

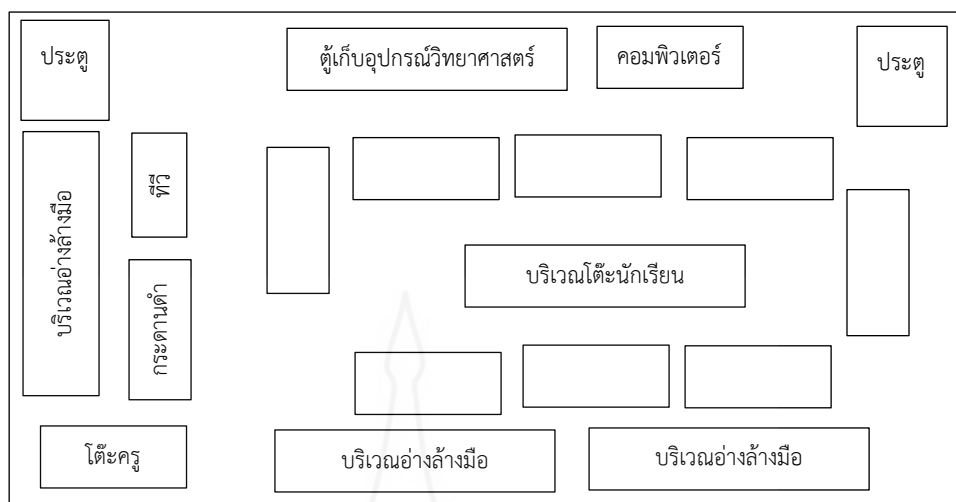
1. บริบทของงานวิจัย

1.1 บริบทของสถานที่ทำวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยในโรงเรียนวัดสำนักบก เป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1 โดยเปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล 2 – ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนห้องเรียนมีทั้งหมด 12 ห้อง ภายในโรงเรียนประกอบด้วยแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ห้องสมุดและห้องปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์

1.2 สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก คือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 3.1 ตั้งอยู่บริเวณอาคาร 1 ชั้น 1 ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยเครื่องอำนวยความสะดวกในการเรียนต่าง ๆ เช่น กระดานดำ คอมพิวเตอร์ ลำโพง อ่างล้างมือและตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีโต๊ะปฏิบัติการทั้งหมด 8 ตัว โดยนักเรียนสามารถนั่งได้กลุ่มละ 3 คน ผู้ทำการวิจัยดำเนินการวิจัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คาบต่อสัปดาห์



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงแผนผังห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

1.3 กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 มีจำนวน 21 คน แยกเป็นเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 6 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยสอน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเรียบร้อย ชอบทำงานเป็นกลุ่ม จากการสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับการจัดเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องการให้มีการจัดการเรียนรู้ที่สนุกสนาน มีกิจกรรมที่หลากหลายได้ลงมือปฏิบัติจริงและได้ทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนและนักเรียนทุกคนไม่มีการเรียนพิเศษเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

1.4 ระยะเวลาที่ศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ เดือนสิงหาคมถึงกันยายน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ โดยทำการจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 คาบต่อสัปดาห์ คาบเรียนละ 60 นาที รวม 18 ชั่วโมง

2. รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action research) เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งเน้นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการสอนของครูผู้สอน ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนโดยพบว่าเมื่อครูผู้สอนตั้งคำถามเพื่อถามนักเรียน สิ่งที่ได้คือนักเรียนมักตอบกลับมาเป็นคำตอบสั้น ๆ ที่ไม่มีความสมเหตุสมผลและไม่มีความเชื่อมโยงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือนักเรียนยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะครูจึงต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยสังเกตผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นและนำไปหาสาเหตุหรือข้อค้นพบจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้นำมาปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปจนกว่าจะสิ้นสุดตามแผนการทำงานที่กำหนดไว้ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัยของ Kemmis and McTaggart (1998) ซึ่งมีลักษณะเป็นวงจรซ้ำ โดยแต่ละวงจรจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) ซึ่งสาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกดำเนินการในรูปแบบนี้เพราะเป็นรูปแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนการดำเนินงานในแต่ละขั้นได้ตามสถานการณ์จริงตามความเหมาะสมเพื่อให้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

2.1 ชั้นวางแผน (Plan)

2.1.1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้โดยการสังเกตและวิเคราะห์การสอนของตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและวัดความต้องการจำเป็นของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และใช้ประกอบการออกแบบกิจกรรมในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.2 ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.1.3 ผู้วิจัยทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 แผน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามกรอบแนวคิดของ Schwarz et al. (2009) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ชี้นำเสนอปรากฏการณ์ (anchor phenomena) ซึ่งครูนำเสนอปรากฏการณ์พร้อมทั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่จะอธิบายว่าปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. ชี้นำสร้างแบบจำลอง (construct a model) ซึ่งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของตนเอง
3. ชี้นำทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน (empirically test the model) ซึ่งนักเรียนทำการสืบเสาะเพื่อเก็บรวบรวมหลักฐาน ทั้งนี้เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองนั้นสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่

4. **ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluate the model)** ซึ่งนักเรียนนำหลักฐานต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกัน ทั้งนี้เพื่อประเมินแบบจำลองของตนเองควรเป็นที่ยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเหล่านั้นหรือไม่

5. **ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น (test the model against other ideas)** ซึ่งนักเรียนทั้งชั้นเรียนนำแบบจำลองต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับบนพื้นฐานของหลักฐานต่าง ๆ

6. **ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (revise the model)** ซึ่งนักเรียนกลับมาทบทวนแบบจำลองของตนเองและปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีขึ้น

7. **ขั้นใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์ (use the model to predict or explain)** ซึ่งนักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน

ซึ่งจะเห็นได้ว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้นตอนที่กล่าวมานั้น มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมและอธิบายรายละเอียดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเนื่องจากในขั้นนำเสนอปรากฏการณ์ นักเรียนจะได้สร้างข้อกล่าวอ้างจากการกำหนดคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิด จากนั้นนักเรียนจะได้ค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหาในขั้นสร้างแบบจำลอง ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลหลักฐานผ่านกิจกรรมต่าง ๆ และนำมาสร้างแบบจำลองจากนั้นในขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐานนักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐานว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ในขั้นประเมินแบบจำลองนักเรียนจะได้นำเสนอแบบจำลองมาแลกเปลี่ยนข้อมูล อภิปรายและสร้างข้อสรุปความรู้ร่วมกันซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิด หลักการและนำแนวคิดนั้นมาเป็นส่วนหนึ่งในการให้เหตุผลที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ จากนั้นในขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อนเพื่อนำมาข้อมูลที่นำมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองในขั้นปรับปรุงแบบจำลองและในขั้นใช้แบบจำลอง นักเรียนสามารถนำแบบจำลองที่มีความสอดคล้องไปอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความใกล้เคียงกันครบถ้วนสมบูรณ์

2.2 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ได้ออกแบบไว้ไปปฏิบัติการสอนที่ละแผน โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกวีดิทัศน์การสอน บันทึกภาพ เพื่อช่วยในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและเมื่อจบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยมีการเขียนบันทึกหลังการสอน ผลของการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นและแนวทางใน

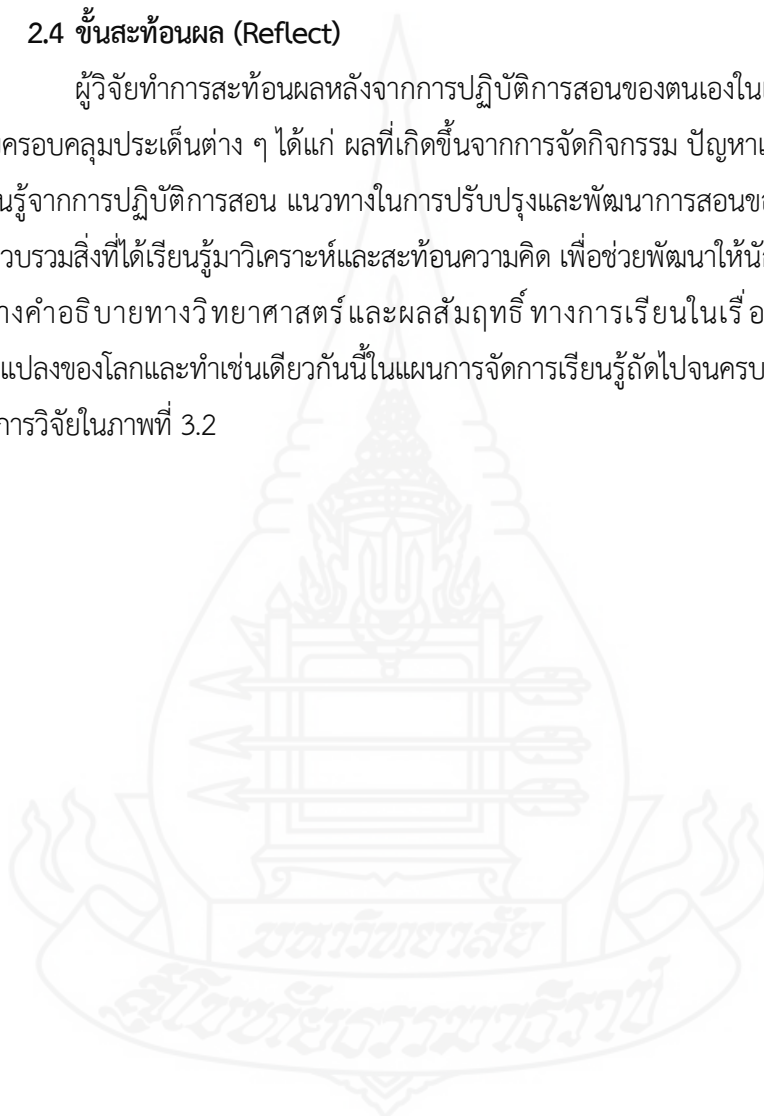
การแก้ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในแผนถัดไป

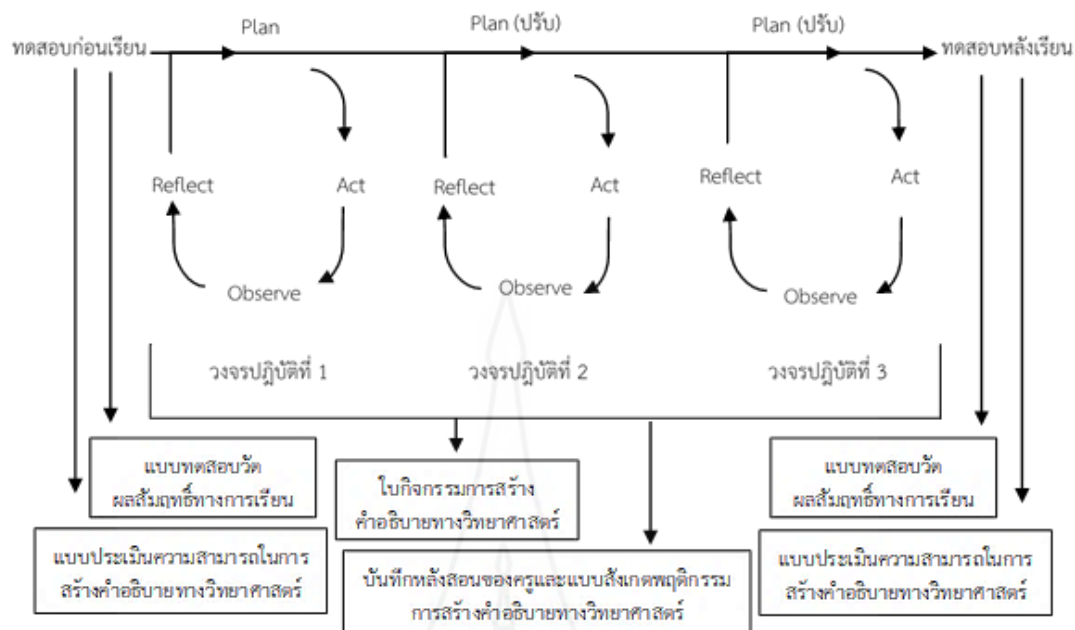
2.3 ชั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้ของตนเองรวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ทุกคาบ โดยอาศัยการสังเกตในชั้นเรียนขณะทำการสอนรวมไปถึงเก็บใบกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อสะท้อนความคิดในชั้นตอนถัดไป

2.4 ชั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติการสอนของตนเองในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการสอน แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการสอนของผู้วิจัยในแผนต่อไป จากนั้นจึงรวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้มาวิเคราะห์และสะท้อนความคิด เพื่อช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกและทำเช่นเดียวกันนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปจนครบทุกแผน ดังแสดงแผนการดำเนินการวิจัยในภาพที่ 3.2





ภาพที่ 3.2 แผนภาพการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร (Cycle) ดังนี้ วงจรที่ 1 เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม วงจรที่ 2 เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต และ วงจรที่ 3 เรื่อง รู้จักหิน การเกิดซากดึกดำบรรพ์และภัยพิบัติทางธรรมชาติ โดยมีการสอดแทรกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

3. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยได้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 16101) ประกอบด้วยแผนจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน โดยมีหัวข้อดังนี้ 1) การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม 2) ปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต 3) รู้จักหิน 4) การเกิดซากดึกดำบรรพ์ 5) ภัยพิบัติทางธรรมชาติ ระยะเวลาในการสอนคาบเรียนละ 60 นาที รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการ
เปลี่ยนแปลงของโลก

แผนที่	เรื่อง	ประเด็นที่ใช้	จำนวน(ชั่วโมง)
1	การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ และการเสื่อมโทรมของ สิ่งแวดล้อม	ทรัพยากรน้ำ/อากาศ/ดิน/สัตว์ป่า และป่าไม้จัดเป็นทรัพยากร ธรรมชาติประเภทใด เพราะเหตุใด	3
2	ปรากฏการณ์เรือนกระจกและผล ของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อ สิ่งมีชีวิต	แก๊สเรือนกระจกมีความสำคัญ อย่างไร	6
3	รู้จักหิน	ภูทอกน้อยจัดเป็นหินประเภทใด และเกิดขึ้นได้อย่างไร	3
4	การเกิดซากดึกดำบรรพ์	แหล่งฟอสซิลดึกดำบรรพ์แห่งที่ 3 ที่บ้านวังปลาฯ มีความสำคัญ อย่างไร	3
5	ภัยพิบัติทางธรรมชาติ	น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหวและสึนามิเกิดขึ้นได้ อย่างไร	3
รวม 5 แผนที่			18

รายละเอียดและขั้นตอนในการออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

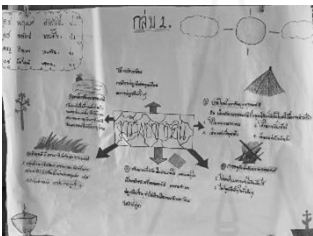
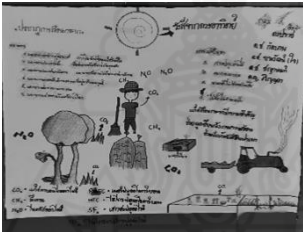
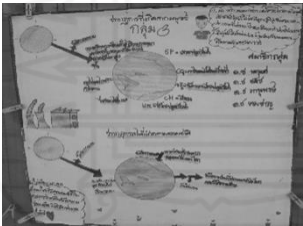


3.1 ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดสำนักบก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

3.2 วิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะ
อันพึงประสงค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สาระที่ 2
วิทยาศาสตร์กายภาพ






3.3 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐาน

3.4 สร้างกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดหัวข้อได้แก่ เรื่อง แบบจำลองที่สร้างขึ้น วิธีการเก็บข้อมูลและการประเมินผล แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

เรื่อง	แบบจำลองที่สร้างขึ้น	วิธีการเก็บข้อมูล	การประเมินผล
การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม		<ul style="list-style-type: none"> - ใบความรู้ - วิดีทัศน์ - ใบกิจกรรม - อินเทอร์เน็ต 	<ul style="list-style-type: none"> - ครูประเมินนักเรียน - นักเรียนประเมินนักเรียน
ปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต	 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบความรู้ - วิดีทัศน์ - ใบกิจกรรม - อินเทอร์เน็ต 	<ul style="list-style-type: none"> - ครูประเมินนักเรียน - นักเรียนประเมินนักเรียน
รู้จักหิน	 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบความรู้ - วิดีทัศน์ - ใบกิจกรรม - การทดลอง - อินเทอร์เน็ต 	<ul style="list-style-type: none"> - ครูประเมินนักเรียน - นักเรียนประเมินนักเรียน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

เรื่อง	แบบจำลองที่สร้างขึ้น	วิธีการเก็บข้อมูล	การประเมินผล
การเกิดซากดึกดำบรรพ์	 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบความรู้ - วีดิทัศน์ - ใบกิจกรรม - อินเทอร์เน็ต 	<ul style="list-style-type: none"> - ครูประเมินนักเรียน - นักเรียนประเมินนักเรียน
ภัยพิบัติทางธรรมชาติ	  	<ul style="list-style-type: none"> - ใบความรู้ - วีดิทัศน์ - ใบกิจกรรม - อินเทอร์เน็ต 	<ul style="list-style-type: none"> - ครูประเมินนักเรียน - นักเรียนประเมินนักเรียน

3.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 5 แผน สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

3.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

3.5.2 สาระสำคัญ

3.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

3.5.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

- 1) ชี้นำเสนอปรากฏการณ์
- 2) ชี้นำสร้างแบบจำลอง
- 3) ชี้นำทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน
- 4) ชี้นำประเมินแบบจำลอง
- 5) ชี้นำเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น
- 6) ชี้นำปรับปรุงแบบจำลอง
- 7) ชี้นำใช้แบบจำลอง

3.5.5 สื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

3.5.6 การวัดและประเมินผล

3.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้เชี่ยวชาญตามภาคผนวก ก) ตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล รวมทั้งพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมการเรีเรียนรู้กับรูปแบบการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.7 นำแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ทำการศึกษา แล้วนำผลที่ได้จากการสะท้อนคิดจากแผนก่อนหน้า มาพัฒนาและปรับปรุงแผนการเรียนรู้ถัดไป โดยในระหว่างการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดรอบคอบ โดยผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก ค

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก สรุปลงได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 1

แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สามารถวัดและประเมินได้จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ รวม 10 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ เช่น ตาราง รูปภาพ เป็นต้น เป็นแบบประเมินแบบคู่ขนาน โดยครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

และวัตถุประสงค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างตามแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008) ซึ่งได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยมีขั้นตอนในสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาความหมายและองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2) หลักฐาน (Evidence) และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning)
3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการออกแบบแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก
4. สร้างตารางวิเคราะห์รายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้ครอบคลุมกรอบการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3.3 รายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	นักเรียนต้องระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องและชัดเจน
2. หลักฐาน (Evidence)	นักเรียนต้องระบุหลักฐานที่ถูกต้องและครบถ้วนโดยระบุข้อมูลที่เชื่อมโยงกับคำถาม มีทฤษฎีหรือแนวคิดสนับสนุน
3. การให้เหตุผล (Reasoning)	นักเรียนให้เหตุผลที่ถูกต้องและครบถ้วนเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่การกล่าวอ้างที่เหมาะสม

5. สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยสร้างเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ มีจำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ รวมเป็น 10 ข้อ

6. นำเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ทั่วไป (General Rubrics) ตามกรอบของ McNeil and Krajcik (2006) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินเบื้องต้น ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0 (ปรับปรุง)	1 (พอใช้)	2 (ดี)
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุปของคำถาม หรือปัญหา)	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าวอ้าง ไม่ถูกต้อง	สร้างข้อกล่าวอ้าง ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้อง และสมบูรณ์
หลักฐาน (ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ที่สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง)	หลักฐานไม่มีความ เหมาะสม หรือ หลักฐานไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐานมีความ เหมาะสม แต่ไม่ เพียงพอในการสร้างข้อ กล่าวอ้าง	หลักฐานมีความเหมาะสม และเพียงพอในการสร้าง ข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล (การเชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและ หลักฐาน)	ไม่สามารถให้เหตุผล หรือให้เหตุผลที่ไม่ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและ หลักฐาน	การให้เหตุผลมีความ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างและหลักฐาน แต่อาจใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ	การให้เหตุผลมีความ เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าว อ้างและหลักฐานอย่าง สมบูรณ์

7. นำเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์ทั่วไป มาสร้างเกณฑ์การประเมินแบบจำเพาะ (Specific Rubrics) สำหรับการประเมินแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อโดยกำหนดเกณฑ์การประเมินใน 3 รายการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการเป็น 3 ระดับคะแนนเช่นเดียวกับรูบริกส์ทั่วไปและกำหนดการแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับพอใช้และระดับดี ดังนั้นสรุปคะแนนที่ได้จากคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ระหว่าง 0- 30 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามช่วงคะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
21 - 30	ความสามารถในระดับดี
11 - 20	ความสามารถในระดับพอใช้
0 - 10	ความสามารถในระดับปรับปรุง

8. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของสถานการณ์และข้อมูลประกอบ รวมทั้งลักษณะของภาษาที่ใช้และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

9. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ตั้งรายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และการกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือก แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป พบว่า ข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ทุกข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้ (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2561)

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

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

เมื่อ IOC คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ได้ตรวจสอบ

10. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเขาดิน จำนวน 20 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ฉบับที่ 1 ให้นักเรียนทำ เมื่อนักเรียนทำแบบประเมินฯ ฉบับที่ 1 เสร็จแล้ว ให้นักเรียนทำแบบประเมินฯ ฉบับที่ 2 ฉบับละ 5 ข้อ รวมเป็น 10 ข้อ

11. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้ใช้จริงจำนวน 10 ข้อ พบว่าข้อสอบที่ได้มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.22 - 0.47 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20 - 0.50

1) หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้เทคนิค กลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ 25 % (แบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ) โดยใช้สูตรดังนี้ เลือกใช้ตามวิธีของ D.L Sabers (โกวิท ประวาลพฤกษ์, 2527)

$$p = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{\min})}{(N_T)(X_{\max} - X_{\min})}$$

2) หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้เทคนิค กลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ 25 % (แบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ) โดยใช้สูตรดังนี้ เลือกใช้ตามวิธีของ D.L Sabers (โกวิท ประวาลพฤกษ์, 2527)

$$r = \frac{(S_H - S_L)}{(N_H)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p	คือ ค่าความยากง่ายของเครื่องมือวิจัย
r	คือ ค่าอำนาจจำแนกของเครื่องมือวิจัย
S_H	คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
S_L	คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
N_T	คือ จำนวนผู้เข้าสอบทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
N_H	คือ จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูง
X_{\max}	คือ คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนสูงสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
X_{\min}	คือ คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

12. นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มเดียวกันมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบประเมินฯ ทั้งฉบับเพื่อหาค่าความเที่ยง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) ซึ่งเป็นการใช้แบบประเมินฯ คู่ขนานไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ผลปรากฏว่าแบบประเมินฯ มีค่าความเที่ยงอยู่ที่ 0.93 โดยใช้สูตรของเพียร์สัน ในการคำนวณดังนี้ (กัญจนา ลินทรตันศิริกุล, 2561)

$$r_{tt} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย

N คือ จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

$\sum X$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งที่หนึ่ง

$\sum Y$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งที่สอง

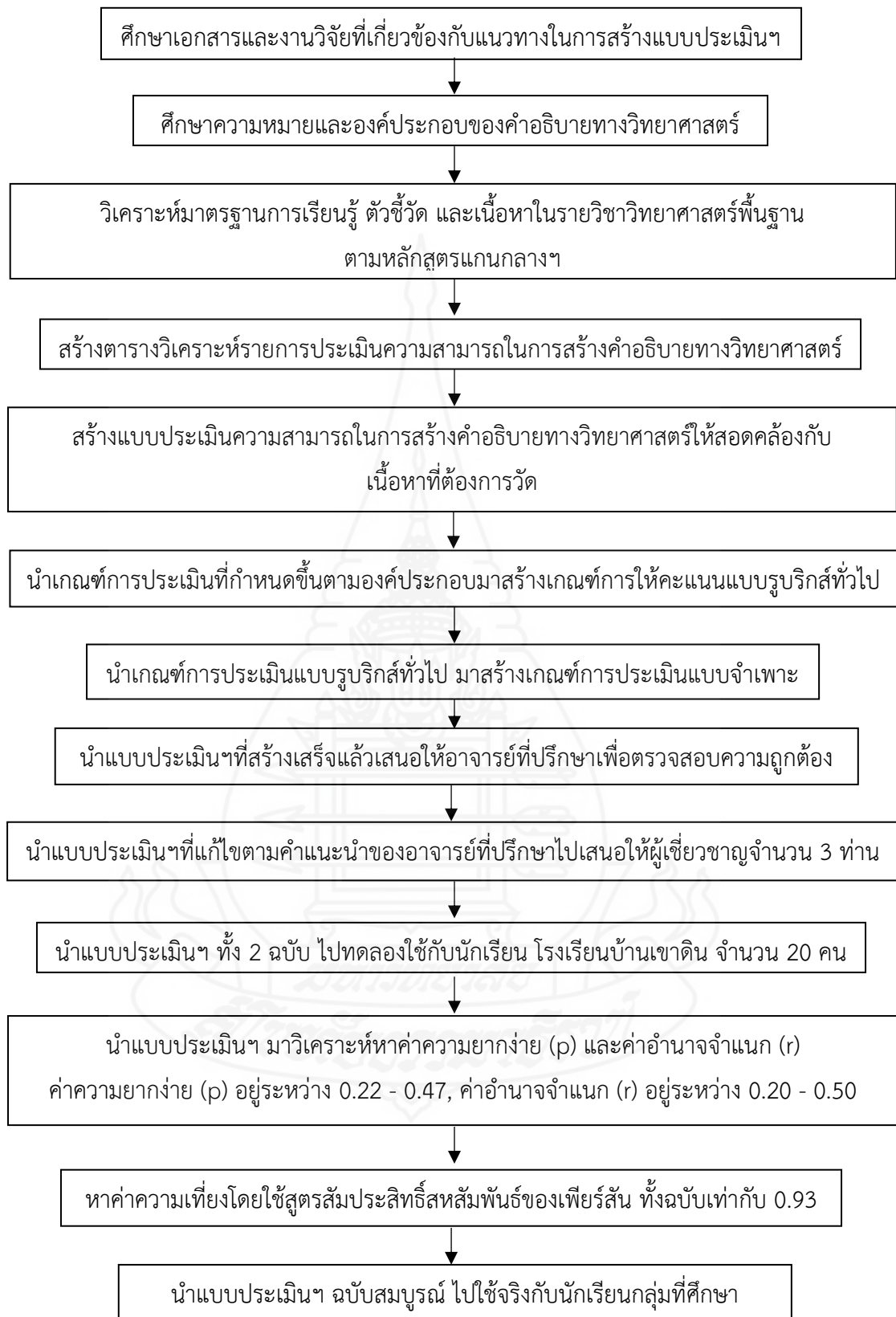
$\sum X^2$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการสอบครั้งที่หนึ่ง

$\sum Y^2$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการสอบครั้งที่สอง

$\sum XY$ คือ ผลรวมระหว่างผลคูณของคะแนนการสอบครั้งที่หนึ่งและครั้งที่สอง

13. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ รวมเป็น 10 ข้อ ไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา
ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สรุปล
ได้ดังภาพที่ 3.4





ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 4

4.2 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 2

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่อง ปรัชญาการณและการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดสำนักบก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่องที่ต้องการสร้างแบบทดสอบกำหนดเป็นตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

3. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผล การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบ

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการจริงจำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

6. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ตั้งรายนามในภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาความถูกต้องและหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC: Item objective congruence) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้ (กัญจนมา ลินทรตันศิริกุล, 2561)

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

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

เมื่อ IOC คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ได้ตรวจสอบ

7. คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.50 - 1.00 พบว่าผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นรายข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้จำนวน 50 ข้อ

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเขาหิน จำนวน 20 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกมาแล้ว

9. ทำการตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้ใช้จริงจำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบที่ได้มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.20 - 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20 - 0.80

1) หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้เทคนิค กลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ 50 % (นักเรียนไม่เกิน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ กลุ่มละครึ่ง) โดยใช้สูตรดังนี้ (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2561)

$$p = \frac{H + L}{N_H - N_L}$$

เมื่อ p คือ ค่าความยากง่ายของเครื่องมือการวิจัย

H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ

2) หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้เทคนิค กลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ 50 % (นักเรียนไม่เกิน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ กลุ่มละครึ่ง) ดังนี้ (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2561)

$$r = \frac{H - L}{N_H} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{H - L}{N_L}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของเครื่องมือการวิจัย

H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ

11. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ มาหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR-20 (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2561) ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89 ดังนี้

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเที่ยงของเครื่องมือการวิจัย

k คือ จำนวนข้อทดสอบในแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

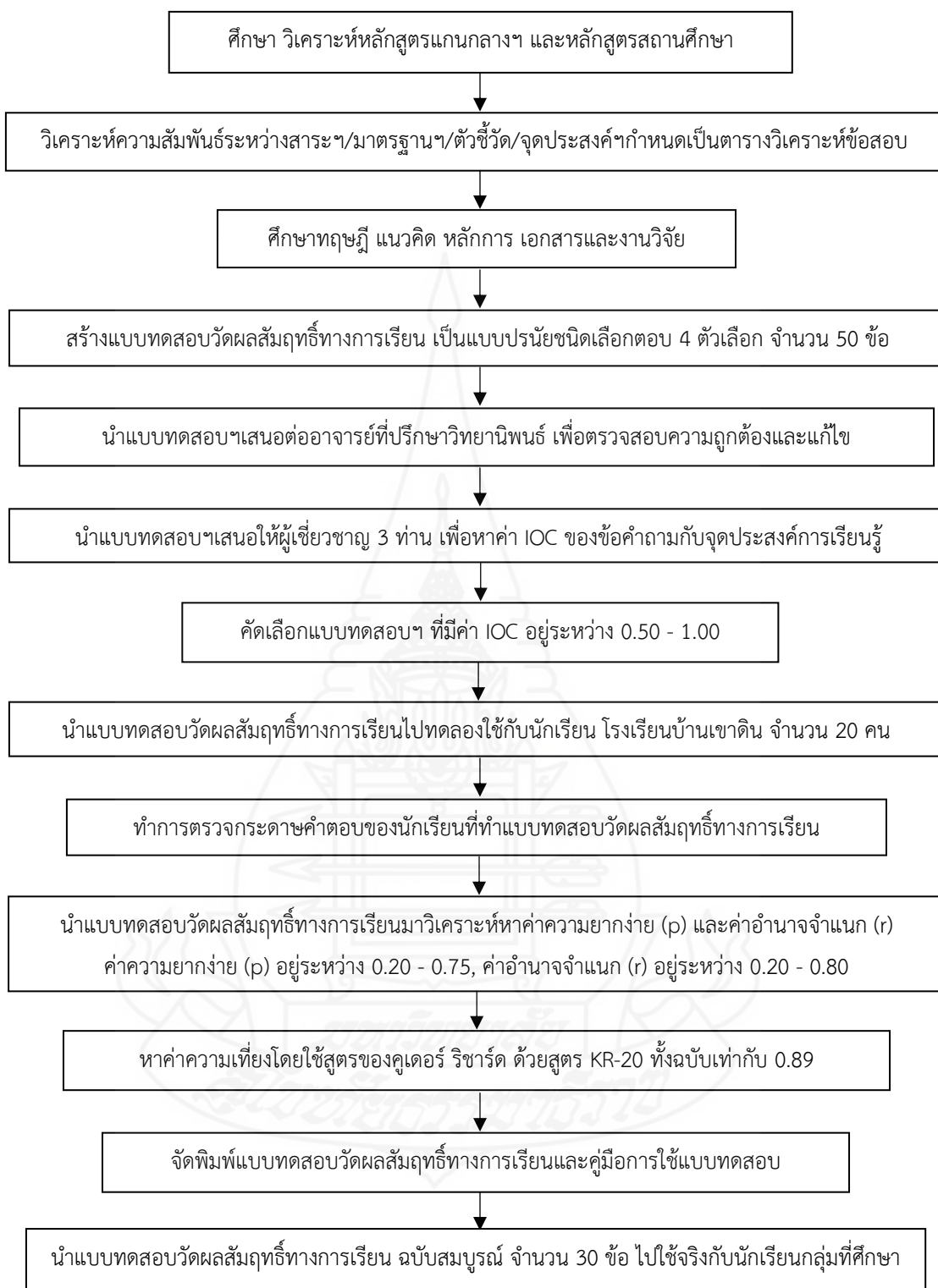
q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิด ($q = 1-p$)

S^2 คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งฉบับ

12. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และคู่มือการใช้แบบทดสอบเพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลองต่อไป

13. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ ไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 3

4.3.1 ใบบัณฑิตกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำใบบัณฑิตกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยมีความเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจะสามารถใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ ได้

4.3.2 บันทึกล้างสอนของครู

ผู้วิจัยทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียนเสร็จสิ้น โดยควรเขียนสะท้อนในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ 1) ผลการจัดการเรียนรู้ 2) ปัญหาและอุปสรรค 3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ในคาบนั้น ๆ รวมไปถึงแนวทางที่จะแก้ไขปัญหาในคาบเรียนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป

4.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

บันทึกของนักเรียนที่เขียนหลังจากการเรียนทุกครั้ง โดยบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งมีหัวข้อในการบันทึก ได้แก่ 1) นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง 2) ในการเรียนรู้ครั้งนี้นักเรียนมีความรู้สึก/ความคิดเห็นอย่างไร 3) ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้นักเรียนจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง 4) ในการเรียนรู้ครั้งนี้นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยอะไรบ้าง 5) ในการเรียนรู้ครั้งนี้นักเรียนมีข้อเสนอแนะอย่างไร 6) ข้อดี - ข้อจำกัดของแบบจำลองที่นักเรียนได้ไปศึกษาจากกลุ่มเพื่อน

4.3.4 วิดีทัศน์บันทึกการสอน

ผู้วิจัยทำการบันทึกภาพและเสียงระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นและช่วยให้ผู้วิจัยสามารถเขียนสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนและนำมาวิเคราะห์ได้ดียิ่งขึ้น เพราะทำให้เห็นทั้งการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน พฤติกรรมของนักเรียน บทสนทนาระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

4. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1.1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 21 คน ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 จำนวน 5 ข้อ เวลา 50 นาทีและ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ เวลา 40 นาที โดยผู้วิจัยจัดสอบและคุมสอบด้วยตนเองและบันทึกผลสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน

4.1.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย 3 วงจร โดยวงจรที่ 1 คือเรื่องการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและ การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม วงจรที่ 2 คือเรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต และวงจรที่ 3 คือเรื่องรู้จักหิน การเกิดซากดึกดำบรรพ์และภัยพิบัติทางธรรมชาติ ทำการสอนในช่วงเรียนปกติ 18 ชั่วโมง ตั้งแต่เดือน สิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2563 โดยผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และบันทึกผลคะแนนไว้เป็นคะแนนระหว่างเรียน รวมทั้งผู้วิจัยได้บันทึกสิ่งที่ปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมลงในแบบบันทึกหลังสอนทันทีทุกครั้งหลังเสร็จสิ้นตามแผนการจัดการเรียนรู้และบันทึกวีดิทัศน์การสอนทุกครั้ง เพื่อสะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียนผู้วิจัยทำการบันทึกหลังสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4.1.3 เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทุกแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดำเนินการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 21 คน ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 2 จำนวน 5 ข้อ เวลา 50 นาที และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ เวลา 40 นาที โดยผู้วิจัยจัดสอบและคุมสอบด้วยตนเองและบันทึกผลสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียน

4.1.4 ตรวจสอบให้คะแนนจากการทำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อตอบคำถามวิจัย

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บันทึกหลังสอนของครูและใบกิจกรรมของนักเรียน มาเชื่อมโยงข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) เนื่องจาก บุคคล เวลาและข้อมูลต่างกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นหลักฐานและผลการวิจัยที่มีความเชื่อมั่นถูกต้องตรงตามความจริงมาวิเคราะห์ ดังนี้

4.2.1 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1) ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์ ตามเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาแล้วล่วงหน้า ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปรับมาจากเกณฑ์การประเมินของ McNeil and Krajcik

(2006) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ

2) นำคะแนนแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาจัดกลุ่มคำตอบ โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 (ปรับปรุง) หมายถึง คำตอบผิด 1 (พอใช้) หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน และ 2 (ดี) หมายถึง คำตอบถูกต้องและสมบูรณ์ จากนั้นจัดระดับคะแนนรวมของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงในตารางที่ 3.5 บทที่ 3 หน้า 42

3) หาค่าความถี่และร้อยละ โดยใช้สูตร (กัญญา ถินทรตันศิริกุล, 2553)

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P คือ ค่าร้อยละ

f คือ ค่าความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ

n คือ ค่าจำนวนความถี่ทั้งหมด

4.2.2 เครื่องมือวิจัยหลักที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยตรวจคำตอบของนักเรียนจากนั้นนำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณหาค่า Normalized gain (Richard R. Hake, 1998) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2561) สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{[(\% \text{post} - \text{test}) - (\% \text{pre} - \text{test})]}{[(100\%) - (\% \text{pre} - \text{test})]}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ คือ ค่า normalized gain

%pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

%post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ค่า normalized gain แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. High gain ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$
2. Medium gain ค่า $0.7 \leq \langle g \rangle \geq 0.3$
3. Low gain ค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N คือ จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$$SD. = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ SD. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N คือ จำนวนผู้คนสอบทั้งหมด

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละค่ายกกำลังสอง

4.2.3 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 3

1) ใบบันทึกกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยตรวจใบบันทึกกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2) บันทึกหลังสอนของครู

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการบันทึกหลังสอนจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในประเด็น 1) ผลการจัดการเรียนรู้ 2) ปัญหาและอุปสรรค และ 3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพกับเนื้อหาที่สอนเพื่อปรับวิธีการและขั้นตอน เพิ่มหรือลดข้อจำกัดที่เกิดขึ้น

3) แบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยอ่านแบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากนั้นทำการตีความหมายข้อมูลออกมาเป็นข้อความสั้น ๆ แล้วทำการหารูปแบบคำตอบของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4) วิดีทัศน์บันทึกการสอน

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากวีดิทัศน์มาทำการบันทึกสิ่งที่ปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมลงในบันทึกหลังสอนของครูทันทีทุกครั้งหลังเสร็จสิ้นตามแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน ทั้งสิ่งที่ผู้วิจัยและนักเรียนได้ปฏิบัติระหว่างการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงขอแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดี ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดี

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากบันทึกหลังสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	การจดย่อ
<p>ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ครูอธิบายความหมายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างละเอียดพร้อมทั้งนำเสนอตัวอย่างให้กับนักเรียน จากนั้นครูนำเสนอปรากฏการณ์โดยการให้นักเรียนสังเกตภาพ 2 ภาพ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้คำถามซึ่งนักเรียนให้ความร่วมมือช่วยกันตอบคำถามเป็นอย่างดี จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองโดยใช้คำถาม และนำแบบจำลองทางความคิดของตนเองมาวิเคราะห์ร่วมกันกับของเพื่อน ๆ เพื่อให้ได้แบบจำลองทางความคิดกลุ่มของตนเองจากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองเพื่อสร้างแบบจำลองที่อธิบายถึงการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกผ่านกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานจากใบความรู้และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอินเทอร์เน็ตซึ่งครูจะคอยชี้แนะแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นข้อความในปริมาณที่มากเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนักเรียนนำแบบจำลองกลุ่มของตนเองมาทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเล็กน้อยเพียงใด สามารถยอมรับได้หรือไม่ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและแสดงความคิดเห็นลงข้อสรุปเกี่ยวกับจำลองถึงเหตุผลที่มาสนับสนุนแบบจำลอง เพื่อเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่ค้นพบ โดยแสดงเหตุผลที่สนับสนุนและสมเหตุสมผลจากนั้นนักเรียนนำแบบจำลองของกลุ่มตนเองมาเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดและปรับปรุงแบบจำลองให้มีความสอดคล้องกับหลักฐานมากยิ่งขึ้น ในขั้นตอนสุดท้ายครูจะให้นักเรียนได้อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกอีกครั้งจากการทำใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>- การอธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อนเรียนทุกครั้ง</p> <p>- การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงประจักษ์</p> <p>- การนำเสนอและอภิปรายส่งเสริมการเขียนข้อกล่าวอ้างให้เหมาะสมมากขึ้น</p>

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

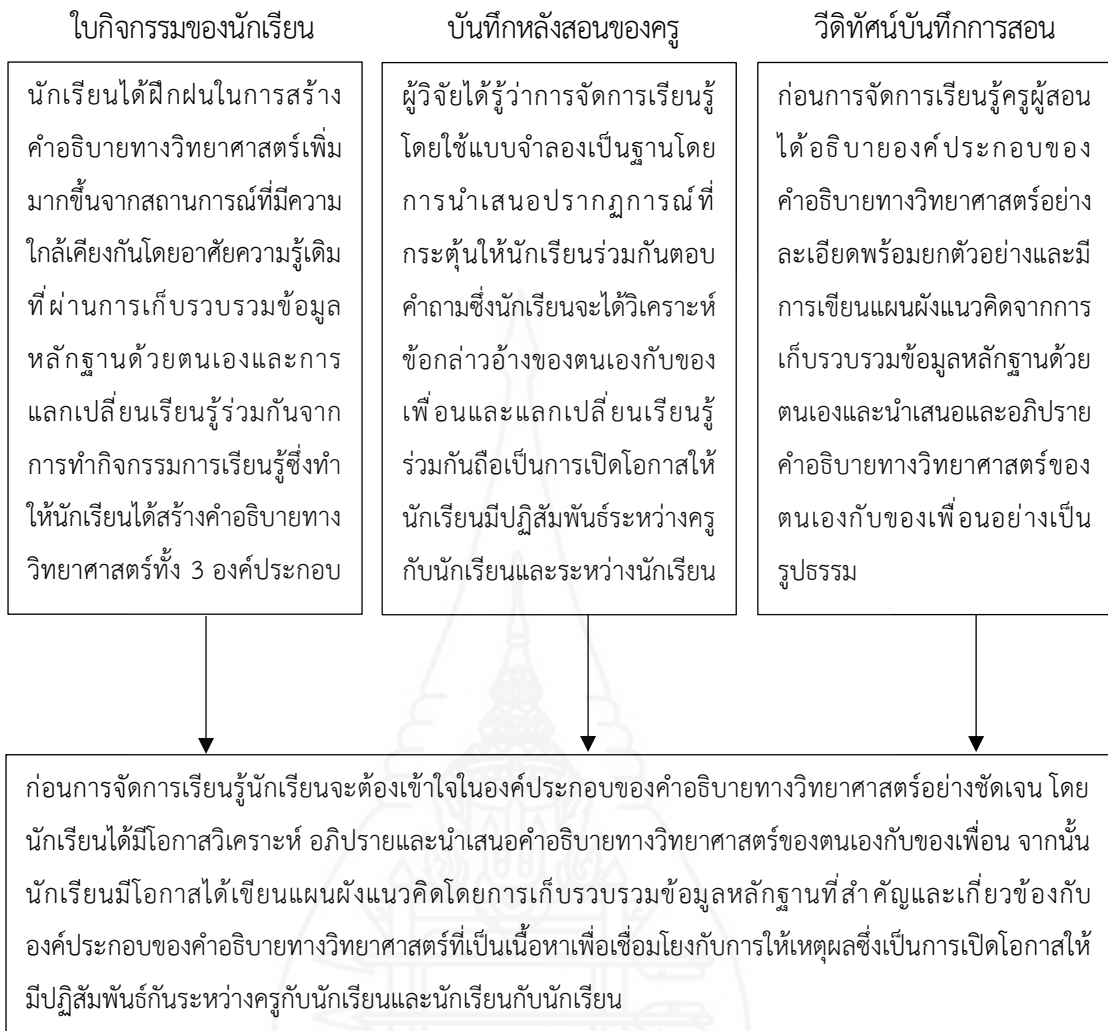
แผนการ จัดการเรียนรู้	การจดย่อ	การจัดกลุ่ม	การเขียนข้อสรุป
แผนที่ 1	- การเก็บรวบรวมข้อมูลและการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	- การอธิบายองค์ ประกอบของคำ	นักเรียนมีความเข้าใจใน องค์ประกอบของ
แผนที่ 2	- การอธิบายองค์ประกอบของ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ทุกครั้ง - การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความ เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ - การนำเสนอและอภิปรายส่งเสริม การเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้ เหมาะสม- สมมากขึ้น	อธิบายทาง วิทยาศาสตร์อย่าง ชัดเจนก่อนเรียน ทุกครั้ง - การเขียนแผนผัง แนวคิดแสดงความ เชื่อมโยงกับข้อมูล	คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ก่อนการ จัดการเรียนรู้โดยการ เขียนแผนผังแนวคิด นำเสนอและอภิปราย คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ของตนเอง กับของเพื่อนซึ่งถือเป็น
แผนที่ 3	- การอธิบายองค์ประกอบของ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ทุกครั้ง - การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความ เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ - การนำเสนอและอภิปรายส่งเสริม การเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้ เหมาะสม- สมมากขึ้น	เชิงประจักษ์ - การนำเสนอและ อภิปรายส่งเสริม การเขียนข้อกล่าว อ้างที่เหมาะสม มากขึ้น	การฝึกฝนให้สามารถ สร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น
แผนที่ 4	- การอธิบายองค์ประกอบของ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ทุกครั้ง - การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความ เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ - การนำเสนอและอภิปรายส่งเสริม การเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้ เหมาะสม- สมมากขึ้น		

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	การจดย่อ	การจัดกลุ่ม	การเขียนข้อสรุป
แผนที่ 5	- การอธิบายองค์ประกอบของ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ทุกครั้ง - การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความ เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ - การนำเสนอและอภิปรายส่งเสริม การเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้ เหมาะสม- สมมากขึ้น		

ทั้งนี้เพื่อให้งานวิจัยมีคุณภาพ ผู้วิจัยได้ให้เพื่อนผู้วิพากษ์ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้ทำงานวิจัยปฏิบัติการร่วมประเมินผลที่วิเคราะห์ได้ว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่ จากนั้นนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไขและให้ข้อเสนอแนะ โดยผู้วิจัยแสดงตัวอย่างการได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพที่ 3.6





ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี และเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

ตอนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างและดัดแปลงมาจากกรอบแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2006) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล โดยในการตอบคำถามวิจัยเกี่ยวกับระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง

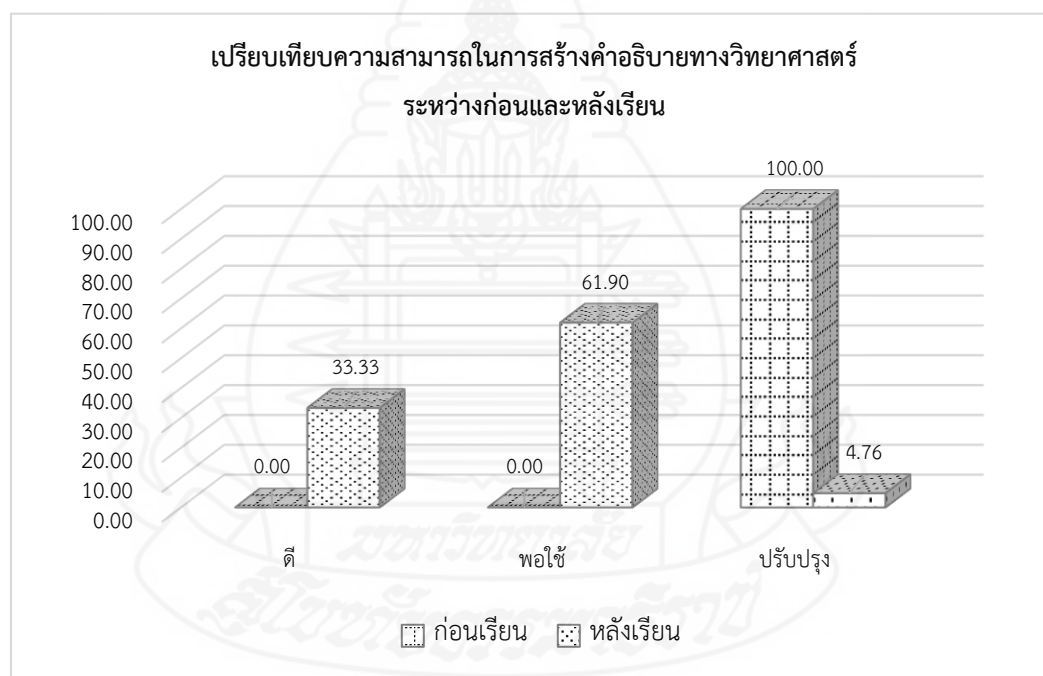
ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งประกอบด้วย 5 เรื่องย่อย ได้แก่ 1) การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ 2) ปรากฏการณ์เรือนกระจก 3) ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต 4) ประเภทของหิน และ 5) ซากดึกดำบรรพ์ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับนักเรียน 1 ห้องเรียน จำนวน 21 คน ในคาบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากนั้นใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยการอ่านคำตอบในแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนแต่ละข้ออย่างละเอียดเพื่อทำการหาคะแนนองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นตามกรอบแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2006) ที่แสดงในตารางที่ 3.4 บทที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง (0-10 คะแนน) ระดับพอใช้ (11-20 คะแนน) และระดับดี (21-30 คะแนน) แล้วนำผลที่วิเคราะห์ได้ไปคำนวณหาความถี่และร้อยละ ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีนักเรียนจำนวน 21 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง (คะแนนระหว่าง 0-10 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 100.00 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้น ดังนี้ มีนักเรียนจำนวน 7 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี (คะแนนระหว่าง 21-30 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 33.33 รองลงมาคือนักเรียนจำนวน 13 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ (คะแนนระหว่าง 11-20 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 61.19 ขณะที่นักเรียนจำนวน 1 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง (คะแนนระหว่าง 0-10 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 4.76 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 (ระดับความสามารถของนักเรียนรายบุคคล แสดงไว้ตามภาคผนวกที่ จ)

ตารางที่ 4.1 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ระดับคุณภาพ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดี	0 (0.00%)	7 (33.33%)
พอใช้	0 (0.00%)	13 (61.90%)
ปรับปรุง	21 (100.00%)	1 (4.76%)



ภาพที่ 4.1 ความถี่และร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตัวอย่างการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน เป็นไปตามตารางที่ 4.2 – ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 การจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ จากระดับปรับปรุงไประดับดี

ระดับความสามารถในการ สร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	ปรับปรุง
ตัวอย่างคำตอบนักเรียน (ก่อนเรียน)	<ol style="list-style-type: none"> จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทสัตว์น้ำ (ข้อกล่าวอ้าง) ใน พ.ศ. 2551 มีการตายของพะยูน 9 ตัว พ.ศ. 2552 ตายไปแล้ว 13 ตัว พ.ศ. 2553 มีพะยูนตายทั้งหมด 10 ตัว (หลักฐาน) สาเหตุการตายของมาเรียมคือเศษพลาสติกเข้าไปอุดตันลำไส้ ส่งผลให้เกิดการอักเสบและติดเชื้อในกระแสเลือด ส่วนยามีผลหลังจากที่ทีมสัตวแพทย์พยายามผ่าตัดเอาก้อนหญ้าทะเลซึ่งอุดตันบริเวณกระเพาะอาหารของน้องออก (เหตุผล) (นักเรียนคนที่ 18 ก่อนเรียน)
ระดับความสามารถในการ สร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	ดี
ตัวอย่างคำตอบนักเรียน (หลังเรียน)	<ol style="list-style-type: none"> ประเภทใช้แล้วทดแทนได้เพราะเราสามารถเลี้ยงทดแทนได้แต่ต้องใช้เวลา (ข้อกล่าวอ้าง) จากข้อมูลใน พ.ศ. 2543 ปริมาณการจับ 29 ตัน พ.ศ. 2545 ปริมาณการจับ 28 ตัน พ.ศ. 2547 ปริมาณการจับ 27 ตัน พ.ศ. 2549 ปริมาณการจับ 25 ตัน พ.ศ. 2551 ปริมาณการจับ 17 ตัน ซึ่งลดลงในแต่ละปี (หลักฐาน) สัตว์น้ำเค็มเป็นทรัพยากรที่ทดแทนได้ เพราะในแต่ละปีมีการเพิ่มปริมาณในแต่ละปีไม่เท่ากัน การที่จะทดแทนต้องใช้ระยะเวลาานาน ถ้าเราจับสัตว์น้ำเค็มในปริมาณที่มากเกินไปอาจจะทำให้สัตว์น้ำเค็มสูญพันธุ์ได้ (เหตุผล) (นักเรียนคนที่ 18 หลังเรียน)

จากตารางที่ 4.2 ก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ส่วนหลักฐานนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่สมบูรณ์และการให้เหตุผลนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ หลังเรียนนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ส่วนหลักฐานนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างสมบูรณ์และการให้เหตุผลนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องและสมบูรณ์

ตารางที่ 4.3 การจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ จากระดับปรับปรุงไประดับพอใช้

ระดับความสามารถในการ สร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	ปรับปรุง
ตัวอย่างคำตอบนักเรียน (ก่อนเรียน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. พะยูนจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภททะเลเพราะพะยูนเป็นสัตว์น้ำจืด (ข้อกล่าวอ้าง) 2. ย้อนกลับไปเมื่อต้นเดือนกรกฎาคม ยามิล ลูกพะยูนน้อย (หลักฐาน) 3. จากเมื่อคืนนี้หลังจากที่มีสัตว์แพทย์พยายามผ่าตัดเอาก้อนหญ้าออก (เหตุผล) <p>(นักเรียนคนที่ 16 ก่อนเรียน)</p>
ระดับความสามารถในการ สร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	พอใช้
ตัวอย่างคำตอบนักเรียน (หลังเรียน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ประเภทที่ใช้แล้วทดแทนได้ เพราะเราสามารถเลี้ยงเพื่อทดแทนได้ (ข้อกล่าวอ้าง) 2. ปี 2543 จับสัตว์น้ำเค็มได้ประมาณ 28 ตัน ปี 2553 จับสัตว์น้ำเค็มได้ประมาณ 26 ตัน (หลักฐาน) 3. เนื่องจากในการจับสัตว์น้ำเค็มในแต่ละปีซึ่งลดลงทำให้เกิดการทดแทนหรือเพาะพันธุ์ (เหตุผล) <p>(นักเรียนคนที่ 16 หลังเรียน)</p>

จากตารางที่ 4.3 ก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ส่วนหลักฐานนักเรียนไม่สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้และการให้เหตุผลนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ หลังเรียนนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนหลักฐานนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่สมบูรณ์และการให้เหตุผลนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้

ตารางที่ 4.4 การจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ จากระดับปรับปรุงไประดับปรับปรุง

ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ปรับปรุง
ตัวอย่างคำตอบนักเรียน (ก่อนเรียน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. สัตว์คุ้มครองและเป็นสัตว์น้ำ (ข้อกล่าวอ้าง) 2. ไม่ควรนำพะยูนมาเลี้ยงเด็ดขาด (หลักฐาน) 3. เพราะมันตายง่าย (เหตุผล) (นักเรียนคนที่ 6 ก่อนเรียน)
ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ปรับปรุง
ตัวอย่างคำตอบนักเรียน (หลังเรียน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทดแทนได้ เพราะสามารถสืบพันธุ์ใหม่และตัวใหม่ได้ (ข้อกล่าวอ้าง) 2. สัตว์น้ำเค็มสืบพันธุ์ มีตัวใหม่ ๆ มากได้ (หลักฐาน) 3. ปริมาณสัตว์น้ำเค็มปี 2553 มี 16 ตัน ปี 2543 มี 28 ตัน จะเห็นว่าเพิ่มขึ้นในแต่ละปี (เหตุผล) (นักเรียนคนที่ 6 หลังเรียน)

จากตารางที่ 4.4 ก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ส่วนหลักฐานนักเรียนไม่สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้และการให้เหตุผลนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ หลังเรียนนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนหลักฐานนักเรียนไม่สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้และการให้เหตุผลนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้

ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แยกรายองค์ประกอบ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยแยกรายองค์ประกอบ

องค์ประกอบ ของคำอธิบาย	การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ			ปรากฏการณ์ เรือนกระจก		ผลของปรากฏการณ์เรือน กระจก		ประเภทของหิน		ซากดึกดำบรรพ์	
	ทาง	ระดับ	ร้อยละ		ร้อยละ		ร้อยละ		ร้อยละ		
			ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
วิทยาศาสตร์	คุณภาพ										
ข้อกล่าวอ้าง	ดี	0.00%	57.14%	9.52%	90.48%	0.00%	71.43%	0.00%	61.90%	0.00%	90.48%
	พอใช้	4.76%	42.86%	4.76%	4.76%	14.29%	14.29%	4.76%	38.10%	0.00%	9.52%
	ปรับปรุง	95.24%	0.00%	85.71%	4.76%	85.71%	14.29%	95.24%	0.00%	100.00%	0.00%
หลักฐาน	ดี	4.76%	9.52%	0.00%	52.38%	0.00%	38.10%	0.00%	19.05%	0.00%	95.24%
	พอใช้	23.81%	66.67%	9.52%	28.57%	0.00%	38.10%	4.76%	47.62%	0.00%	4.76%
	ปรับปรุง	71.43%	23.81%	90.48%	19.05%	100.00%	23.81%	95.24%	33.33%	100.00%	0.00%
การให้เหตุผล	ดี	0.00%	28.57%	0.00%	28.57%	0.00%	14.29%	0.00%	23.81%	0.00%	9.52%
	พอใช้	0.00%	19.05%	0.00%	28.57%	0.00%	14.29%	0.00%	33.33%	0.00%	28.57%
	ปรับปรุง	100.00%	52.38%	100.00%	42.86%	100.00%	71.43%	100.00%	42.86%	100.00%	61.90%

จากตารางที่ 4.5 จะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 21 คน ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่ามึนักเรียนส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 85 ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง อยู่ในระดับปรับปรุง โดยในแนวคิดเรื่องซากดึกดำบรรพ์ มีจำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง อยู่ในระดับปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 100.00 และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่ามึนักเรียนส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 57 สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี โดยในแนวคิดเรื่องซากดึกดำบรรพ์ มีจำนวนนักเรียนที่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 90.48

2. หลักฐาน ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่ามึนักเรียนส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 71 ไม่สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ อยู่ในระดับปรับปรุง โดยในแนวคิดเรื่องซากดึกดำบรรพ์ มีจำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ อยู่ในระดับปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 100.00 และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่ามึนักเรียนส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 9 สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี โดยในแนวคิดเรื่องซากดึกดำบรรพ์ มีจำนวนนักเรียนที่สามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 95.24

3. การให้เหตุผล ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่ามึนักเรียนร้อยละ 100 ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ อยู่ในระดับปรับปรุง ในทุกแนวคิดมึนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่ามึนักเรียนมากกว่าร้อยละ 9 สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องและสมบูรณ์ โดยในแนวคิดเรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก มีจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลที่ถูกต้องและสมบูรณ์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 28.57

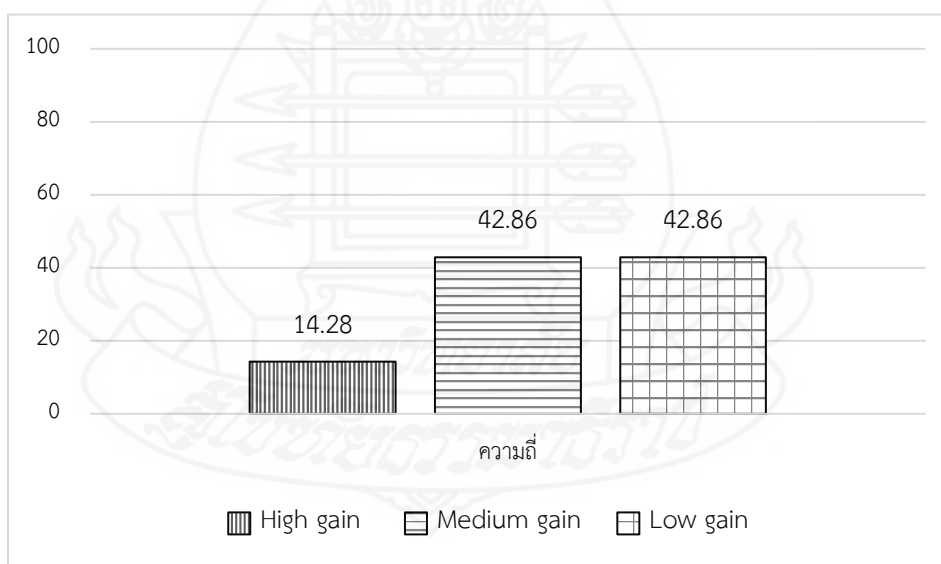
ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง
ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลง
ของโลก ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจคะแนนและทำการวิเคราะห์ผล ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 4.6 ความถี่และร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalized gain

ระดับ	high gain	medium gain	low gain
	3	9	9
	(14.28%)	(42.86%)	(42.86%)



ภาพที่ 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

จากภาพที่ 4.2 และตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีนักเรียนจำนวน 3 คน (ร้อยละ 14.28) ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) รองลงมาคือนักเรียน จำนวน 9 คน (ร้อยละ 42.86) ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) ในขณะที่นักเรียน จำนวน 9 คน (ร้อยละ 42.86) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่ตอบถูกก่อนและหลังเรียน และค่า Class normalized gain

การทดสอบ	กลุ่มที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Class normalized gain
Pre-test	21	12.62	42.06	4.41	0.37
Post-test	21	19.10	63.65	5.37	(medium gain)

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน โดยที่คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 12.62 หรือคิดเป็นร้อยละ 42.06 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียน เท่ากับ 4.41 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 19.10 หรือคิดเป็นร้อยละ 63.65 และมีส่วนเบี่ยงเบน-มาตรฐานหลังเรียน เท่ากับ 5.37 และมีค่า Class normalized gain (ความก้าวหน้าทางการเรียน ทั้งชั้นเรียน) เท่ากับ 0.37 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain)

ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

การค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเสนอปรากฏการณ์ 2) ขึ้นสร้างแบบจำลอง 3) ขั้นตอนทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน 4) ขึ้นประเมินแบบจำลอง 5) ขึ้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น 6) ขึ้นปรับปรุงแบบจำลอง 7) ขึ้นใช้แบบจำลอง โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัยของ Kemmis and McTaggart (1998) ซึ่งสิ่งที่ต้องพัฒนาคือความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจากใบกิจกรรมของนักเรียน บันทึกหลังสอนของครูและวิดีโอทัศน์บันทึกการสอน

สรุปภาพรวมของแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี

จากการวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยนี้ค้นพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 1 การอธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ช่วยส่งเสริมการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ เรื่องการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและ การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นวงจรที่ 1 จากการที่ครูผู้สอนได้ทำการตรวจใบกิจกรรมของนักเรียนและจากการสอบถามนักเรียน พบว่านักเรียนยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสมบูรณ์ได้ จึงทำให้ครูผู้สอนมองเห็นปัญหาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและได้ทำการปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งเป็นวงจรที่ 2 โดยทำการอธิบายความหมายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นด้วยตนเองจากกิจกรรมที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ

โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ข้อค้นพบของแนวปฏิบัติที่ดีมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในแนวคิดเรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต โดยมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากนักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ครูผู้สอนได้ทำการอธิบายรายละเอียดความหมายขององค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนอย่างละเอียด ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลและมีการนำข้อคำถามจากวงจรที่ 1 ในเรื่องการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมมาเน้นย้ำกับนักเรียนใหม่อีกครั้งเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจในองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่าแต่ละองค์ประกอบมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกันอย่างไร โดยอธิบายและยกตัวอย่างที่ชัดเจนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในทุกแผนการจัดการเรียนรู้จนครบวงจรเนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาฯ ยังไม่มีความคุ้นชินและไม่เข้าใจในกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ทำให้ครูผู้สอนต้องเน้นย้ำและทบทวนนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ในทุกแผนการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจสามารถเรียนรู้และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นด้วยตนเองหลังจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต ครูผู้สอนมีการอธิบายความหมายขององค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน ซึ่งเป็นไปตามบทสนทนา ดังต่อไปนี้

ครู : จากการจัดการเรียนรู้ครั้งก่อนนักเรียนยังมีความไม่เข้าใจในองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวันนี้ครูจะมาอธิบายให้นักเรียนอย่างละเอียด ตั้งใจฟังนะคะ

นักเรียนทุกคน: ค่ะ/ครับ คุณครู

ครู : คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายหรือการหาคำตอบของปัญหา โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากการทำกิจกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล เป็นองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนทุกคน: ค่ะ/ครับ คุณครู

- ครู : องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีกี่ส่วน ได้แก่อะไรบ้าง
 นักเรียนทุกคน: มี 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ค่ะ/ครับ
- ครู : ถูกต้องค่ะ โดยข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อสรุป ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามก่อนการสำรวจหรือการทำกิจกรรมค่ะ เช่น จากคำถามในเรื่องการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและ การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมว่า ต้นไม้จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด เพราะเหตุใด
- นักเรียนกลุ่ม 1 : ทรัพยากรประเภททดแทนได้ครับ เพราะปลูกขึ้นใหม่ได้แต่ต้องใช้เวลาครับ
- ครู : เก่งมากค่ะ ส่วนหลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์หรือกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างค่ะ เช่น จากข้อมูลที่ครูให้นักเรียนลองช่วยกันตอบว่า หลักฐานที่มาสสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนคืออะไรจากข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนบอกว่าต้นไม้คือทรัพยากรธรรมชาติประเภททดแทนได้เพราะสามารถปลูกขึ้นใหม่ได้แต่ต้องใช้เวลาค่ะ
- นักเรียนกลุ่ม 4 : ในปี 2541 มีต้นไม้ร้อยละ 25.28 และในปี 2543 มีต้นไม้ร้อยละ 33.15 เห็นได้ว่ามีต้นไม้เพิ่มขึ้นและลดลงในแต่ละปีครับ
- ครู : เก่งมากค่ะ อธิบายได้เกือบจะถูกต้องทั้งหมดแล้วค่ะ ครูขอเพิ่มเติมในส่วนที่เพื่อนตอบมานะคะ จากที่เพื่อนตอบมาแสดงถึงแนวโน้มร้อยละของเนื้อที่ป่าไม้หรือต้นไม้ ซึ่งในแต่ละปีจำนวนพื้นที่ป่าไม้มีปริมาณเพิ่มขึ้นแล้วก็ลดลงแล้วก็เพิ่มขึ้นเป็นวงจรแบบนี้ค่ะ
- นักเรียนทุกคน: ค่ะ/ครับ คุณครู
- ครู : ส่วนการให้เหตุผล หมายถึง ข้อความหรือเหตุผลที่แสดงถึงความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันระหว่างข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดที่ทำให้นักเรียนตอบว่าต้นไม้จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภททดแทนได้
- นักเรียนกลุ่ม 3 : จากการที่ต้นไม้เพิ่มขึ้นเนื่องจากมนุษย์ช่วยกันรักษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและช่วยกันปลูกต้นไม้ขึ้นมาเพิ่มทำให้ต้นไม้เพิ่มขึ้นครับ
- ครู : เป็นเหตุผลที่เกือบจะสมบูรณ์แล้วค่ะ เยี่ยมมาก ครูขอเพิ่มเติมให้สมบูรณ์มากขึ้นนะคะ จากข้อมูลสถานการณ์ป่าไม้ในประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าปริมาณต้นไม้มีจำนวนเพิ่มขึ้นและลดลงในทุกปี เพราะต้นไม้จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภททดแทนได้แต่ต้องใช้ระยะเวลาในการทดแทนขึ้นมาใหม่

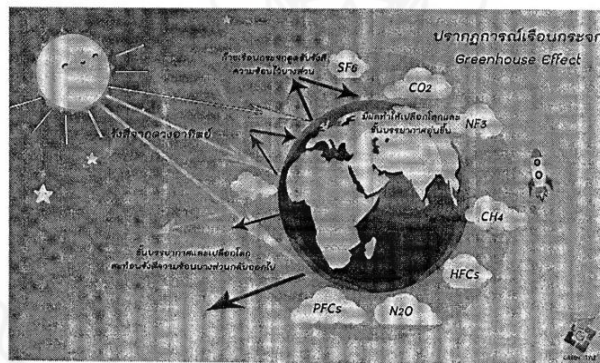
ซึ่งการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ระมัดระวัง จะทำให้ทรัพยากรธรรมชาติมีปริมาณลดลงและยังทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมได้อีกค่ะ

นักเรียนทุกคน: ค่ะ/ครับ คุณครู

(บันทึกวีดิทัศน์การสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 , วันที่ 14 สิงหาคม 2563)

จากบทสนทนาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าหลังจากที่ครูผู้สอนอธิบายความหมายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างละเอียดพร้อมยกตัวอย่างประกอบทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นและสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจากกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยทำการสร้างแบบจำลองที่มาอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลซึ่งเป็นองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม ครูผู้สอนให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพื่อจะได้นำความรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่มีความใกล้เคียงกันอีกครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 4.3 และ 4.4



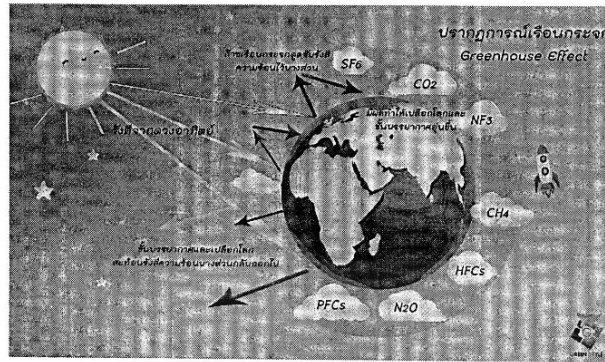
ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. แก๊สเรือนกระจกมีความสำคัญอย่างไร
ช่วยสกัดกั้นความร้อนไว้ที่ผิวโลกได้หรือไม่?
.....
.....
.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1
แก๊สเรือนกระจกช่วยกักเก็บความร้อนไว้ที่ผิวโลกได้หรือไม่? ใช่/ไม่ใช่? อย่างไร? และอุณหภูมิของโลกจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? จงอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ
.....
.....
.....

3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2
แก๊สเรือนกระจก มีอยู่ในบรรยากาศของโลก โลกได้สกัดกั้นความร้อนไว้ที่ผิวโลกได้หรือไม่? อย่างไร? และอุณหภูมิของโลกจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? จงอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ
.....
.....
.....

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนคนที่ 2



ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. แก๊สเรือนกระจกมีความสำคัญอย่างไร

ช่วยรักษาอุณหภูมิโลกคงที่

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

ที่ก๊าซเรือนกระจกดูดซับความร้อน ซึ่งทำให้อุณหภูมิโลกไม่เย็นเกินไป และช่วยรักษาอุณหภูมิของโลกให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

เมื่อคิดเรื่องอากาศที่อยู่ใกล้พื้นผิวของโลก ซึ่งมันจะดูดซับรังสีจากโลกได้ก็เหมือนกับแก๊สเรือนกระจก

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนคนที่ 18

จากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ส่วนองค์ประกอบของหลักฐานนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่สมบูรณ์และองค์ประกอบของการให้เหตุผลนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

สะท้อนความคิด จากการทำกิจกรรมข้างต้นผู้วิจัยมีการปรับปรุงขั้นตอนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนเน้นย้ำนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความหมาย รายละเอียดบทบาทขององค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษายังไม่เข้าใจในกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยข้อมูลและเหตุผลมาสนับสนุนยืนยันกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้น

สรุปผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งใช้เทคนิคการอธิบายบอกความหมายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่าเทคนิคนี้ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจในองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลได้ดี

มากขึ้นและสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองจากกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติซึ่งพิจารณาข้อมูลจากบันทึกหลังสอน ในกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 2 การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความเชื่อมโยงข้อมูลเชิงประจักษ์ช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกข้อมูลที่เหมาะสมในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยครูผู้สอนให้นักเรียนได้มีโอกาสเขียนแผนผังแนวคิดจากการวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นการสร้างแบบจำลอง โดยนักเรียนจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่ครูผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้รวมทั้งจากการที่นักเรียนได้สืบค้นตามแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องเลือกข้อมูลในปริมาณมากมาจัดกระทำข้อมูลให้มีความเหมาะสมเพื่อนำเสนอออกมาในรูปแบบแผนผังแนวคิดที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ขอค้นพบของแนวปฏิบัติที่ดีมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในแนวคิดเรื่องประเภทของหิน โดยมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

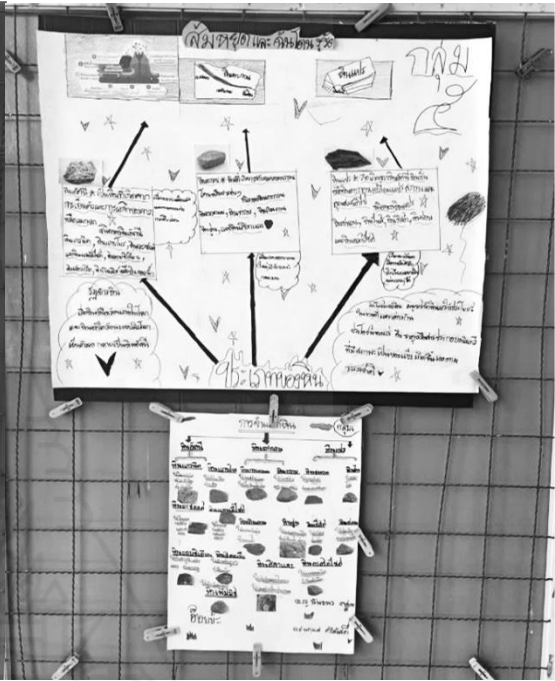
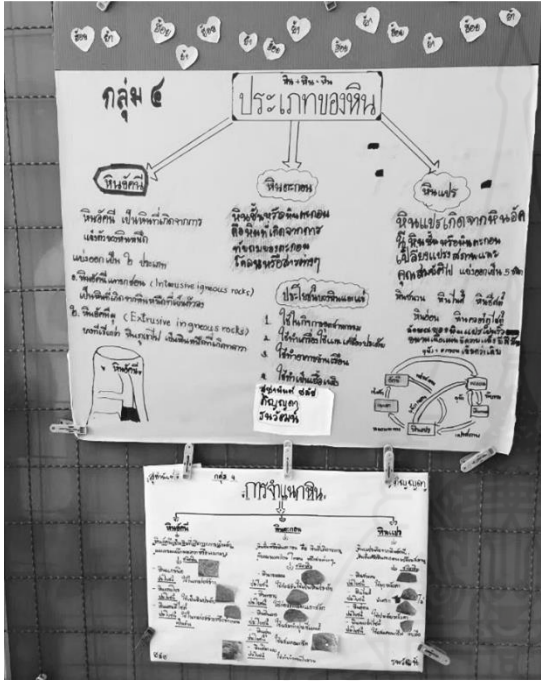
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รู้จักหิน

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รู้จักหิน จากที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างแบบจำลองโดยนักเรียนจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานโดยจัดกระทำข้อมูลหลักฐานในปริมาณมากที่เป็นเนื้อหาเพื่อทำการสร้างแบบจำลองที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีโอกาสได้เขียนแผนผังแนวคิดที่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 นักเรียนในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลหลักฐานเพื่อนำมาสร้างแผนผังแนวคิด

โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะช่วยกันจัดกระทำข้อมูลหลักฐานเพื่อนำมาเขียนแผนผังแนวคิดของกลุ่มตนเองโดยนักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอข้อมูลในประเด็นที่สำคัญช่วยทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลจากการเขียนแผนผังแนวคิดที่เกิดจากการออกแบบและเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังแสดงในภาพที่ 4.6 และ 4.7



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องรู้จักหิน กลุ่มที่ 4

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องรู้จักหิน กลุ่มที่ 5

สะท้อนความคิด จากการทำกิจกรรมผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนแผนผังแนวคิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทำการเลือกและวิเคราะห์ประเด็นสำคัญที่เหมาะสมซึ่งเป็นองค์ความรู้ของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

สรุป ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนแผนผังแนวคิดด้วยตนเองจากการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานโดยนำเสนอประเด็นสำคัญที่เป็นองค์ความรู้ของปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น ๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงสัมพันธ์กับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ถือเป็นจุดสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถสร้างคำอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น โดยพิจารณาข้อมูลจากบันทึกหลังสอน ใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

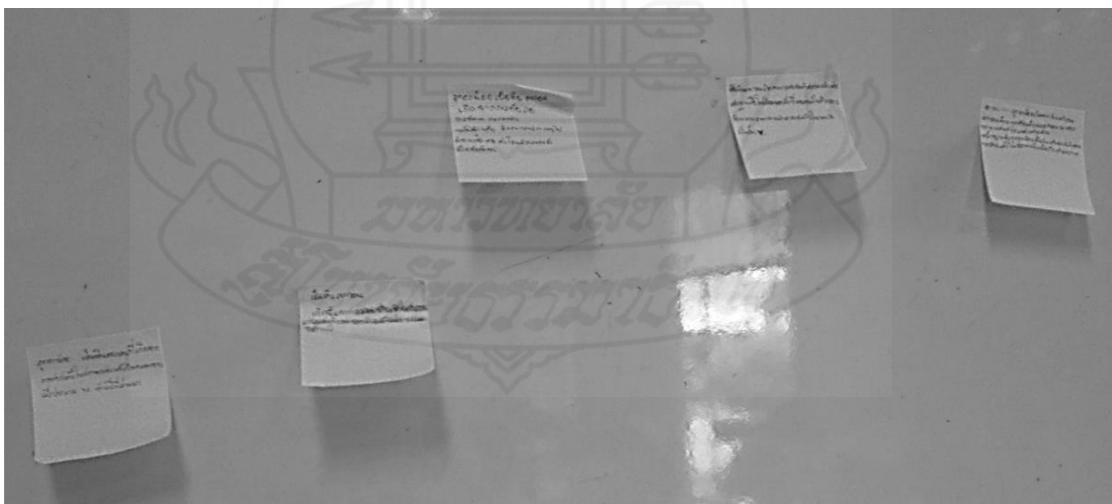
แนวปฏิบัติที่ดีที่ 3 การนำเสนอและอภิปรายส่งเสริมการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้เหมาะสมมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะช่วยทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการนำเสนอและอภิปรายคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเองกับของเพื่อนซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ข้อค้นพบของแนวปฏิบัติที่ดีมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในแนวคิดเรื่องรู้จักหิน โดยมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องรู้จักหิน

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องรู้จักหิน โดยครูผู้สอนนำหินตัวอย่างของจริงที่มีลักษณะแปลกตามาให้นักเรียนสังเกต จากนั้นครูผู้สอนกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและให้นักเรียนศึกษาชีวิตที่ศรัทธาธรรมไทยเรื่องหินและกระตุ้นความสงสัยของนักเรียนว่าภูทอกน้อย จัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนทุกคนจะสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเองโดยการวิเคราะห์และเขียนลงในกระดาษโน้ตและนำมาติดไว้บนกระดานหน้าห้องเรียน จากนั้นครูผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนในประเด็นข้อกล่าวอ้างของเพื่อนทุกคนจากกระดาษโน้ตซึ่งเป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4.8



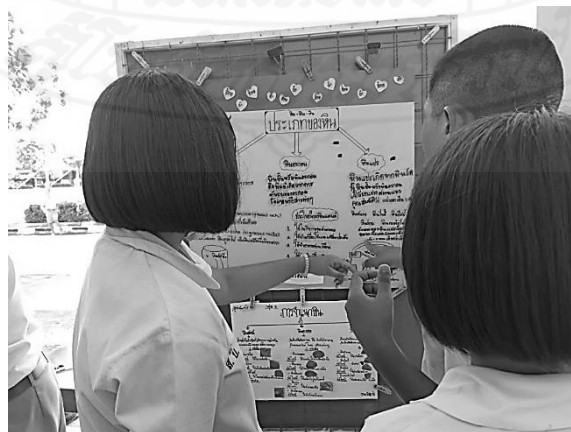
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

จากนั้นนักเรียนนำประเด็นข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวกับภูทอกน้อยจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร มาช่วยกันวิเคราะห์ภายในกลุ่มและร่วมกันสรุปออกมาเป็นข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเพื่อสร้างแบบจำลองซึ่งเป็นองค์ประกอบของหลักฐาน ดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างแบบจำลองของนักเรียนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐาน

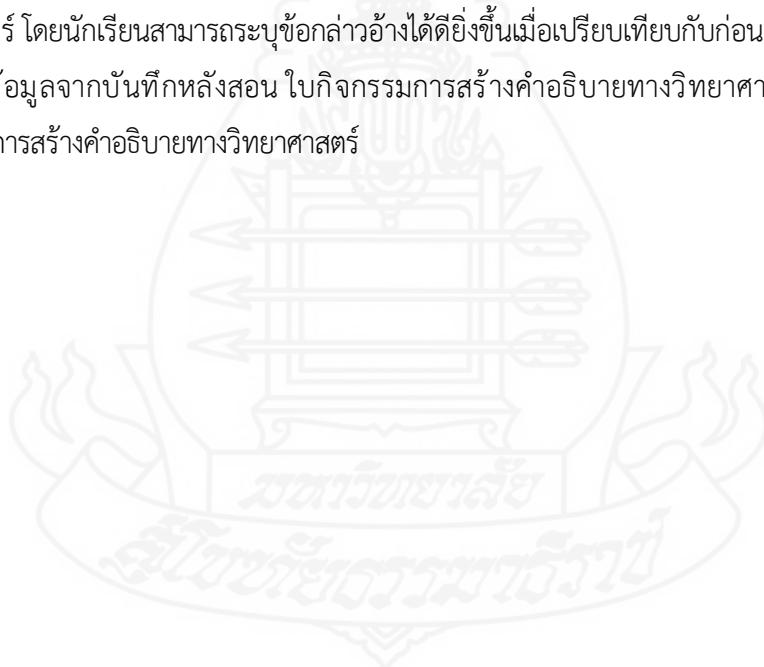
นักเรียนทำการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และเปรียบเทียบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเองกับของกลุ่มเพื่อนโดยนักเรียนแสดงความคิดเห็นและนำเสนอเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่มาสนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสมเหตุสมผล ดังแสดงในภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 นักเรียนนำเสนอและอภิปรายคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับเพื่อน

สะท้อนความคิด จากการทำกิจกรรมผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเองกับของเพื่อน โดยนักเรียนทำการวิเคราะห์ข้อกล่าวอ้างจากกระดาศโน้ต วิเคราะห์หลักฐานจากแผนผังแนวคิดและวิเคราะห์เหตุผลจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันแล้วนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผลจะช่วยให้มีความเข้าใจคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

สรุปผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการนำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเองกับของเพื่อนอย่างเป็นรูปธรรมโดยเฉพาะข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นการส่งเสริมการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้มีความเหมาะสมโดยเป็นการเปิดโอกาสให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยพบว่านักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของข้อกล่าวอ้างร่วมกันจากกระดาศโน้ตที่เสมือนเป็นตัวแทนทางความคิดที่เกิดจากการวิเคราะห์ข้อกล่าวอ้างของตนเองกับของเพื่อน ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ดียิ่งขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาข้อมูลจากบันทึกหลังสอน ไปกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์



บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี และเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

1.1.2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

1.1.3 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 **แบบการวิจัย** วิจัยปฏิบัติการ

1.2.2 **กลุ่มศึกษาที่ใช้ในการวิจัย**

กลุ่มศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 21 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

1.2.3 **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก จำนวน 5 แผน ใช้เวลาสอนทั้งหมด 18 ชั่วโมง

- 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ รวม 10 ข้อ
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
- 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- 5) ใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- 6) วัตถุประสงค์บันทึกการสอน
- 7) บันทึกหลังสอน

1.3 ผลการวิจัย

1.3.1 ก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 21 คน (ร้อยละ 100.00) หลังเรียนนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ดังนี้ อยู่ในระดับดี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 33.33) อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 13 คน (ร้อยละ 61.19) อยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 4.76)

1.3.2 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 อยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) และมีนักเรียนจำนวน 3 คน (ร้อยละ 14.28) อยู่ในระดับสูง (High gain) รองลงมาคือ นักเรียน จำนวน 9 คน (ร้อยละ 42.86) อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) ในขณะที่นักเรียนจำนวน 9 คน (ร้อยละ 42.86) ในระดับต่ำ (Low gain) ตามลำดับ

1.3.3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้ 1) การอธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนช่วยส่งเสริมการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ 2) การเขียนแผนผังแนวคิดแสดงความเชื่อมโยงข้อมูลเชิงประจักษ์ช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกข้อมูลที่เหมาะสมในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การนำเสนอและอภิปรายส่งเสริมการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้เหมาะสมมากขึ้น

2. อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบก จังหวัดชลบุรี และเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ช่วยพัฒนา

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้แยกการอภิปรายผลออกเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุด คือ ข้อกล่าวอ้าง รองลงมาคือหลักฐานและการให้เหตุผล ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้

2.1.1 ขั้นนำเสนอปรากฏการณ์ เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ประกอบของการสร้างข้อกล่าวอ้างได้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษาโดยในขั้นนี้ครูผู้สอนจะเน้นการใช้คำถามหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างข้อกล่าวอ้างที่จะอธิบายว่าปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไรซึ่งการสร้างข้อกล่าวอ้างในขั้นนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนจะอธิบายความหมายองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนทุกครั้งเพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจมากขึ้น

2.1.2 ขั้นสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้นักเรียนพัฒนาองค์ประกอบของหลักฐานได้ โดยครูผู้สอนจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้ นักเรียนได้ลงมือสร้างแบบจำลองที่ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษาด้วยตนเองซึ่งข้อมูลหลักฐานที่ได้มาจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและมีความสอดคล้องเหมาะสมและยังทำให้นักเรียนได้รู้จักการแยกแยะข้อมูลหลักฐานที่สำคัญได้ดียิ่งขึ้น

2.1.3 ขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้นักเรียนได้นำแบบจำลองมาตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐานที่ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.4 ขั้นประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้นักเรียนพัฒนาองค์ประกอบของการให้เหตุผล โดยครูผู้สอนจะมุ่งเน้นให้นักเรียนนำข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของแบบจำลองมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและช่วยกันลงข้อสรุปเพื่อประเมินแบบจำลองของกลุ่มตนเองว่าควรเป็นที่ยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเหล่านั้นหรือไม่ ซึ่งในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

2.1.5 ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาเปรียบเทียบกันในเรื่องข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง

2.1.6 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนกลับมาทบทวนแบบจำลองของตนเองว่ามีข้อจำกัดในเรื่องใดควรทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แบบจำลองนั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐานมากที่สุดและนำไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

2.1.7 ขั้นใช้แบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้นักเรียนพัฒนาองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายครบทั้ง 3 องค์ประกอบ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความใกล้เคียงกัน เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น

โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและการนำข้อสรุปไปใช้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่มีความใกล้เคียงกันซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในองค์ประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ Gobert and Buckley (2002) กล่าวว่า การสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่การประสบความสำเร็จเพราะกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ แบบจำลอง และนักเรียนเริ่มจากการสร้างแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความรู้อื่นหรือความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีอยู่จากนั้นให้นักเรียนออกแบบแบบจำลองโดยเขียนและอธิบายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่การทดสอบแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะเห็นข้อจำกัดของแบบจำลองของกลุ่มตนเองหากไม่สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ต้องปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองใหม่จากนั้นเข้าสู่ขั้นการประเมินแบบจำลองขั้นนี้เป็นการนำแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่และสุดท้ายเป็นขั้นการบรรยายแบบจำลองโดยนักเรียนอาจนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ McNeill et al. (2006) ได้กล่าวถึง การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหลักในห้องเรียน นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีการสร้างคำอธิบายทางเลือกเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ นำเสนอและตัดสินคุณค่าของคำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้น

ข้อค้นพบดังกล่าวข้างต้นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัฒนิตา มีลา (2560) ที่ศึกษาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สมบัติของแก๊ส พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติทำการทดลอง โดยมีการนำหลักฐานที่ได้จากการทดลองมาสนับสนุนและให้เหตุผลในการอธิบายข้อสรุปจากการทดลองซึ่งถือเป็นลักษณะของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังมีความแตกต่างจากงานวิจัยเล่มนี้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติของเนื้อหาในเรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกซึ่งส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาสาระที่ไม่เน้นการสืบเสาะหาความรู้จากการทำการทดลองเป็นหลักจึงทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผล ผ่านการสร้างแบบจำลองที่นักเรียนได้ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับสัทธาชาติ เปรมกมล (2558) ที่ศึกษาผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมากและมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอาจเนื่องมาจากสาเหตุคือ การเรียนการสอนแบบสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนพัฒนาคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถคัดค้านได้โดยง่าย นักเรียนได้รับโอกาสที่จะฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถึง 4 ครั้งในแต่ละเนื้อหา ครั้งแรกเกิดขึ้นในขั้นที่ 2 นำเสนอแนวคิดเริ่มต้น นักเรียนสร้างแบบจำลองเดี่ยวเพื่ออธิบายสถานการณ์ก่อนเข้ากลุ่ม โดยเป็นการนำประสบการณ์เดิมที่มีต่อปรากฏการณ์ของนักเรียนแต่ละรายบุคคลมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โดยคำอธิบายนั้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ครั้งที่สองเกิดขึ้นในขั้นที่ 3 สืบตรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมของการค้นหาหลักฐาน หลังจากนั้นนักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมการสืบตรวจสอบ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ออกไปเพิ่มเติมหรือปรับแก้ไขแบบจำลองให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ครั้งที่สามเกิดขึ้นในขั้นที่ 3 สืบตรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมของการโต้แย้ง โดยแต่ละกลุ่มต้องหาหลักฐานหรือการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่ได้สร้างขึ้น เพื่อไม่ให้ถูกคัดค้านจากเพื่อนต่างกลุ่ม ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงจุดเด่นและข้อบกพร่องของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นและเรียนรู้ที่จะปรับแก้ไขจากมุมมองของผู้อื่น ครั้งสุดท้ายอยู่ในขั้นที่ 4 อธิบายปรากฏการณ์ นักเรียนนำข้อมูลและสิ่งที่ต้องปรับแก้ไขมาเขียนคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยพิจารณาถึงองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วนซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานจะมีความแตกต่างกับงานวิจัยเล่มนี้คือในส่วนขั้นใช้แบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยเป็นการนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่มีความใกล้เคียงกันเพื่อเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นและรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในงานวิจัยเล่มนี้มีขั้นตอนบางขั้นตอนที่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mia and Justi (2009) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานควรเริ่มต้นจากครูสาธิตการทดลองแล้วให้นักเรียนได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์ที่ศึกษา และนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางความคิดและแสดงออกแบบจำลองเริ่มต้นเป็นรายกลุ่ม ต่อมาให้นักเรียนสังเกตการทดลองในสถานการณ์

ใหม่เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแบบจำลองเริ่มต้นที่สร้างขึ้นให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดี จากนั้นจัดให้มีการนำเสนอแบบจำลองที่สร้างจากสมาชิกในกลุ่มและให้นักเรียนได้สังเกตการทดลองในสถานการณ์ใหม่เพื่อพิจารณาถึงข้อจำกัดของแบบจำลองที่ทางกลุ่มได้สร้างขึ้นและการปรับปรุงแบบจำลองให้เป็นที่ยอมรับซึ่งพบว่าขั้นตอนดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองด้วยตนเองได้โดยเกิดจากการสื่อสารกันภายในห้องเรียน นักเรียนได้ใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมและลักษณะท่าทางในระหว่างการทำกิจกรรม นอกจากนี้การเรียนรู้ของนักเรียนยังเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การใช้คำถามของครู รวมทั้งการอภิปรายกันเกี่ยวกับแบบจำลองภายในห้องเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องสมดุลเคมียิ่งขึ้น ซึ่งในรายละเอียดขั้นตอนที่ให้ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองก่อนแล้วจึงให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดนั้นในงานวิจัยเล่มนี้ไม่ได้ทำกระบวนการขั้นตอนดังกล่าวเนื่องจากธรรมชาติของเนื้อหาไม่มีความเหมาะสมในการทำทดลอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 วงจร แต่ละวงจรประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ ดังนี้ วงจรที่ 1 การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติและการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม วงจรที่ 2 ปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต วงจรที่ 3 รู้จักหิน การเกิดซากดึกดำบรรพ์และภัยพิบัติทางธรรมชาติ โดยหลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ 5 แนวคิด โดยองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างนักเรียนสามารถทำได้ดีที่สุดรองลงมาคือหลักฐาน ในขณะที่องค์ประกอบของการให้เหตุผลนั้นพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละแนวคิด ในส่วนของข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน แนวคิดที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ดีที่สุด คือ ซากดึกดำบรรพ์ เนื่องจากนักเรียนมีความรู้เดิมและสามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและข้อมูลในข้อคำถามมีความชัดเจนทำให้การพิจารณาข้อมูลไม่ซับซ้อนมากเกินไป นักเรียนจึงสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้อย่างถูกต้อง ส่วนแนวคิดที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้น้อยที่สุด คือ ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากนักเรียนต้องเชื่อมโยงข้อมูลในปริมาณมากและข้อมูลในข้อคำถามมีความซับซ้อนมากขึ้นเมื่อเทียบกับแนวคิดอื่น ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและไม่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำหลักฐานที่ถูกต้องมาประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ในส่วนของการให้เหตุผล แนวคิดที่นักเรียนได้คะแนนการให้เหตุผลมากที่สุด คือ ปรากฏการณ์เรือนกระจก เนื่องจากความรู้ที่นำมาใช้ตอบคำถามเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน แนวคิดไม่มีความซับซ้อน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้มาใช้ในการตอบคำถามได้ ส่วนแนวคิดที่นักเรียนได้คะแนนการให้เหตุผลน้อยที่สุด คือ ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเป็นข้อคำถามที่นักเรียนต้องวิเคราะห์ข้อมูลในปริมาณมากและมีความซับซ้อน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง

เมื่อพิจารณาข้อคำถามในแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่า ข้อคำถามในแนวคิด เรื่องซากดึกดำบรรพ์ ปรากฏการณ์เรือนกระจกและประเภทของหิน เป็นข้อคำถามที่นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้เป็นอย่างดีตามลำดับ เนื่องจากในแนวคิด เรื่องซากดึกดำบรรพ์ซึ่งข้อมูลที่เป็นหลักฐานนั้นเป็นข้อมูลเนื้อหาที่เป็นข้อความที่นักเรียนสามารถหยิบยกหลักฐานมาใช้ได้เลยเนื่องจากมีความชัดเจนเด่นชัด ลำดับถัดมาคือในแนวคิด เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกซึ่งข้อมูลที่เป็นหลักฐานนั้นเป็นข้อมูลเนื้อหาที่เป็นข้อความที่มีความซับซ้อนแต่ไม่มากนัก ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์เลือกประเด็นหลักฐานที่สำคัญได้และในแนวคิด เรื่องประเภทของหินซึ่งมีข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อความที่มีความซับซ้อนมาก นักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนจะหยิบยกมาใช้ ซึ่งนักเรียนได้ผ่านการฝึกฝนการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นความเรียงมาเป็นอย่างดี ประกอบกับครูผู้สอนได้อธิบายความหมายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในทุกแผนการจัดการเรียนรู้และได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอย่างสม่ำเสมอในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งข้อมูลในข้อคำถามมีความชัดเจนไม่ซับซ้อนมากนัก ทำให้นักเรียนสามารถหยิบยกข้อมูลมาใช้ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ในขณะที่ข้อคำถามในแนวคิด เรื่องผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิตและการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ เป็นข้อคำถามที่นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ตามลำดับ โดยในแนวคิดเรื่องผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งที่เป็นหลักฐานนั้นในรูปแบบของข้อมูลที่นำเสนอได้จัดกระทำเป็นตารางเปรียบเทียบระหว่างปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิเฉลี่ยซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีข้อมูลที่หลากหลายให้เลือกพิจารณาและในแนวคิดเรื่องการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ ตัวข้อมูลหลักฐานที่นำเสนอแสดงออกมาในรูปแบบกราฟแท่งที่มีการเปรียบเทียบปริมาณการจับสัตว์น้ำเค็มกับจำนวนปีซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนและต้องวิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังนั้นในแนวคิดดังกล่าวทำให้นักเรียนจะต้องมีการวิเคราะห์เพื่อที่จะเลือกใช้ข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นส่วนหนึ่งของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถพิจารณาและหยิบยกข้อมูลนั้นมาใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ในทุกองค์ประกอบ

นอกจากนี้ ผลจากแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนพบว่าองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างได้ดี คือการสร้างข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ruiz-Primo Tsia and Schneider (2010) ที่พบว่าองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างนั้นถือเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถสร้างและพัฒนาได้ดีที่สุด เนื่องจากการตอบคำถามเพียงคำตอบสั้น ๆ โดยใช้ความคิดเห็นส่วนตัวหรือความรู้เดิมที่มีอยู่ของนักเรียน ทำให้องค์ประกอบของการสร้างข้อกล่าวอ้างถือเป็นองค์ประกอบที่มีความซับซ้อนไม่มากนักและนักเรียนสามารถ

ได้รับการพัฒนาได้ง่ายเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งงานวิจัยของ Zangori and Forbes (2014) ได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การที่นักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนทั้งข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผลได้นั้น ครูจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอไม่ว่าจะผ่านการสนทนาพูดคุยหรือการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร อีกทั้งครูยังควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนำความรู้นั้นมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหลักฐานที่เป็นองค์ประกอบของคำอธิบายมากทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง รวมทั้งยังควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง เพื่อที่นักเรียนจะได้เห็นถึงสิ่งที่ถูกต้องและสิ่งที่ยังไม่ถูกต้องของคำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้น

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากผลการวิจัย พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผล ดังนี้

2.2.1 ขั้นนำเสนอปรากฏการณ์ เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นไปได้โดยเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนในขั้นนี้ นักเรียนทุกคนจะต้องแสดงแนวคิดของตนเองออกมาโดยครูผู้สอนจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งคำถามจะเป็นคำถามปลายเปิด เช่น แก๊สเรือนกระจกมีความสำคัญอย่างไร ภูนอกน้อยจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดออกมาในรูปแบบของแบบจำลองทางความคิด เป็นการสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ภายในห้องเรียน

2.2.2 ขั้นสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญกับนักเรียนในด้านเนื้อหาความรู้ในแต่ละเรื่องเนื่องจากในขั้นนี้นักเรียนจะได้รวบรวมข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยนักเรียนจะเป็นผู้แยกแยะข้อมูลที่มีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาและวิเคราะห์ออกมาเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ครอบคลุมทั้งหมดโดยครูผู้สอนจะเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและเป็นผู้ให้คำแนะนำกับนักเรียนในการสร้างแบบจำลองเพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด สิ่งที่ครูผู้สอนมุ่งเน้นในขั้นนี้คือให้นักเรียนได้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

2.2.3 ขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนได้สอดแทรกกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบแบบจำลองกับข้อมูลหลักฐานว่ามีความสอดคล้องมากน้อยเพียงใด

2.2.4 ชั้นประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้นักเรียนได้นำความรู้เนื้อหาที่ศึกษาทั้งหมดมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนซึ่งในขั้นนี้ทั้งครูผู้สอนและนักเรียนจะได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและลงข้อสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ที่ครอบคลุมกับตัวชี้วัดในด้านความรู้

2.2.5 ชั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนเน้นให้นักเรียนได้รู้จักเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดของแบบจำลอง

2.2.6 ชั้นปรับปรุงแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองเพื่อนำข้อมูลที่ได้ร่วมกันสรุปมาปรับปรุงแบบจำลองของตนให้มีความสอดคล้องมากขึ้น

2.2.7 ชั้นใช้แบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนสามารถวัดความรู้ของนักเรียนโดยการที่ครูผู้สอนใช้คำถามที่มีความใกล้เคียงกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาไปก่อนหน้านี้ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานดังกล่าวข้างต้นมีความสอดคล้องกับ Buckley et al. (2004) ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองจากปรากฏการณ์ที่ศึกษาหลังจากที่นักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลและร่วมกันลงข้อสรุปจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมบูรณาการเข้ากับความรู้ใหม่และได้ขยายความรู้ต่อไป ซึ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองโดยนักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ผ่านการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาโดยแบบจำลองถือเป็นตัวแทนทางความคิดที่สามารถนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันซึ่งสอดคล้องกับ พรณวิไล ชมชิด (2552) กล่าวว่า การที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ครูจำเป็นต้องสร้างบรรยากาศให้เกิดการคิดเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนแต่ละบุคคลและแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อให้เกิดแบบจำลองทางความคิดของกลุ่มรวมถึงแนะนำเกี่ยวกับทักษะในการใช้แบบจำลองต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักแบบจำลองที่หลากหลายและเลือกใช้แบบจำลองที่สามารถอธิบายได้ชัดเจนที่สุดรวมทั้งชี้แนะให้นักเรียนได้นำเสนอ อภิปราย เปรียบเทียบและวิพากษ์แบบจำลองนั้น ๆ และครูต้องทำการชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงธรรมชาติของแบบจำลองว่ามีข้อจำกัดเนื่องจากแบบจำลองไม่ใช่ของจริงและไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ทั้งหมด ดังนั้นครูต้องให้นักเรียนหาข้อสนับสนุนในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นและให้นักเรียนหาข้อจำกัดที่แบบจำลองนั้น ๆ ไม่สามารถอธิบายได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ รสสุคนธ์ รุ่งประนอมกร (2558) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรัสวดี ปะภิระเค (2561) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชีระภัทร พิณีจมนตรี (2561) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นและสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ได้ลงมือปฏิบัติจริง ด้วยตนเองผ่านกระบวนการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง สำรวจตรวจสอบ ออกแบบและสร้างแบบจำลอง ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอแบบจำลอง แสดงความคิดเห็นร่วมกัน เปรียบเทียบแบบจำลองและปรับปรุง แบบจำลองให้ดียิ่งขึ้นเพื่อนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิดและองค์ความรู้ (Bell, 1995) และ การใช้แบบจำลองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สามารถทำให้เข้าใจแนวคิดและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสัมพันธ์กันซึ่งแสดงให้เห็นจากนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ใน ระดับสูงก็จะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก เช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้าง แบบจำลองในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเสมือนเป็นตัวแทนทางความคิดเพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอข้อมูลที่เป็น นามธรรมให้สามารถเป็นรูปธรรมได้โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านการศึกษาค้นคว้าเรียนรู้จาก แหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเพื่อนำมาสร้างแบบจำลอง ของกลุ่มตนเองซึ่งนักเรียนจะได้รู้จักแยกแยะข้อมูลที่มีความสำคัญและสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ได้ จากนั้นนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเป็นการลงข้อสรุปที่มีความสมเหตุสมผลซึ่งเป็นการ เปิดโอกาสระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ในทุกขั้นตอน นักเรียนทุกคนจะมีส่วนร่วมด้วยช่วยกันเรียนรู้และมีความเชื่อมโยงเป็นลำดับขั้นตอนซึ่งเป็นผลทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นและให้ความสำคัญในการออกแบบ กิจกรรม

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

3.1.1 ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานครูผู้สอนต้องอธิบายความหมายองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างละเอียดกับนักเรียนพร้อมยกตัวอย่างเพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

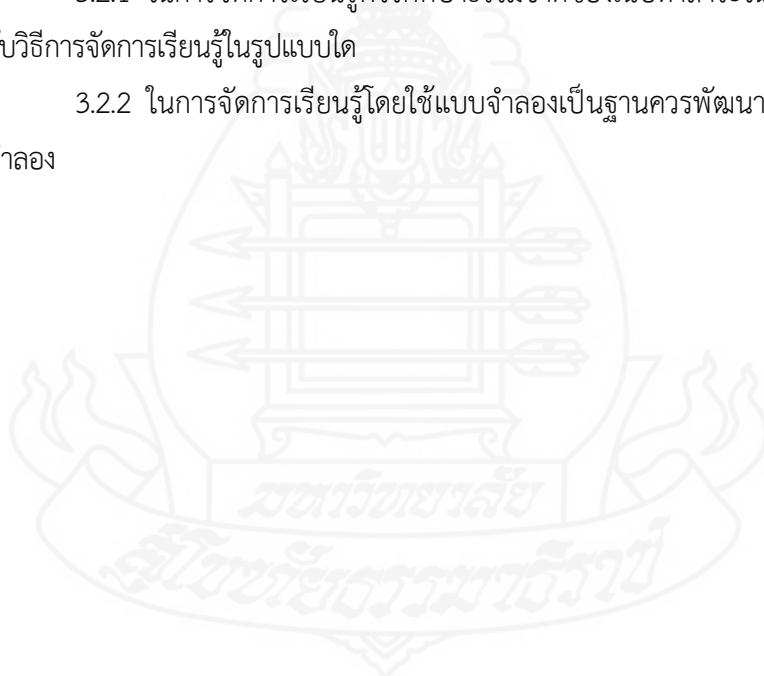
3.1.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในชั้นสร้างแบบจำลองควรเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์โดยให้นักเรียนมีการจัดกระทำข้อมูลหลักฐานที่นำเสนอเป็นรูปแบบที่หลากหลาย เช่น กราฟแท่ง กราฟเส้น เป็นต้น

3.1.3 ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทำให้เหตุผลมากขึ้นเนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างสมเหตุสมผล

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ในการจัดการเรียนรู้ควรศึกษาธรรมชาติของเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องว่ามีความเหมาะสมกับวิธีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใด

3.2.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานควรพัฒนากับตัวแปรทักษะการสร้างแบบจำลอง





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤตกร สภาสันติกุล. (2559). ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย อย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 11(1), 219-237.
- กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล. (2561). *เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน. (หน่วยที่ 9). (พิมพ์ครั้งที่ 8). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*
- โกวิท ประวาลพุกษ์. (2527). *การประเมินในชั้นเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.*
- ชวลิต ชูกำแพง. (2551). *การประเมินการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- ณัฐวดี ปฐมมีโชค. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.*
- ทิตินา แคมมณี. (2548). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ธีระภัทร พินิจมนตรี. (2561). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.*
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2561). *การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ:สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก. ใน ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน. (หน่วยที่ 10). (พิมพ์ครั้งที่ 8). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2562). *ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการใช้กระบวนการสืบเสาะและสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.*
- พรณวิไล ชมชิด. (2552). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง. วารสารมุขวิทยาการศึกษา, 38(163), 33-34.*

- พัฒนา มีลา และ ร่มเกล้า อาจเดช. (2560). การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์: การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 19(3). 1-15.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตี ฝ่ายคำตาม และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 1(1), 97-124.
- รสสุคนธ์ รุ่งประนมกร. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในศูนย์เครือข่ายการพัฒนาการศึกษาแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ลือชา ลดาชาติ, กมลรัตน์ ฉิมพาลี, นิชชฌา อาโยวงษ์, นพคุณ แงวุกุดเรือ, สำเร็จ สระขาว, ชื่นหทัย หวังเอียด และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2558). การลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย*, 35(1), 171-206.
- ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 4(2), 73-90.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โครงการ PISA 2012*. กรุงเทพฯ.
- _____. (2558). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015 (Online)*. สืบค้นจาก www.timssthailand.ipst.ac.th.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาดัวยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุทธิชาติ เปรมกมล. (2558). ผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 12(1), 259-274.

- สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย: การพัฒนาและภาวะถดถอย*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์พรินติ้งเซอร์วิส.
- สุรัสวดี ปะภิระเค. (2561). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- สุรียรัตน์ จุ้ยกระยาง. (2553). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อเมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อุบลลักษณ์ เสนีย์ศรีสกุล. (2561). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2561*. โรงเรียนวัดสำนักบก: ชลบุรี.
- Bell, P. H. (1995). How far does light go? Individual and collaborative sense-making of scientific evidence. *Presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association*.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education, 93*(1), 26-55.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., . . . 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.
- Chiu, M. H., Chou, C.-C., & Liu, 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.
- Coll, R. K. (2008). Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding. *Journal of Turkish Science Education (TUSED), 5*(1).
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in Science Education*. Netherland: Springer.
- Gilbert, K. C., Boulter, J. C., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2002). *Introduction to model-based teaching and learning in science education*: International Journal of Science Education.

- Gotwals, A. W., Songer, N. B., & Bullard, L. (2012). Assessing students' progressing abilities to construct scientific explanations. In *Learning progressions in science*: Brill Sense.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Justi, R. S., & Gillbert, J. K. (2003). Teacher's view on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369-1386.
- Kemmis, S., & R. Mctaggart. (1998). *The Action Research Planner*. Geelong. Victoria: Deakin University Press.
- Maia, F. P., & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- Mehren, M., William. (1976). *A Measurement and Evaluation and Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Morgan, L. P. e. a. (2013). A Framework for Socio-scientific Issues Based Education *Science Educator*, 22(1), 26-32.
- National Research Council (NRC). (1996). *The National Science Education Standards*. Washington. D.C: National Academy Press.
- Ormek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(2), 35-45.
- Peker, D., & Wallace, C. S. (2011). Characterizing high school students' written explanations in biology laboratories. *Research in Science Education*, 41(2), 169-191.
- Primo, R. A. M., & al., e. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583-608.

- Rea-Ramirez, M. A., C., J., & Nunez-Oviedo, M. C. (2008). An instructional model derived from model construction and criticism theory, In J. J. Clement & M. A. Rea-Ramirez (Eds.). *Model Based Learning and Instruction in Science*, 2, 23-43.
- Reiser, B. J., Berland, L. K., & Kenyon, L. (2012). Engaging students in the scientific practices of explanation and argumentation. *The Science Teacher*, 79(4), 34.
- Rosaria J. (2009). Learning how to model in science classroom: key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. *Educacion química*, 23(8), 32-40.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S. P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(5), 583-608.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Thagard, P. (2012). *The cognitive science of science: Explanation, discovery, and conceptual change*: Mit Press.
- Tosi Henry L., & Carroll Stephen, J. (1982). *Management*. (2nd editon ed.). New York: John Wiley & sons.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2014). Scientific Practices in Elementary Classrooms: Third-Grade Students' Scientific Explanations for Seed Structure and Function. *Science Education*, 98(4), 614-639.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สืบช่วยธรรมมาภิบาล



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพมณี เชื้อวัชรินทร์
 สถานที่ทำงาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
 วุฒิการศึกษา Ph.D. (Biotechnology) มหาวิทยาลัยมหิดล
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ
 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
 2. ประธานหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2562

2. ชื่อ นางสุนิสา ศรีอินทร์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
 วุฒิการศึกษา การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาชีววิทยา-วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ
 1. ครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 2. วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3)

3. ชื่อ นางวราภรณ์ กุศลมโน
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านสวน (จันทนุสรณ์) ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
 วุฒิการศึกษา ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ
 1. ครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 2. วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3)



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1

โรงเรียนวัดสำนักบก

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 16101)

เวลา 50 นาที

เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

30 คะแนน

คำชี้แจง แบบประเมินนี้เป็นแบบเขียนตอบ ประกอบด้วยข้อคำถามในลักษณะสถานการณ์ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อจะมีข้อมูลประกอบสำหรับใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์ดังกล่าวสอดคล้องกับเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

ตัวอย่างการตอบแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 0

เรื่องจุดเดือดของน้ำ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 0 คือ

คำถาม: ถ้าต้มน้ำบนยอดเขาน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 C จริงหรือไม่

ตอนที่ 1

ความสูงจากพื้นดิน (เมตร)	อุณหภูมิน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)
3,000	91.0
2,000	93.0
1,000	96.5
0	100.0

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. ถ้าต้มน้ำบนยอดเขาน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 C จริงหรือไม่ อย่างไร

ตอบ จริง เนื่องจากจุดเดือดของน้ำจะลดลงเมื่อต้มน้ำในบริเวณที่มีระดับความสูงเพิ่มขึ้น

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

ตอบ จากข้อมูล เมื่อต้มน้ำในพื้นที่สูงกว่าพื้นดินจุดเดือดของน้ำจะลดลง

3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

ตอบ เนื่องจากสภาพของชั้นบรรยากาศของโลกที่มีความหนาแน่นของอากาศใกล้ผิวโลกมากกว่า

ชั้นที่สูงขึ้นอากาศจะเบาบางลง หากเราต้มน้ำบนพื้นราบที่ระดับความสูงน้ำทะเล ความดันอากาศจะมีค่าประมาณ 1 หน่วยบรรยากาศและน้ำจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเราขึ้นไปอยู่บนภูเขาสูง ๆ ความดันอากาศจะลดลง ทำให้จุดเดือดของน้ำลดลงไปด้วยเพราะเมื่อความดันอากาศต่ำลง โมเลกุลที่อยู่บนหน้าผิวของน้ำก็จะระเหยกลายเป็นไอน้ำได้เร็วขึ้นจุดเดือดของน้ำจึงลดลง



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 คือ

คำถาม : พะยูนจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด เพราะเหตุใด

ตอนที่ 1



การจากไปของ ‘ยามील’ ลูกพะยูนวัย 3 เดือน นับเป็นการจากไปของพะยูนไทยตัวที่ 17 ในรอบปี มากที่สุด เมื่อเทียบกับสถิติการเกยตื้นช่วง 12 ปีที่ผ่านมา กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ทช.) ระบุสาเหตุการเกยตื้นของพะยูนว่าเกิดจากอาการป่วยหรืออ่อนแอตามธรรมชาติ และติดเครื่องมือประมง

ย้อนกลับไปเมื่อต้นเดือนกรกฎาคม ‘ยามील’ ลูกพะยูนน้อยมาเกยตื้นที่หาดป้อมม่วง จ.กระบี่ หลังจาก ‘มาเรียม’ ประมาณ 2 เดือน

ขณะที่ ‘มาเรียม’ ลูกอนุบาลในธรรมชาติโดยทีมสัตวแพทย์ อาสาสมัคร เจ้าหน้าที่ ทช. และเจ้าหน้าที่กรมอุทยานฯ อยู่บริเวณเกาะลิบง จ.ตรัง จนกลายเป็น ‘เจ้าหนูขี้เซา’ ขวัญใจชาวไทยหลาย ๆ คน ‘ยามील’ ซึ่งยังเด็กและอ่อนแอกว่าได้รับการอนุบาลในบ่อที่ศูนย์วิจัย ทช. ทะเลอันดามัน จ.ภูเก็ต

แม้ว่าทุก ๆ ฝ่ายจะทุ่มเทกำลังและองค์ความรู้เพื่อดูแลพะยูนน้อยอย่างเต็มที่แล้ว แต่การช่วยเหลือลูกพะยูนกำพร้าแม่ให้รอดชีวิตไม่ใช่เรื่องง่ายเลย สุดท้ายทั้ง ‘มาเรียม’ และ ‘ยามील’ ก็จากไปอย่างสงบ

โดยสาเหตุการตายของ ‘มาเรียม’ นั้น คือ เศษพลาสติกที่เข้าไปอุดตันลำไส้ ส่งผลให้เกิดการอักเสบและติดเชื้อในกระแสเลือดตามมา จน ‘มาเรียม’ เกิดอาการช็อกในที่สุด

ส่วน ‘ยามील’ จากไปเมื่อคืนนี้ หลังจากที่ทีมสัตวแพทย์พยายามผ่าตัดเอาก้อนหญ้าทะเลซึ่งอุดตันบริเวณกระเพาะอาหารของน้องออก แต่ระหว่างการพักฟื้น ‘ยามील’ ช็อก หัวใจหยุดเต้นแล้วจากไปอีกตัว

ที่มาข้อมูล Workpoint News. (2560). ปี 62 พะยูนตายแล้ว 17 ตัว มากที่สุดเมื่อเทียบกับสถิติช่วง 12 ปี ที่ผ่านมา.

สืบค้นจาก <https://workpointnews.com/2019/08/23/dugong/>

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. พะยูนจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

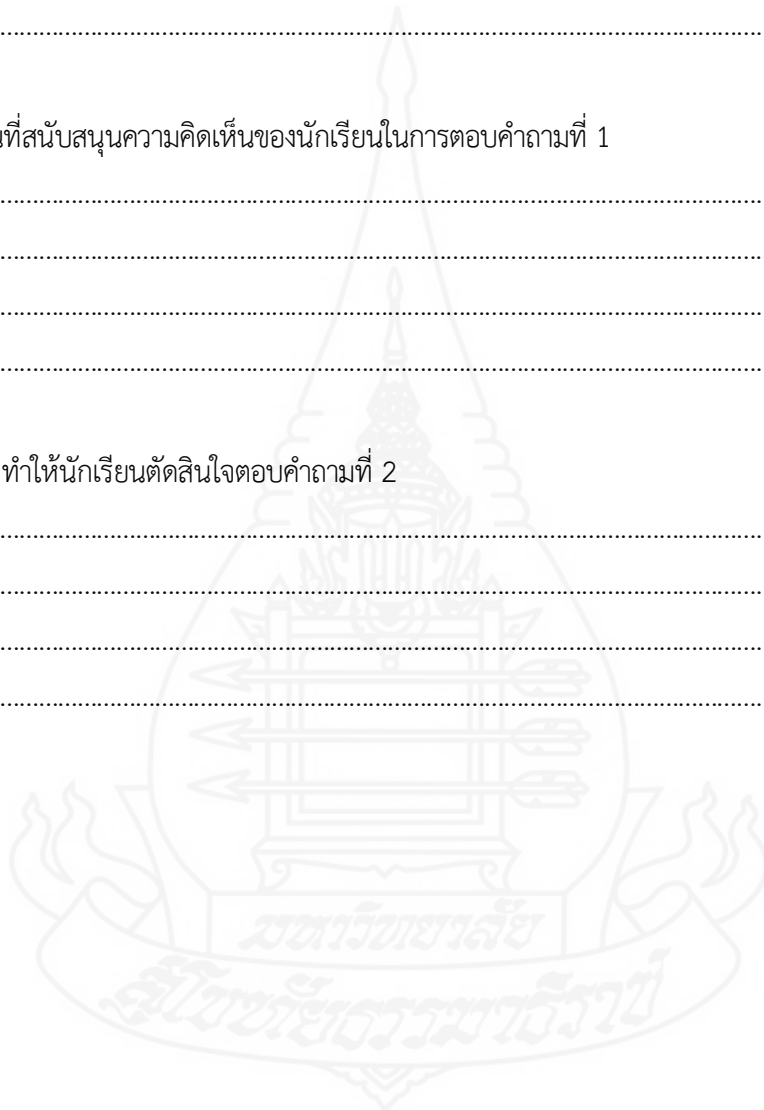
3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....

.....

.....

.....

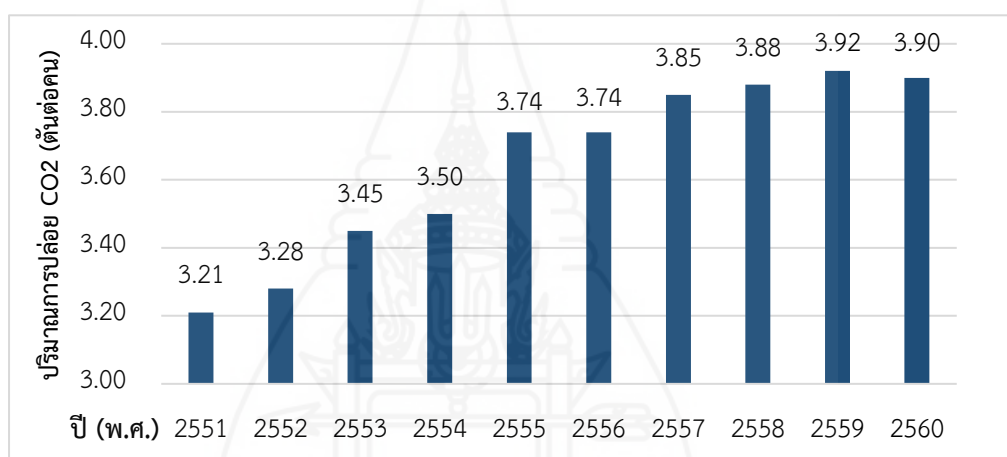


แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 2
เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 คือ

คำถาม : อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อย่างไร
ตอนที่ 1



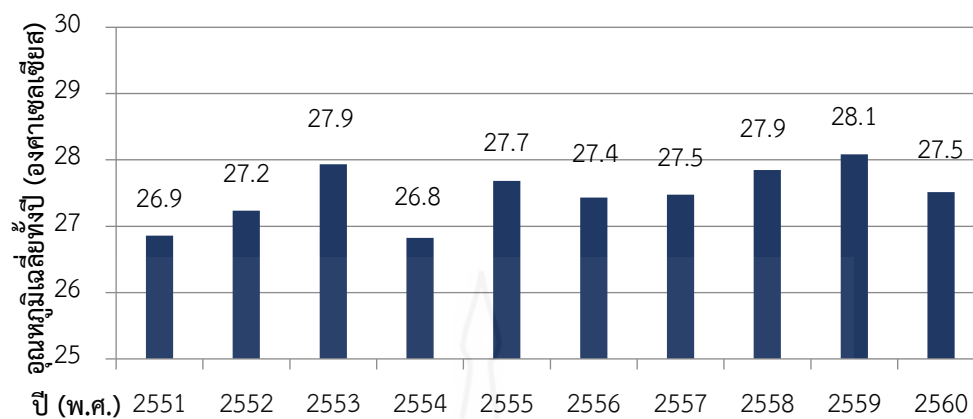
ปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่อคน พ.ศ. 2551-2560

อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี พ.ศ. 2551-2560

ที่มาภาพ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2561). ข้อมูลตัวชี้วัด “ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน”. สืบค้นจาก

http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_70/

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่



ที่มาภาพ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2561). ข้อมูลตัวชี้วัด “อนุภาคแขวนลอยรายปีของประเทศไทย”. สืบค้นจาก http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_70/

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่



ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อย่างไร

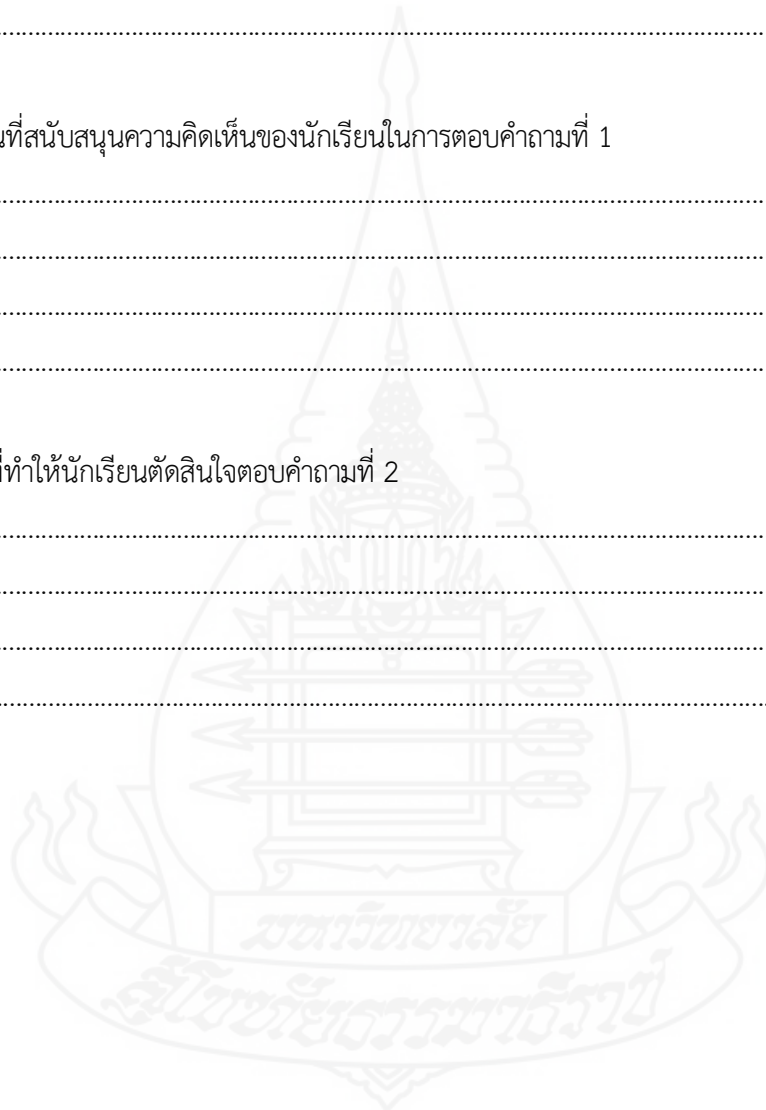
.....
.....
.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....
.....
.....
.....

3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....
.....
.....
.....



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 3

เรื่อง ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนต้นที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนต้นที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3

คำถาม : ผลที่เกิดจากอุณหภูมิโลกสูงขึ้นคืออะไร

ตอนที่ 1



นักวิทยาศาสตร์คาดว่าภาวะโลกร้อน จะทำระดับน้ำทะเลสูงขึ้นกว่าที่คาดไว้มาก

เมื่อ 21 พ.ค.62 สำนักข่าวบีบีซี รายงานว่า บรรดานักวิทยาศาสตร์กำลังหวั่นวิตกเชื่อว่าโลกอาจเผชิญระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นกว่าที่เคยคาดการณ์กันไว้มาก อันเนื่องมาจากแผ่นน้ำแข็งที่ขั้วโลกกำลังละลาย จากภาวะโลกร้อนที่รุนแรงขึ้น หลังจากก่อนหน้านี้ นักวิทยาศาสตร์คาดว่าน้ำทะเลทั่วโลกจะสูงขึ้นมากที่สุดในระดับต่ำกว่า 1 เมตร ภายในปี ค.ศ. 2100 หรือจากผลการศึกษาใหม่ ซึ่งได้จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คาดว่าระดับน้ำทะเลทั่วโลกอาจสูงขึ้นกว่าที่คาดการณ์ไว้ถึง 2 เท่า ซึ่งจะส่งผลทำให้ประชาชนหลายร้อยล้านคนได้รับผลกระทบอย่างลึกซึ้ง และต้องย้ายที่อยู่อาศัยหนีน้ำท่วม

บีบีซี รายงานด้วยว่า คำถามเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นเป็นหนึ่งในประเด็นที่มีข้อถกเถียงกันมากที่สุด โดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (IPCC) หลังจากมีรายงานการประเมินครั้งที่ 5 ที่ตีพิมพ์ในปี 2556 ระบุภาวะโลกร้อนที่ยังคงดำเนินต่อไปว่า หากไม่มีการลดปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกอย่างมากแล้ว สามารถทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกสูงขึ้นระหว่าง 52-98 ซม. ในปี 2100

แต่ตามความเห็นของนักวิจัยเชื่อว่า ถ้าหากปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกยังคงอยู่ในทิศทางนี้ต่อไป จะทำให้ระดับน้ำทะเลสูงถึงประมาณ 62-238 ซม. ภายในปี 2100 เลยทีเดียว เนื่องจากอุณหภูมิโลกจะสูงขึ้นประมาณ 5 องศาเซลเซียส โดยปัจจุบันนี้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นแล้ว 2 องศาเซลเซียส ยังคงส่งผลให้แผ่นน้ำแข็งที่กรีนแลนด์ ดินแดนทางเหนือสุดของโลก ตั้งอยู่ในมหาสมุทรอาร์กติกและเป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุดในโลก เป็นปัจจัยสำคัญเดียวที่ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น แต่ถ้าวันใดที่อุณหภูมิโลกสูงกวานี้ แผ่นน้ำแข็งที่มหาสมุทรแอนตาร์กติกที่มีขนาดใหญ่กว่ามากจะเริ่มละลายอันเป็นเหตุให้ระดับน้ำทะเลสูงกว่าที่คาดการณ์ไว้มาก

ที่มาข้อมูล ไทยรัฐออนไลน์. (2562). ภาวะโลกร้อน. สืบค้นจาก <https://www.thairath.co.th/news/foreign/1572551>

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. ผลที่เกิดจากอุณหภูมิลोकสูงขึ้นคืออะไร

.....

.....

.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

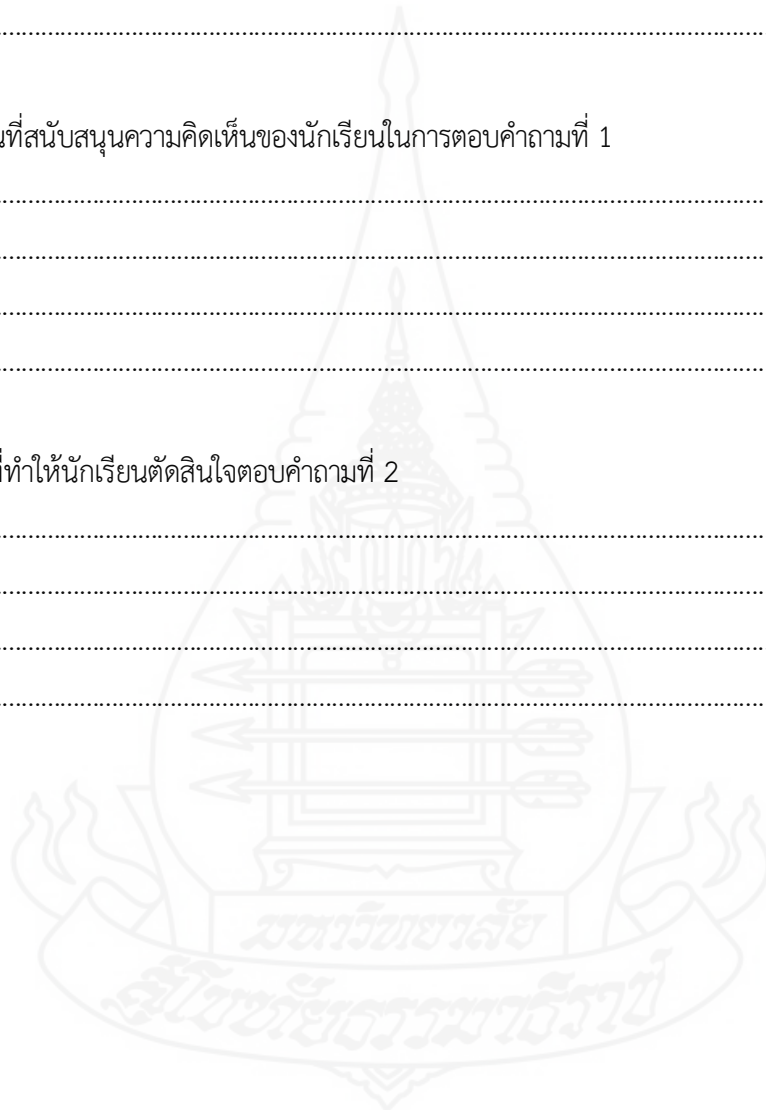
3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง ประเภทของหิน

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 4 คือ

คำถาม : เทือกเขาภูกระดึงจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอนที่ 1

เทือกเขาภูกระดึง



ภูกระดึงเป็นภูเขาที่เกิดจากหินชั้นต่าง ๆ ที่ตกตะกอนและการสะสมตัวของโคลนตมเป็นเวลายาวนานถึง 180 ล้านปี (JURASSIC) ชั้นหินของภูกระดึงแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

ชั้นบนสุดเป็นหินทรายชุดภูพาน ชั้นที่สองเป็นหินทรายชุดเขาพระวิหาร ชั้นที่สามเป็นหินทรายสีเทาของชั้นหินภูกระดึงเอง ใต้ชั้นหินทรายลงไปก็เป็นชั้นของหินปูน จึงนับได้ว่าภูกระดึงเป็นภูเขาหินทราย จะสังเกตได้ว่าดินที่มีอยู่บนภูกระดึงเป็นดินทรายเสียส่วนใหญ่ และพื้นที่บางบริเวณจะเกิดเป็นลานหินกว้าง ซึ่งเกิดจากการพัดพาของน้ำ และการยึดติดรวมตัวกันของหินที่ต้องอาศัยระยะเวลาอันยาวนานกว่าจะเชื่อมประสานกันจนเกิดเป็นลานหินกว้างใหญ่ได้ บางบริเวณตามพื้นลำธารก็เป็นพื้นหินดินดาน และหินทรายเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความอ่อนตัว เมื่อเกิดการขัดสีโดยก้อนหินก้อนกรวด นานๆ เข้าจึงเกิดเป็นหลุมขนาดใหญ่มากมาย ซึ่งเรียกว่า "หลุมรูปหม้อ" (pot hold)

ที่มาข้อมูล สกล ธีระพงษ์ธนกร. (2562). สภาภูมิศาสตร์และธรณีวิทยา. สืบค้นจาก

http://trip-photo.tripod.com/phu_Weather.htm

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. เทือกเขาภูกระดึงจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

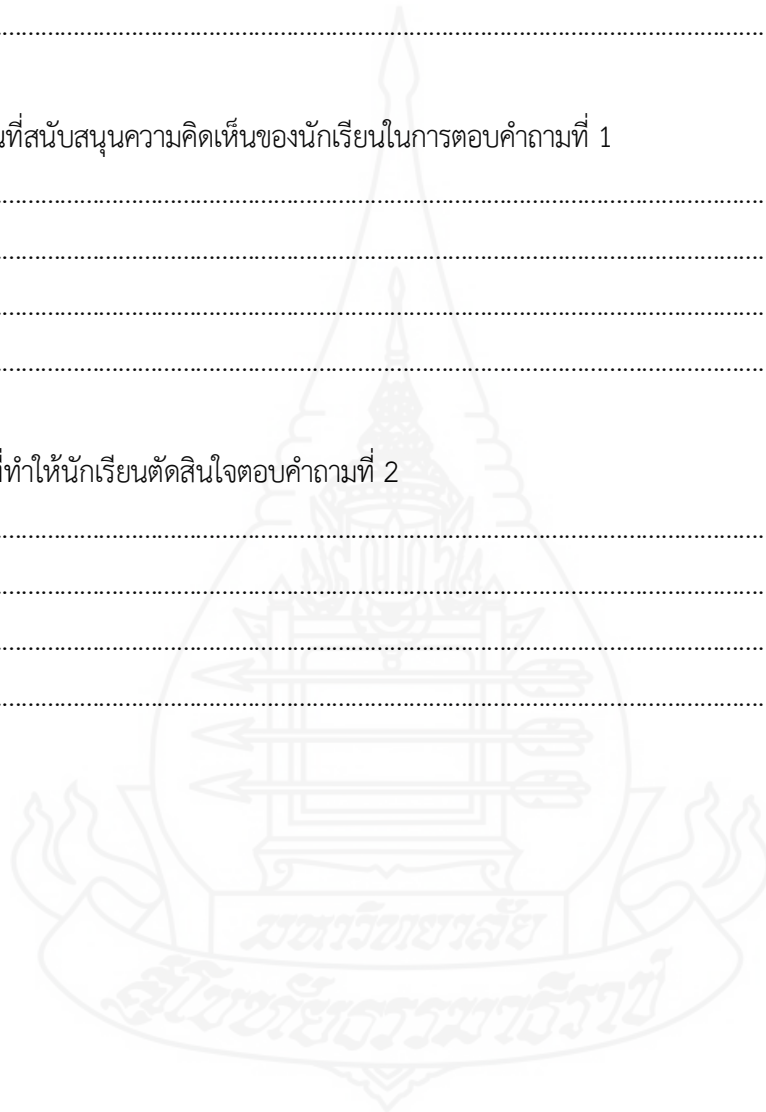
3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 5

เรื่อง สภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5 คือ

คำถาม : สุสานหอยแกลมโพธิ์มีความสำคัญอย่างไร

ตอนที่ 1

สุสานหอยแกลมโพธิ์



สุสานหอยแกลมโพธิ์ เป็นแหล่งซากดึกดำบรรพ์ที่มีความสำคัญทางด้านการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยถึงสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนของประเทศไทยในช่วงยุค 40 - 20 ล้านปี อีกทั้งเป็นแหล่งซากหอยที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ เป็นชั้นหินที่อุดมไปด้วยฟอสซิลหอยน้ำจืดราวกับเป็นสุสานเลย เรียกขานว่าสุสานหอยน้ำจืด อายุกว่า 30 ล้านปี และเป็นหลักฐานสำคัญที่บ่งบอกว่าที่แห่งนี้เคยเป็นแหล่งน้ำจืดมาก่อน แต่เมื่อกาลเวลาผ่านมาถึงปัจจุบันบริเวณนี้ก็กลับถูกรายล้อมไปด้วยสีเขียวครามของน้ำทะเลทั่วแนวหาดกว่า 2 กิโลเมตร พื้นที่แหล่งสุสานหอยในอดีตประมาณ 40-20 ล้านปีผ่านมานั้นเคยเป็นหนองน้ำขนาดใหญ่ที่ห้อมล้อมด้วยที่ราบลุ่มน้ำขังและป่าไม้พันธุ์ร้อน ในสภาพอากาศที่อบอุ่นและชุ่มชื้น สภาพแวดล้อมโดยรอบเหมาะสำหรับการอยู่อาศัยของหอยขมวงศ์ Viviparidae หอยกาบคู่และสัตว์น้ำชนิดอื่น ตลอดจนสัตว์มีกระดูกสันหลังหลายชนิด หลังจากนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศอย่างรุนแรง ทำให้หอยขมที่อาศัยตามหนองน้ำล้มตายเป็นจำนวนมาก และตกจมทับถมร่วมกับตะกอนแขวนลอยและถูกปิดทับด้วยตะกอนเคลย์ ดินเหนียวทรายแป้งและทรายที่ไหลมาสะสมตัวในทะเลสาบในช่วงปกติ เหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันจึงทำให้เกิดเป็นลักษณะชั้น สลับของหอยขมและชั้นดินดานต่อมาได้เกิดการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ทำให้ชั้นตะกอนดังกล่าวเกิดการเอียงเทและการยกตัวขึ้นเป็นเนินเขา และได้เกิดการท่วมของน้ำทะเลเมื่อประมาณ 6,000 ปีที่ผ่านมา โดยได้ท่วมชั้นหอยแห่งนี้ด้วยความสูงประมาณ 4 เมตร และค่อย ๆ ลดระดับลง จึงทำให้พบชั้นหอยปัจจุบันที่เคยสะสมตัวบนบกไปอยู่ติดกับชายทะเลเช่นที่เห็นในปัจจุบัน

ที่มาข้อมูล กรมทรัพยากรธรณี. (2551). มรดกทางธรรมชาติอันทรงคุณค่า แหล่งธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. สุสานหอยแหลมโพธิ์มีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

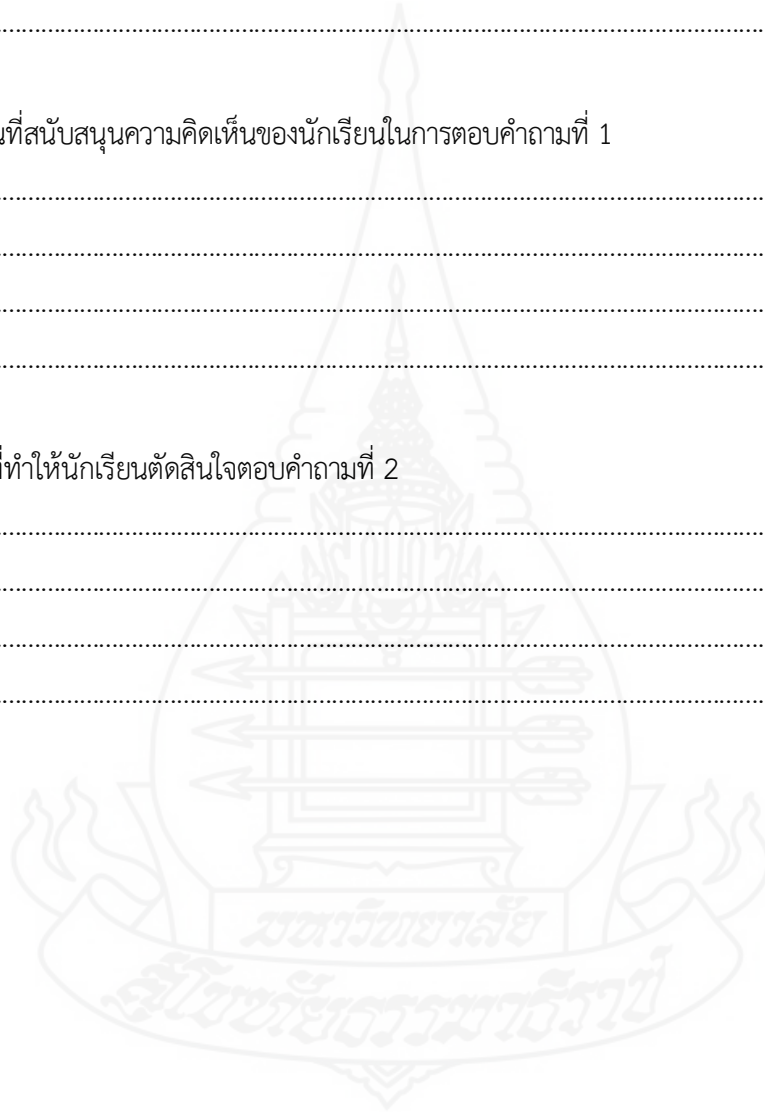
3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....

.....

.....

.....



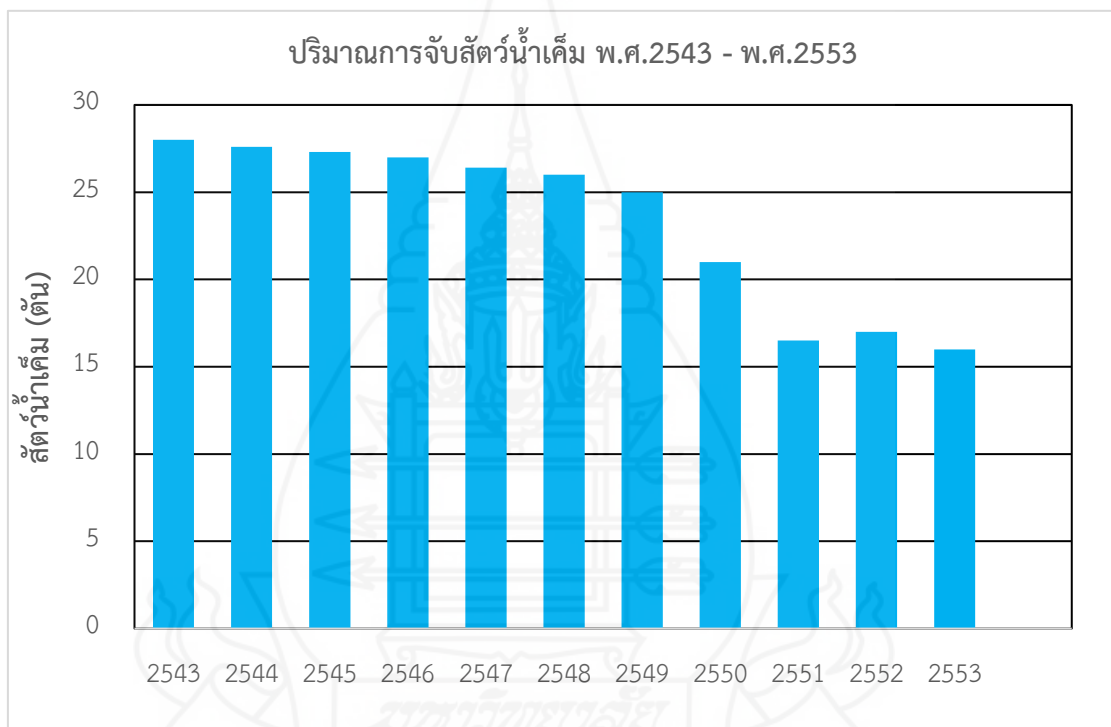
แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 1
เรื่อง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนต้นที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนต้นที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 คือ

คำถาม : สัตว์น้ำเค็มจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด เพราะเหตุใด

ตอนที่ 1



ที่มาภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน
วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสศ.

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. สัตว์น้ำเค็มจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

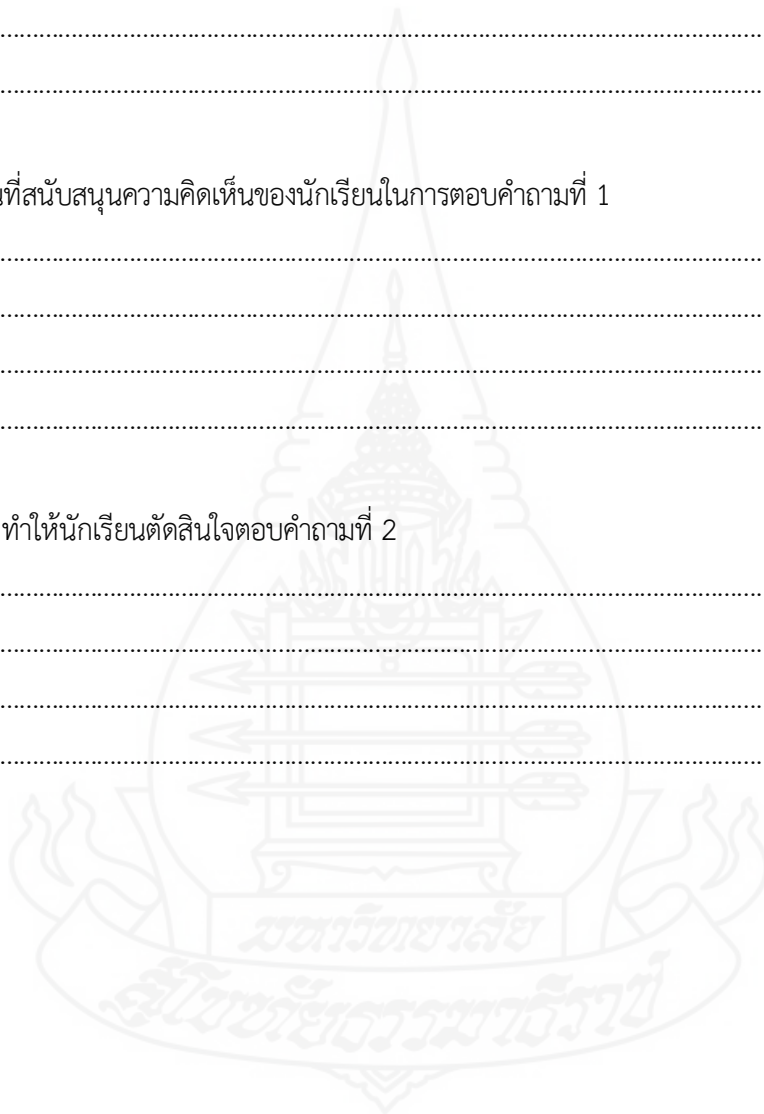
3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 2
เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2

คำถาม : อุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อย่างไร
ตอนที่ 1

ตารางระหว่างปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และอุณหภูมิเฉลี่ย

เวลา (ปี)	ระดับการเปลี่ยนแปลง	
	ปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) (ppm)	อุณหภูมิเฉลี่ย (C)
2548	398.5	27.2
2550	398.9	28.1
2552	399.3	28.6
2554	399.7	29.3
2556	400.1	29.7

ที่มาข้อมูล ฝ่ายทรูปลูกปัญญา มีเดีย. (2555). ภาวะโลกร้อน. สืบค้นจาก

<https://www.truelookpanya.com/examination2/examPreview?id=13508>

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. อุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อย่างไร

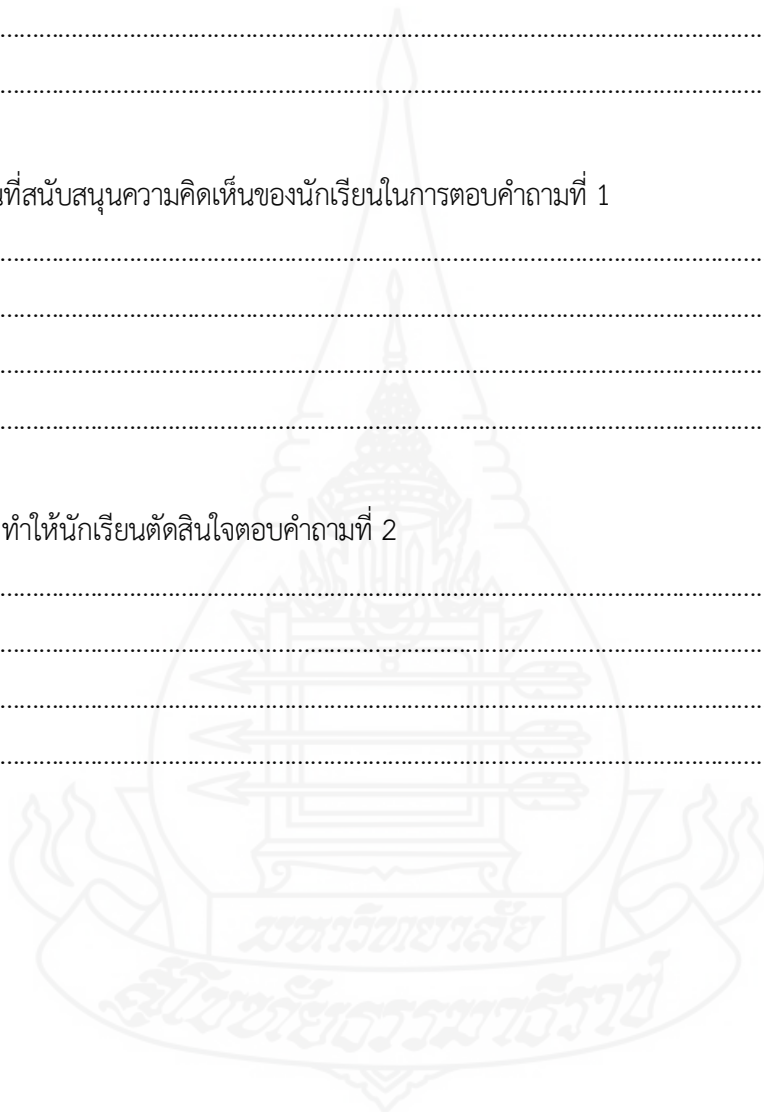
.....
.....
.....
.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....
.....
.....
.....

3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....
.....
.....
.....



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 3
เรื่อง ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 คือ

คำถาม : ผลที่เกิดจากอุณหภูมิโลกสูงขึ้นคืออะไร

ตอนที่ 1

ร้อนดับแลบ !!! มิถุนายน 2562 สร้างสถิติเป็นเดือนที่ร้อนที่สุด เท่าที่โลกเคยบันทึกมา

เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2562 เว็บไซต์ไลฟ์ไซน์แอนด์ รายงานว่า องค์การบริหารสมุทรศาสตร์และบรรยากาศแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration) ได้เปิดเผยรายงานทางวิทยาศาสตร์ระบุว่า เดือนมิถุนายน 2562 สร้างสถิติเป็นเดือนที่ร้อนเป็นประวัติการณ์ ร้อนมากที่สุดเท่าที่เคยมีการบันทึกมา และยังเป็นเดือนมิถุนายนที่ร้อนที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนเดียวกันในช่วง 140 ปีที่ผ่านมา

ในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทั่วโลกในช่วงครึ่งปีแรกอยู่ที่ 13.5 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยครึ่งปีแรกในปีนี้นับว่าสูงกว่าครั้งนั้น 0.94 องศาเซลเซียส หรืออยู่ที่ 14.44 องศาเซลเซียส ซึ่งนับว่าเป็นครึ่งปีแรกที่ร้อนมากที่สุด

ตั้งแต่ต้นปี 2562 ผู้คนทั่วโลกต่างรู้สึกได้ว่าสภาพอากาศร้อนระอุยิ่งกว่าที่ผ่านมา โดยเฉพาะในเดือนมิถุนายน เพราะคลื่นความร้อนกระจายไปทั่ว รัฐเหนือสุดของสหรัฐอเมริกาที่ขึ้นชื่อเรื่องความเย็นอย่างรัฐอะแลสกา ก็พบว่าเดือนมิถุนายนที่ผ่านมา มีอุณหภูมิสูงเป็นอันดับสอง นับตั้งแต่ปี 2468 เป็นต้นมา

และเดือนมิถุนายน 2562 พบว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลกอยู่ที่ 16.45 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 20 ที่ 0.95 องศาเซลเซียส และนับว่าเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่ร้อนที่สุดในระยะเวลา 140 ปี

ในขณะเดียวกัน ความร้อนก็ได้ละลายน้ำแข็งที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ โดยเดือนมิถุนายน 2562 ทำลายสถิติเป็นเดือนที่ปริมาณน้ำแข็งขั้วโลกเหนือมีอยู่น้อยที่สุด และทำลายสถิติเป็นเดือนที่ร้อนที่สุดของปีที่ขั้วโลกเหนือ ติดต่อกันมายาวนาน 20 ปีรวด ขณะที่ปริมาณน้ำแข็งในขั้วโลกใต้เหลือน้อยที่สุดในรอบ 41 ปี เช่นเดียวกัน

ที่มาข้อมูล K@POOK. (2562). ร้อนดับแลบ มิถุนายน 2562 สร้างสถิติเป็นเดือนที่ร้อนที่สุดเท่าที่โลกเคยบันทึกมา.

สืบค้นจาก <https://highlight.kapook.com/view/191052>

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. ผลที่เกิดจากอุณหภูมิลोकสูงขึ้นคืออะไร

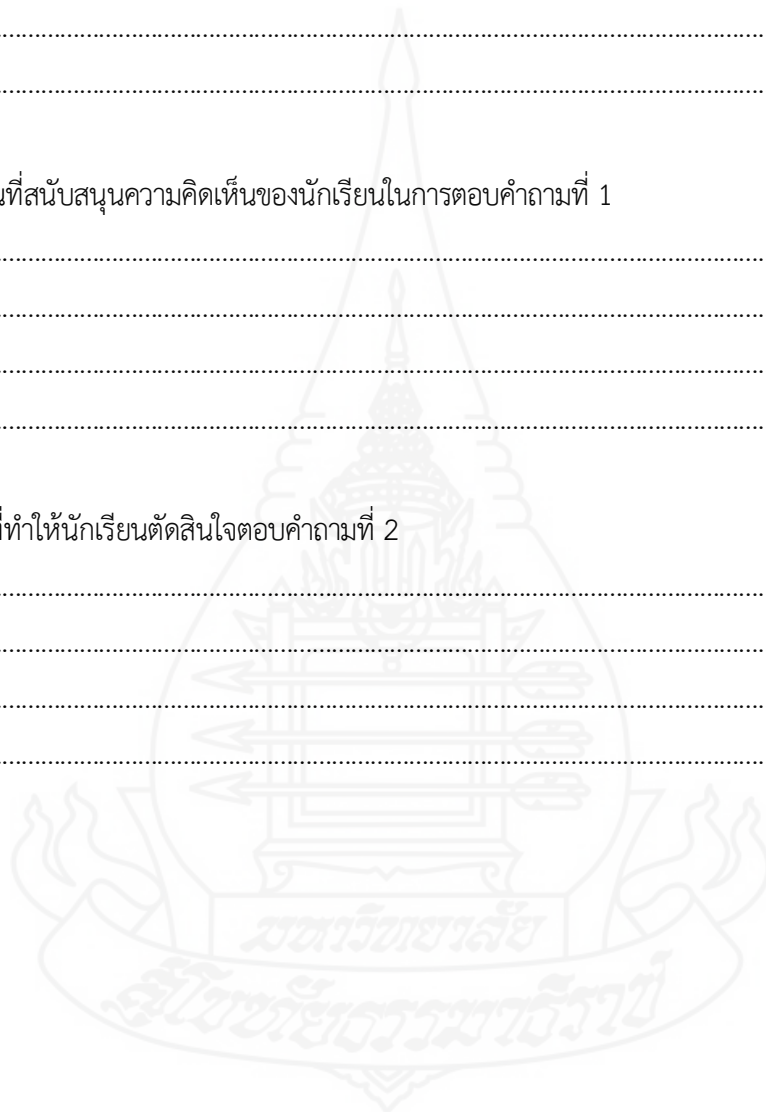
.....
.....
.....
.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....
.....
.....
.....

3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....
.....
.....
.....



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 4

เรื่อง ประเภทของหิน

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 4 คือ

คำถาม : ลานหินปุ่มจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอนที่ 1

ลานหินปุ่ม (Lan Hin Pum) – ภูหินร่องกล้า



ภูหินร่องกล้าเกิดจากการทับถมของหินตะกอนทราย แม่น้ำในช่วงกว่า 110-100 ล้านปีผ่านมา โดยมีลักษณะการสะสมตัวในสภาพที่ค่อนข้างรุนแรงและมีความลาดชันสูง จึงทำให้ส่วนใหญ่เนื้อหินมีสีขาว เม็ดตะกอนขนาดใหญ่และมีเม็ดกรวดและชั้นเฉียงระดับอยู่ทั่วไปหลังจากนั้น ได้เกิดการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกในช่วง 55-30 ล้านปีผ่านมา ทำให้ภูหินร่องกล้าถูกแรงบีบอัดจนยกตัวขึ้นเป็นภูเขาสูง พร้อมทั้งเกิดการคดโค้ง โกงงอ รอยแยกและรอยแตกในชั้นหินอยู่ทั่วไป หลังจากนั้นสภาวะภูมิอากาศได้กักตร้อนชั้นหินที่ซ้อนทับบนภูหินร่องกล้าออกไป ทำให้เหลือส่วนที่แข็งแรงต่อการกักตร้อนคือตัวภูหินร่องกล้า และในช่วง 1.8 ล้านปีผ่านมา การกัดเซาะตามผิวหน้าด้วยลม ฝน ได้ส่งผลให้เกิดการผุพังที่ผิวหน้าของชั้นหินทรายโดยการควบคุมของโครงสร้างทางธรณีวิทยา ทำให้

เกิดภูมิลักษณะของแหล่งธรณีวิทยาที่มีความโดดเด่น สะดุดตา อาทิ ลานหินปุ่ม ลานหินแตกและหมอนหินซ้อน เป็นต้น

ลานหินปุ่ม เป็นลานหินกว้างใกล้หน้าผา พบปุ่มหินยอดมนขนาดต่าง ๆ ใกล้เคียงกันไปอย่างเป็นระเบียบ บางส่วนเกิดเป็นกลุ่ม ลานหินปุ่มเกิดจากการผุพังและการกร่อนของหินทรายเนื้อแข็ง โดยเริ่มจากการเกิดแนวรอยแยกขนาดเล็กตามชั้นหินอันเนื่องจากแรงบีบอัดของเปลือกโลก รอยแยกดังกล่าวได้ขยายตัวเด่นชัดตามผิวหน้าชั้นหิน มีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยม ต่อมาสภาพภูมิอากาศน้ำฝนและน้ำผิวดิน ได้กัดเซาะหินตามรอยแยกเล็ก ๆ เหล่านี้ให้หายไปจนเหลือแต่เนื้อหินตรงกลางเป็นก้อนปุ่มมน

ที่มาข้อมูล กรมทรัพยากรธรณี. (2551). มรดกทางธรรมชาติอันทรงคุณค่า แหล่งธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. ลานหินปุ่มจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. หลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

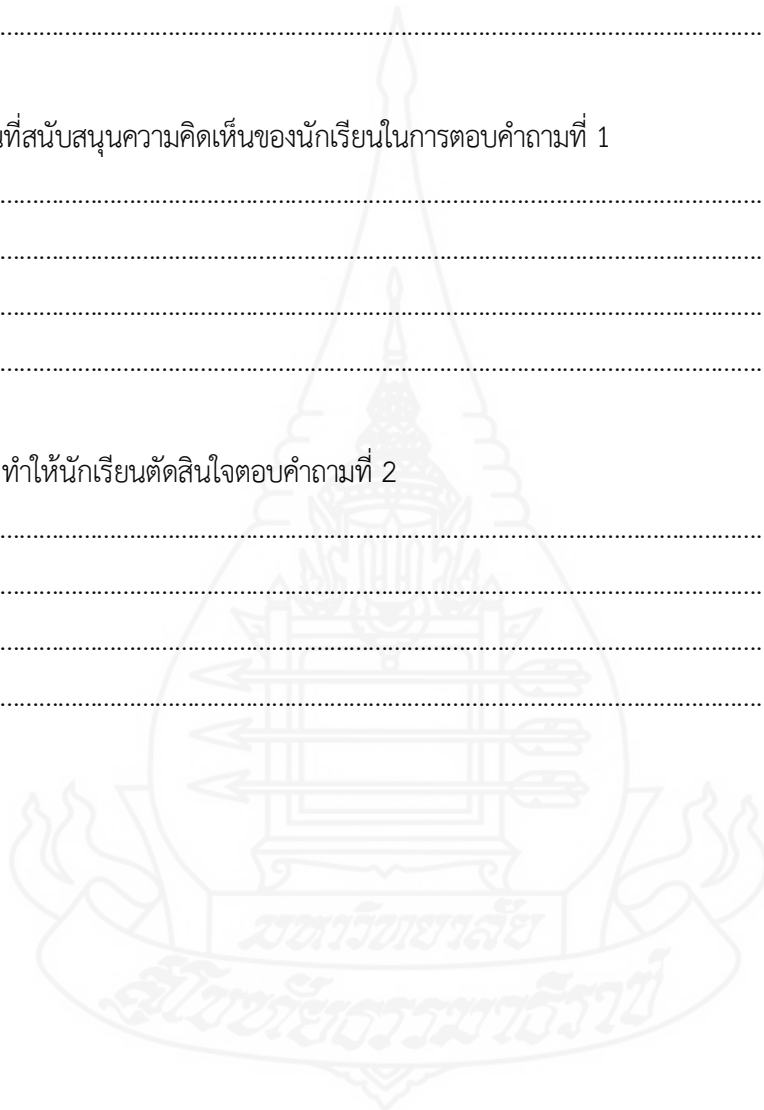
3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ 5
เรื่อง สภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถามพร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ประเด็นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5 คือ

คำถาม : ทุ่งโคลนหินฟอสซิลอายุ 240 ล้านปี มีความสำคัญอย่างไร

ตอนที่ 1

สุดอะเมซิ่ง! เพชรบูรณ์พบ “ทุ่งโคลนหินฟอสซิลอายุ 240 ล้านปี” เคยเป็นก้นมหาสมุทร
ยุคปลายเพอร์เมียนมาก่อน



เมื่อวันที่ 6 กรกฎาคมที่ผ่านมา ทีมอุทยานธรณีเพชรบูรณ์ซึ่งมีนักวิชาการจากกรมทรัพยากรธรณีฯ นายอำเภอวิเชียรบุรีและผู้นำชุมชนในท้องถิ่น ลงพื้นที่สำรวจแหล่งธรณีวิทยาแหล่งใหม่แหล่งที่ 22 ที่บริเวณหมู่ 12 บ้านยางจำ ต.ภูน้ำหยด อ.วิเชียรบุรี ซึ่งสันนิษฐานว่าเคยเป็นใต้ท้องมหาสมุทรดึกดำบรรพ์ ที่มีซากฟอสซิลสัตว์และพืชใต้ท้องทะเลนานาชนิดเต็มไปหมดเลย โดยเกิดในช่วงตอนปลายยุคเพอร์เมียน ประมาณ 240 ล้านปีก่อน เกิดจากการสะสมของหินปูนใต้ทะเล

“ต่อมาเกิดการยกตัวของเปลือกโลก ทำให้แหล่งตะกอนหินปูนบริเวณนี้แตกกระจายออกแล้วไหลมากอง

รวมกันและมีการจับตัวเชื่อมประสาน จนเกิดปรากฏการณ์ธรณีวิทยาในระยะเวลาดังกล่าวจนกลายเป็นแนวโคลนหินกรวดซึ่งพบว่ามีซากดึกดำบรรพ์จำพวกปะการัง หอยฝาเดียว หอยสองฝา หอยตะเกียง (แบรคิโอพอด) หอยวงช้าง หอยบิน เรติโกลาเรียน ฟิวซิลินิค และอื่น ๆ อีกมากมายอยู่ในโคลนหินและก้อนหินทั้งขนาดเล็กและใหญ่ กินพื้นที่เป็นบริเวณกว้างกว่า 200 ไร่” นายวิศัลย์กล่าว

นายวิศัลย์กล่าวว่า นับเป็นสิ่งมหัศจรรย์ทางธรรมชาติหรืออะเมซิ่งทางธรณีวิทยาที่ทรงคุณค่าอย่างยิ่ง ซึ่งไม่เพียงมีคุณค่าและความสำคัญในระดับประเทศเท่านั้นแต่ยังมีความสำคัญในระดับโลกอีก เนื่องจากจะเป็นการบ่งชี้ถึงสภาพตำแหน่งทางภูมิศาสตร์บริเวณนี้เคยเป็นก้นมหาสมุทรในโลกดึกดำบรรพ์มาก่อน

ขณะนี้สร้างความเข้าใจกับทางชาวบ้านและผู้นำชุมชนในชุมชนท้องถิ่นให้เห็นถึงความสำคัญและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และจัดเป็นแหล่งท่องเที่ยวในภายภาคหน้าต่อไป

ที่มาข้อมูล 77 ข่าวเด็ด. (2561). ทุงโชดหินฟอสซิลอายุ 240 ล้านปี. สืบค้นจาก

<https://www.77kaoded.com/content/120355>

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.6 เลขที่



ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ โดยอธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. ฟุ้งซ่านหินฟอสซิลอายุ 240 ล้านปี มีความสำคัญอย่างไร

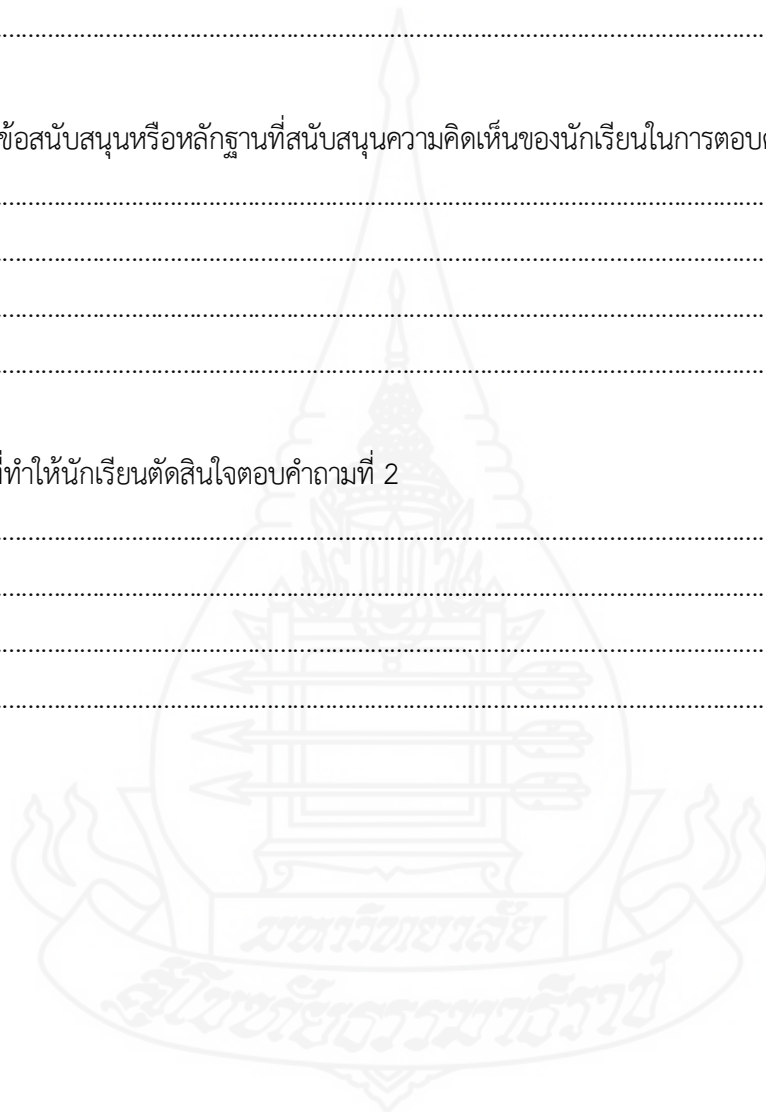
.....
.....
.....

2. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนในการตอบคำถามที่ 1

.....
.....
.....
.....

3. เหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบคำถามที่ 2

.....
.....
.....
.....



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โรงเรียนวัดสำนักบก

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 16101)

เวลา 40 นาที

เรื่อง ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

30 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วกากบาท X ลงในกระดาษคำตอบ
จำนวน 9 หน้า

ตัวชี้วัดที่ 1 บอกสาเหตุที่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดลงหรือสูญพันธุ์

1. ข้อใดคือสาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์ป่าในประเทศไทยสูญพันธุ์มากที่สุด

ก. ไฟป่า

ข. น้ำท่วม

ค. สัตว์ป่าฆ่ากันเอง

ง. ถูกล่าโดยมนุษย์

ตัวชี้วัดที่ 2 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดลงจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโดยมนุษย์

พิจารณาข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 2

ครอบครัวเต่าทะเลนี้ดำรงชีวิตและวางไข่ที่หาดทรายที่ชาวสะออดมาตั้งแต่บรรพบุรุษ
วันหนึ่งเต่าทะเลพบว่าหาดทรายเปลี่ยนไป โดยมีขยะเกลื่อนเต็มหาดทราย ทรายมีสีดำ
น้ำทะเลมีคราบน้ำมัน

2. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เต่าทะเลมีจำนวนลดลง

ก. เต่าทะเลกินขยะมูลฝอย

ข. เต่าทะเลมีที่วางไข่มากขึ้น

ค. มีการลักลอบเก็บไข่เต่าทะเล

ง. เต่าทะเลอพยพย้ายไปที่อื่น

ตัวชี้วัดที่ 3 อธิบายแนวทางในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พิจารณาข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 3

ชุมชนของดาวเป็นชุมชนที่อยู่ใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่มีมาตรการในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากระบบการผลิตโดยน้ำทิ้งมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก สารเคมีต่าง ๆ ซึ่งปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำ

3. ถ้านักเรียนอาศัยอยู่ในชุมชนของดาวจะมีวิธีการดูแลรักษาแหล่งน้ำตามข้อใด

- ก. ทิ้งขยะมูลฝอยสิ่งปฏิกูลลงในแม่น้ำ
- ข. ประท้วงให้ปิดโรงงานอุตสาหกรรมแห่งนี้
- ค. ส่งตัวแทนเจรจากับเจ้าของโรงงานไม่ให้ทิ้งน้ำเสียลงไปในแม่น้ำ
- ง. ประชาสัมพันธ์ให้คนในชุมชนเข้าใจเกี่ยวกับปัญหามลพิษทางน้ำ

พิจารณาข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 4

โรงเรียนแห่งหนึ่งมีปัญหาในเรื่องขยะมูลฝอย มีทิ้งขยะที่เป็นขวดน้ำ กระดาษ ถูขนมที่เกิดจากการบริโภคและอุปโภค

4. ถ้านักเรียนเป็นผู้อำนวยการโรงเรียน จะทำอะไรจึงจะแก้ปัญหานี้ได้ในระยะยาว

- ก. ห้ามนักเรียนทิ้งขยะภายในโรงเรียน
- ข. ติดป้ายรณรงค์ให้นักเรียนเห็นโทษของการทิ้งขยะไม่ลงถัง
- ค. จัดที่ทิ้งขยะแยกประเภทขยะให้นักเรียนทิ้ง เพื่อนำขยะกลับมาใช้ใหม่
- ง. ห้ามแม่ค้านำของที่บรรจุด้วยภาชนะทำลายยากเข้ามาขายภายในโรงเรียน

ตัวชี้วัดที่ 4 บอกการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

5. แก๊สในข้อใดไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

- | | |
|---------------------|------------------------|
| ก. อีเทน | ข. มีเทน |
| ค. คาร์บอนไดออกไซด์ | ง. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน |

6. ข้อใดคือผลที่เกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

- ก. ฝนตกตามฤดูกาล
- ข. ระดับน้ำทะเลสูงและอุ่นขึ้น
- ค. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลดลง
- ง. ความหลากหลายทางชีวภาพมากขึ้น

7. ข้อใดไม่ใช่ผลที่เกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

- ก. ช่วยดูดซับคลื่นรังสีความร้อน
- ข. ช่วยดูดซับคลื่นรังสีอินฟราเรด
- ค. ทำให้อุณหภูมิของโลกลดลง
- ง. รักษาอุณหภูมิของโลกให้คงที่

ตัวชี้วัดที่ 6 อธิบายแนวทางในการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

พิจารณาข้อความ แล้วตอบคำถามข้อ 8

ชุมชนแห่งหนึ่งมีการจัดการกับขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เป็นการปล่อยแก๊สเรือนกระจกและปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุก ๆ วัน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดจากการบริโภคและอุปโภคของมนุษย์ แก๊สเรือนกระจกที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาขยะมูลฝอย ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

8. ถ้านักเรียนอาศัยอยู่ในชุมชนแห่งนี้ จะมีวิธีการในการจัดการกับขยะมูลฝอยเหล่านี้ ตามข้อใด

- ก. การนำขยะกลับมาใช้ใหม่
- ข. การคัดแยกขยะแล้วนำไปเผา
- ค. การทำให้ขยะมีขนาดเล็กลง
- ง. การแยกขยะก่อนนำไปฝังกลบ

ตัวชี้วัดที่ 6 บอกลักษณะของหินที่พบ

9. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของหินแกรนิต

- ก. มีเนื้อหยาบ
- ข. มีผลึกใหญ่
- ค. เป็นหินอัคนีพุ
- ง. เป็นหินอัคนีแทรกซอน

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 10



ที่มาภาพ: <https://sistacafe.com/gallery/album/34743>

ปราสาทหินพิมาย: ตั้งอยู่ในอำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เป็นปราสาทหินที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีรูปแบบศิลปกรรมขอม สร้างขึ้นเพื่อเป็นพุทธสถานในลัทธิมหายาน หินที่นำมาใช้ในการก่อสร้างนี้มีลักษณะโทนสีแดง เป็นหินที่เกิดจากการผุพังแล้วถูกพัดพาไปตกตะกอนสะสมตัวเป็นหิน หินชนิดนี้ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด

10. ปราสาทหินพิมายก่อสร้างขึ้นจากหินชนิดใด

ก. หินปูน

ข. หินอ่อน

ค. หินแกรนิต

ง. หินศิลาแลง

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 11



ที่มาภาพ: <https://pantip.com/topic/36257881>

ผาวิ้งซู: ตั้งอยู่ริมแม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ เกิดขึ้นจากกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการยกตัวของรอยเลื่อนปกติ ประกอบด้วยชั้นหินที่มีการประสานตัวของเนื้อหินไม่ดีนัก ดังนั้นธรรมชาติโดยลม ฝน และน้ำ จึงได้กัดเซาะให้ตะกอนที่จับตัวเป็นหิน เกิดการผุพังหลุดแยกออกจากกัน เกิดลักษณะเป็นเสาหิน แท่งหินและหน้าผา ที่มีความสวยงามแปลกตา ดังที่เห็นในปัจจุบัน

11. ข้อใดไม่ใช่หินที่ทำให้เกิดผาวิ้งซู

ก. หินทราย

ข. หินอ่อน

ค. หินกรวดมน

ง. หินทรายแป้ง

ตัวชี้วัดที่ 7 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร

12. เมื่อภูเขาไฟปะทุ ลาวาที่ไหลออกจากรอยแตกของเปลือกโลกโดยไม่มีการปะทุรุนแรงไหลแผ่กระจายไปบนพื้นผิวโลก แล้วค่อย ๆ แข็งตัว ทำให้เกิดหินในข้อใด

ก. หินอ่อน หินทราย

ข. หินปูน หินดินดาน

ค. หินแกรนิต หินแกบโบร

ง. หินบะซอลต์ หินแอนดีไซต์

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13

ตะวันเดินสำรวจน้ำตกเหวสุวัตที่ตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งมีลักษณะเป็นสายน้ำตกลงมาจากหน้าผาสุงราว ๆ 20 เมตร บริเวณด้านล่างของน้ำตกเป็นแอ่งน้ำและลำธาร พบก้อนหินลักษณะกลมมน มีขนาดใหญ่เล็กคละกันจำนวนมาก จึงเก็บก้อนหินมาจำนวนหนึ่ง เพื่อจะถามคุณครูและเพื่อน ๆ ในวันรุ่งขึ้น

13. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าก้อนหินที่เก็บมานั้นจัดเป็นหินชนิดใด

ก. หินทราย

ข. หินชนวน

ค. หินดินดาน

ง. หินกรวดมน

พิจารณาตารางแล้วตอบคำถามข้อ 14 - 15

หินหมายเลข	สี	เนื้อหิน	ความแข็ง	ความหนาแน่น (g/cm ³)
1	ขาว ดำ	หยาบ	3.4	2.6 – 2.8
2	เขียว เทา	หยาบ	3.0	2.8 – 3.0
3	น้ำตาล	ละเอียด รูพรุน	2.1	0.2 – 0.3
4	น้ำตาล เขียว	ละเอียด รูพรุน	1.5	2.8 – 3.0
5	น้ำตาล เทา	หยาบ	0.4	1.7 – 2.3
6	ส้ม แดง	ปานกลาง	0.2	2.2 – 2.5
7	เขียว ดำ	ละเอียด	1.2	2.3 – 2.5
8	เทา	ละเอียด	1.1	2.3 – 2.4
9	ขาว เทา	หยาบ	3.2	2.6 – 2.9
10	ส้ม	ปานกลาง	2.2	2.7 – 2.9
11	เขียว ดำ	ละเอียด	0.8	2.7 – 2.8
12	ขาว	ปานกลาง	2.4	2.4 – 2.5

14. จากตารางข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. หินหมายเลข 2 8 9 อยู่กลุ่มเดียวกัน โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ คือ สีเทา
 ข. หินหมายเลข 6 7 10 อยู่กลุ่มเดียวกัน โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ คือ สีส้ม
 ค. หินหมายเลข 1 3 12 อยู่กลุ่มเดียวกัน โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ คือ สีขาว
 ง. หินหมายเลข 4 5 11 อยู่กลุ่มเดียวกัน โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ คือ สีน้ำตาล

15. แก้วตาได้แบ่งกลุ่มของหินตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มของหิน	
หมายเลข 1 2 5 9	หมายเลข 7 8 11
หมายเลข 6 10 12	หมายเลข 3 4

ข้อใดคือเกณฑ์ที่แก้วตาใช้ในการแบ่งกลุ่มของหิน

- ก. สี ข. ความแข็ง ค. เนื้อหิน ง. ความหนาแน่น

ตัวชี้วัดที่ 9 บอกการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวัน

16. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของแร่

- ก. ใช้ทำเครื่องประดับต่าง ๆ ข. ใช้ประกอบอาหาร
 ค. ใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ง. ใช้ในกิจการอุตสาหกรรม

17. ถ้านักเรียนประกอบอาชีพเจียรระโนเพชรพลอย นักเรียนจะนำแร่ชนิดใดมาใช้ในการเจียรระโน

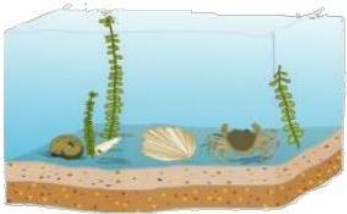
- ก. เพชร ข. ยิปซัม
 ค. ฟลูออไรต์ ง. แคลไซต์

18. หินในข้อใดไม่เหมาะสมในการใช้ก่อสร้างอาคารบ้านเรือน

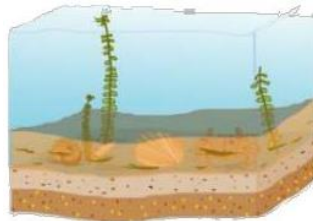
- ก. หินปะชอลต์ ข. หินกรวดมน
 ค. หินปูน ง. หินพัมมิช

ตัวชี้วัดที่ 10 อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์

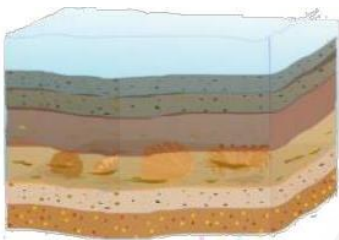
พิจารณาภาพแล้วตอบคำถามข้อ 19



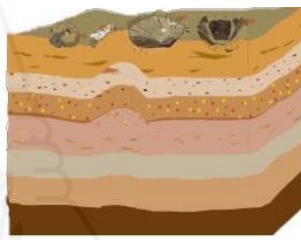
1. สัตว์หรือพืช
ตายจมลงสู่ก้น
ทะเลและส่วนที่
เหลือค่อย ๆ ถูก
ฝังอยู่ในชั้นของ
ตะกอน



3. ตะกอนชั้น
ล่างได้กลายเป็นหินและ
ส่วนที่เหลืออยู่
จะแข็งตัว
กลายเป็นซาก
ดึกดำบรรพ์



2. หินถูกดันชั้น
ไปและถูกกด



4. ซากดึกดำ
บรรพ์ฝังชั้นชั้น
ผิวโลก

ที่มาภาพ: <https://il.mahidol.ac.th/>

19. จงเรียงลำดับกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์ของซากหอยต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ก. 1 > 3 > 2 > 4

ข. 1 > 2 > 3 > 4

ค. 2 > 1 > 3 > 4

ง. 2 > 3 > 1 > 4

ตัวชี้วัดที่ 11 อธิบายสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์

พิจารณาภาพแล้วตอบคำถามข้อ 20



นักธรณีวิทยาพบซากหอยขมดึกดำบรรพ์ในเหมืองแม่เมาะเป็นหอยขมน้ำจืดโดยพบวางตัวแทรกอยู่ระหว่างชั้นถ่านหินสองชั้น หอยขมอาศัยอยู่บนโคลน กินอาหารจำพวกสาหร่าย ตะไคร้น้ำ แพลงก์ตอน สัตว์น้ำเล็ก ๆ และจอกแหน

ที่มาภาพ: สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

20. ถ้านักเรียนเป็นนักธรณีวิทยาจะสันนิษฐานว่าบริเวณนี้มีสภาพแวดล้อมเป็นไปตามข้อใด

ก. ป่าไม้

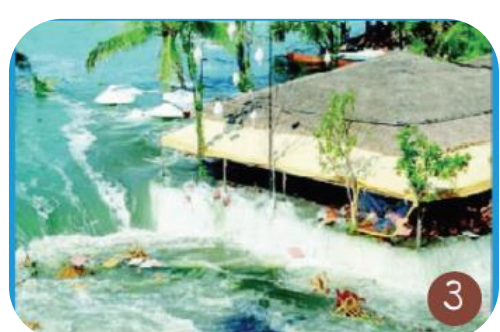
ข. ภูเขาไฟ

ค. ชายทะเล

ง. ทะเลสาบน้ำจืด

ตัวชี้วัดที่ 12 บอกลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหวและสึนามิ

พิจารณาภาพแล้วตอบคำถามข้อ 21



ตัวชี้วัดที่ 13 อธิบายแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติ
ภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 28

รายงานข่าว...

เมื่อช่วงค่ำของวันที่ 5 พ.ค. จ.เชียงราย ภายหลังเกิดแผ่นดินไหวศูนย์กลางที่ อ.พาน จ.เชียงราย เมื่อเวลา 18.08 น. พบว่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวครั้งนี้ ถือว่าหนักที่สุดในรอบ 40 ปี รู้สึกได้เวลานานประมาณ 30 วินาที โดยที่ อ.เมืองเชียงราย แผ่นดินไหวได้เขย่าตัวอาคารบ้านชั้นเดียวไปจนถึงอาคารตึกสูงได้ยินเสียงตึกกร้าว ข้าวของแตกกระจายหล่นลงมา จากนั้นก็มีอาฟเตอร์ช็อครับรู้ได้ถึงแรงสั่นสะเทือนตามมาอีก 3 ครั้ง ซึ่งทำให้ตัวบ้านสั่น กระຈกเคลื่อน สร้างความเสียหายในวงกว้าง ถนนแตก โรงแรมร้าว ยอดฉัตรวัดร่องขุนเอียง

28. จากการรายงานข่าวดังกล่าวถ้าขณะนั้นนักเรียนอยู่ในเหตุการณ์จะปฏิบัติตนอย่างไรจึงจะปลอดภัยจากเหตุการณ์ในครั้งนี้

- ก. หาทີหลบกำบังในบริเวณที่ปลอดภัย
- ข. ออกมาอยู่ใต้ต้นไม้สูงหรืออยู่ใกล้ป้ายโฆษณา
- ค. ใช้ลิฟต์โดยสารเพื่อออกจากตึกอาคารโดยเร็ว
- ง. ไม่ติดตามคำแนะนำคำเตือนต่าง ๆ จากหน่วยงานราชการ

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 29

ฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลาก ดินถล่ม อาคารบ้านเรือนของชาวบ้านที่ตั้งอยู่เชิงเขาพังทลาย มีต้นไม้มขนาดเล็กลไหลมาพร้อมกับน้ำ ซึ่งในอดีตไม่เคยเกิดเหตุการณ์เช่นนี้มาก่อน

29. จากข้อความดังกล่าวชาวบ้านควรปฏิบัติตนอย่างไรจึงจะแก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืน

- ก. ขุดสระไว้รองรับน้ำป่า
- ข. สร้างกำแพงกันทางน้ำ
- ค. ปลุกต้นไม้และพืชคลุมดิน
- ง. ปลุกบ้านให้แข็งแรงทนทาน

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 30

รายงานข่าว...

เช้าวันอาทิตย์ที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 หลังวันคริสต์มาส ผู้คนหลายคนกำลังเพลิดเพลินกับการเดินชมชายหาด หลายคนกำลังเล่นน้ำทะเล ขณะนั้นแผ่นดินไหวได้เกิดขึ้นอย่างรุนแรงใต้ทะเลทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ส่งผลให้เกิดสึนามิตามมาในมหาสมุทรอินเดียสึนามิที่เกิดขึ้นแผ่กระจายไปถึงหลายประเทศโดยรอบมหาสมุทรอินเดีย รวมทั้งประเทศไทย คลื่นยักษ์เคลื่อนตัวเข้าสู่โจมตีชายฝั่งอย่างรุนแรง เป็นบริเวณกว้าง ทำลายชายหาด สิ่งก่อสร้าง อาคาร บ้านเรือน ถนนหนทาง ผู้คนเสียชีวิตและสูญหายเป็นจำนวนมาก

30. จากการรายงานข่าวดังกล่าวถ้าขณะนั้นนักเรียนอยู่ในเหตุการณ์จะปฏิบัติตนอย่างไรจึงจะปลอดภัยจากเหตุการณ์ในครั้งนี้

- ก. กรณียุอยู่ในเรือ ให้นำเรือเข้าชายฝั่งทะเลโดยเร็วที่สุด
- ข. หลบหลังก้อนหินขนาดใหญ่ที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเล
- ค. หลบอยู่ในรถยนต์และขับรถไปจอดบริเวณชายฝั่งทะเล
- ง. รีบหนีขึ้นตึกที่มีความมั่นคง แข็งแรงและห่างจากชายฝั่งทะเล



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

หน่วยการเรียนรู้ ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลก	เวลา 18 ชั่วโมง
เรื่องรู้จักหิน	เวลา 3 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 16101	ภาคเรียนที่ 1
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ปีการศึกษา 2563
ผู้สอน นางสาวดาริกา พงษ์เผ่าพงษ์	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
	โรงเรียนวัดสำนักบก

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ป.6/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอนและหินแปรและอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง

ว 3.2 ป.6/2 บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้

สาระสำคัญ

หินเป็นวัสดุแข็งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติประกอบด้วยแร่ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไปหินจำแนกออกได้ 3 ประเภท โดยใช้กระบวนการเกิดเป็นเกณฑ์ ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร

หินอัคนี เกิดจากการเย็นตัวหรือแข็งตัวของหินหลอมเหลวเนื้อหินมีลักษณะเป็นผลึก ทั้งผลึกขนาดใหญ่และขนาดเล็ก บางชนิดอาจเป็นเนื้อแก้วหรือมีรูพรุน

หินตะกอน เกิดจากการทับถมของตะกอนเมื่อถูกแรงกดทับและมีสารเชื่อมประสานจึงเกิดเป็นหินเนื้อหินกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเม็ดตะกอน มีทั้งเนื้อหยาบและเนื้อละเอียด บางชนิดเป็นเนื้อผลึกที่ยึดเกาะกันเกิดจากการตกผลึกหรือตกตะกอนจากน้ำโดยเฉพาะน้ำทะเล บางชนิดมีลักษณะเป็นชั้น ๆ จึงเรียกอีกชื่อว่า หินชั้น

หินแปร เกิดจากการแปรสภาพของหินเดิมซึ่งอาจเป็นหินอัคนี หินตะกอน และหินแปรโดยการกระทำของความร้อน ความดัน และปฏิกิริยาเคมี เนื้อหินของหินแปรบางชนิดผลึกของแร่อาจเรียงตัวขนานกันเป็นแถบบางชนิดเป็นเนื้อผลึกที่มีความแข็งมาก

วัฏจักรหิน คือการเปลี่ยนแปลงของหินจากประเภทหนึ่งไปเป็นหินอีกประเภทหนึ่งหรืออาจเป็นหินประเภทเดิมที่มีสมบัติบางประการเปลี่ยนแปลงไป โดยมีแบบรูปการเปลี่ยนแปลงคงที่และต่อเนื่องเป็นวัฏจักร

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

1. บอกลักษณะของหินที่พบ
2. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร
3. บอกการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวัน

ทักษะ/กระบวนการ

1. จำแนกหินโดยใช้สมบัติและกระบวนการเกิดเป็นเกณฑ์
2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร

คุณลักษณะ

1. ใฝ่เรียนรู้
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 3 (เวลา 3 ชั่วโมง)

เรื่อง รู้จักหิน สัปดาห์ที่ 4

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ชี้นำเสนอปรากฏการณ์ (เวลา 20 นาที)

1. ครูนำหินตัวอย่างของจริงที่มีลักษณะแปลกตาและสวยงาม มาให้นักเรียนสังเกตจากนั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยครูใช้คำถาม ดังต่อไปนี้

1.1 หิน คืออะไรและประกอบด้วยอะไร

แนวคำตอบ หินคือวัสดุแข็งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติประกอบด้วยแร่ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปรวมทั้งอาจประกอบด้วยเศษตะกอนและอินทรีย์สาร

1.2 หินเป็นทรัพยากรธรรมชาติหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ หินจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติเพราะหินเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

1.3 แร่ประกอบหิน คืออะไร

แนวคำตอบ แร่ประกอบหิน คือแร่ที่พบอยู่ในเนื้อหิน อาจมีตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป

1.4 หินแต่ละชนิดจะมีลักษณะและสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกัน เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ หินแต่ละชนิดจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันเพราะมีแร่ประกอบหินต่างกัน

1.5 เราแบ่งหินได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง และใช้อะไรเป็นเกณฑ์

แนวคำตอบ นักเรียนอาจใช้ลักษณะที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์ ซึ่งแต่ละคนอาจแบ่งโดยใช้เกณฑ์ที่ต่างกัน

2. ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์รบบูรณาการเรื่องหิน จากนั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามดังนี้

2.1 จากวิดีโอทัศน์ หินสามารถจำแนกตามกระบวนการเกิดได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง

แนวคำตอบ หินสามารถจำแนกตามกระบวนการเกิดได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร

2.2 หินอัคนี เกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เกิดจากการเย็นตัวหรือแข็งตัวของหินหนืดซึ่งเป็นสารเหลวร้อนที่อยู่ใต้เปลือกโลก

2.3 หินตะกอนเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เกิดจากการทับถมของตะกอนที่ผุพังของหินต่าง ๆ และถูกกระแส น้ำ ลม ธารน้ำแข็งหรือคลื่นทะเลพัดพามาในรูปของตะกอนหรือสารละลายแล้วมาตกสะสมในแอ่งสะสมตะกอน ทำให้เกิดแรงบีบอัดและเกิดการเชื่อมประสานเม็ดตะกอนจากสารละลายในชั้นตะกอนหรือเกิดการตกผลึก จึงกลายเป็นหินตะกอน

2.4 หินแปร เกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เกิดจากการแปรสภาพของหินเดิม โดยมีการตกผลึกใหม่ของแร่ในสภาวะที่เป็นของแข็ง เนื่องจากได้รับความร้อน ความดันหรือปฏิกิริยาเคมี ส่วนประกอบทางเคมีอาจเหมือนเดิมหรือเปลี่ยนไป

3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยเกิดแนวคิดของตนเองโดยใช้คำถามว่าภูทอกน้อยจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนได้แบบจำลองทางความคิดของตนเอง

แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแบบจำลอง (เวลา 80 นาที)

ตอนที่ 1 หินอัคนี หินตะกอนและหินแปร (เวลา 40 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4 คน โดยคณะเทศและความสามารถทางการเรียน
2. นักเรียนนำประเด็นข้อสงสัยเกี่ยวกับภูตอกน้อยจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร มาช่วยกันวิเคราะห์สรุปออกมาเป็นแบบจำลองทางความคิดกลุ่มของตนเองก่อนทำการศึกษา
3. นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษาใบความรู้เรื่องภูตอกน้อย
4. นักเรียนในกลุ่มช่วยกันศึกษาใบความรู้เรื่อง หินอัคนี หินตะกอนและหินแปร ตามลำดับ
5. นักเรียนในกลุ่มรับวัสดุ อุปกรณ์การทดลองเรื่องการเกิดหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร ตามลำดับ
6. นักเรียนออกแบบแบบจำลองการเกิดหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร
7. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งออนไลน์
8. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ออกมาในรูปของประเภทแบบจำลองที่แสดงออกที่น่าสนใจเกี่ยวกับลักษณะของหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร กระบวนการเกิดของหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร และประโยชน์ของหินและแร่ ตามลำดับ

ตอนที่ 2 จำแนกหินได้อย่างไร (เวลา 40 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับผิดชอบตัวอย่างหินกลุ่มละ 1 ชุด แวนขายาย ปีกเกอร์ ถ้วยยูริกา กระจกบดทวง และใบกิจกรรมเรื่องการจำแนกหินได้อย่างไร
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตสีและเนื้อหินของหินตัวอย่างและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมเรื่องการจำแนกหินได้อย่างไร
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบและเปรียบเทียบความแข็งของหินตัวอย่างกับหินหมายเลข 1 โดยนำหินหมายเลข 1 ไปขีดกับหินแต่ละชนิด สังเกตการณ์เกิดรอยบนหินนั้นและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมเรื่องการจำแนกหินได้อย่างไร
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มชั่งมวล วัดปริมาตรและคำนวณหาความหนาแน่นของหินตัวอย่างและบันทึกผล
5. นักเรียนในกลุ่มช่วยกันจำแนกหินตัวอย่างโดยใช้กระบวนการเกิดเป็นเกณฑ์และบันทึกผล
6. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ที่สำคัญออกมาในรูปของแบบจำลองที่น่าสนใจเกี่ยวกับการจำแนกหิน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน (เวลา 20 นาที)

1. นักเรียนนำแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกกลุ่มของตนเองมาตรวจสอบโดยการทำกิจกรรมกลุ่มเกมหินปริศนา เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกนั้นสอดคล้องกับข้อมูลมากน้อยเพียงใด โดยครูแจกชุดหินตัวอย่างให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุ

ชื่อของหินตัวอย่างทั้ง 12 หมายเลข ลงในกระดาษให้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด กลุ่มใดเสร็จก่อนและถูกต้อง
ถือเป็นผู้ชนะ

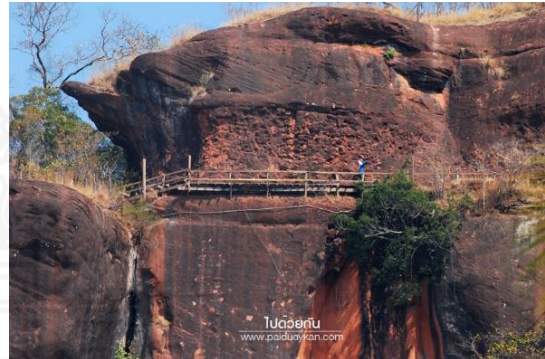
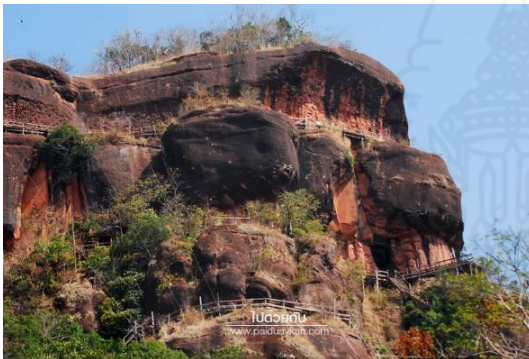
ขั้นที่ 4 ชั้นประเมินแบบจำลอง (เวลา 30 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกกลุ่ม
ของตนเองหน้าชั้นเรียน

2. ครูให้ตัวแทนนักเรียนตอบประเด็นข้อสงสัยเกี่ยวกับภูทอกน้อยจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้น
ได้อย่างไร (ช้อกล่าวอ้าง)

แนวคำตอบ หินตะกอนเกิดจากการผุพัง สึกกร่อนและพัดพาสะสมเป็นตะกอน

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกของแต่ละกลุ่ม
ถึงความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้ศึกษาและสามารถยอมรับได้ โดยนักเรียนอธิบายความคิด
ของกลุ่มตนเองพร้อมแสดงข้อมูลประกอบคำอธิบาย ดังนี้ (หลักฐาน)



จากข้อมูลภูทอกน้อยเป็นหินตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัว โดยมีลมและน้ำซึ่งลมจะเป็นตัวกลาง
นำพาตะกอนทรายเข้ามาสะสมตัวในขณะที่น้ำเป็นตัวกลางนำพาตะกอนทรายละเอียดเข้ามาสู่แอ่ง ดังนั้นจึง
พบชั้นเฉียดระดับในชั้นหินทรายซึ่งมีขนาดใหญ่ มุมเทสูง และมีทิศทางที่ไม่แน่นอน และริ้วลายลอนคลื่นใน
หินทรายเนื้อละเอียด เนื่องจากภูทอกประกอบด้วยหินทรายต่างชนิดกันที่สลับเป็นชั้น ดังนั้นเมื่อชั้นหินถูก
กัดกร่อนโดยน้ำฝนและลม ชั้นหินที่อ่อนกว่าจะถูกกัดกร่อนให้คอดเว้า ในขณะที่ชั้นหินที่คงทนกว่าจะแสดง
ลักษณะเป็นหน้าผา

4. ครูชักชวนให้นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองและแบบจำลองที่
แสดงออกที่นักเรียนนำเสนอ ตามคำถามต่อไปนี้

4.1 จากหลักฐานแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกที่นักเรียนได้นำเสนอ อะไรคือ
เหตุผลที่ช่วยอธิบายเกี่ยวกับภูทอกน้อยจัดเป็นหินประเภทใดและเกิดขึ้นได้อย่างไร
(เหตุผล)

แนวคำตอบ หินตะกอน เกิดจากการทับถมของตะกอนเมื่อถูกแรงกดทับและมีสารเชื่อมประสานจึงเกิดเป็นหินเนื้อหินกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเม็ดตะกอน มีทั้งเนื้อหยาบและเนื้อละเอียด บางชนิดเป็นเนื้อผลึกที่ยึดเกาะกันเกิดจากการตกผลึกหรือตกตะกอนจากน้ำโดยเฉพาะน้ำทะเล

ขั้นที่ 5 ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น (เวลา 10 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองกลุ่มของตนเองมาวางหน้าชั้นเรียนและนำแบบจำลองที่แสดงออกกลุ่มของตนเองมาติดตามผนังห้องเรียน
2. นักเรียนแต่ละคนจดบันทึกเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดโดยเปรียบเทียบแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกกลุ่มของตนเองกับแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกกลุ่มของเพื่อนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (เวลา 10 นาที)

1. ครูและนักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองและแบบจำลองที่แสดงออกที่ตนเองได้ไปศึกษาโดยนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันสรุปและนำมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่แสดงออกกลุ่มของตนเองให้มีสอดคล้องกับข้อมูลมากขึ้น

ขั้นที่ 7 ขั้นใช้แบบจำลอง (เวลา 10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามประเด็น ดังต่อไปนี้

1.1 หินสามารถนำมาใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

แนวคำตอบ หินสามารถนำมาทำเป็นเครื่องใช้ เช่น ครกหิน สิ่งก่อสร้างที่มีหินเป็นวัสดุประกอบ เช่น ถนน อาคาร บ้านเรือน

1.2 หินอัคนีแบ่งได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

แนวคำตอบ 2 ประเภท คือ หินอัคนีแทรกซอน และหินอัคนีฟู ครูควรอธิบายนักเรียนเพิ่มเติมว่าแทรกซอน หมายถึง กิริยาอาการเบียดเสียดเข้าไปอยู่ระหว่างสิ่งอื่น ส่วนฟู หมายถึง กิริยาอาการที่ของเหลวหรือแก๊สผุดขึ้นมา

1.3 หินอัคนีแทรกซอนและหินอัคนีฟู เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ หินอัคนีทั้ง 2 ชนิด เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่หินอัคนีแทรกซอนเกิดจากหินหนืดที่เย็นตัวและแข็งตัวภายใต้เปลือกโลกอย่างช้า ๆ ทำให้เรามีเวลาในการตกผลึกนาน ผลึกแร่จึงมีขนาดใหญ่และทำให้หินมีเนื้อหยาบ ส่วนหินอัคนีฟูเกิดจากหินหนืดที่ออกมาสู่ผิวโลก เรียกว่า ลาวา เย็นตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เรามีเวลาในการตกผลึกน้อยหรือไม่มีโอกาสตกผลึก ผลึกแร่จึงมีขนาดเล็ก ทำให้หินมีเนื้อละเอียด

2. ครุณารูปภาพของหินที่เกิดการกร่อนเป็นรูปร่างต่าง ๆ มาร่วมอภิปรายกับนักเรียนโดยถามนักเรียนดังต่อไปนี้



2.1 หินในรูปมีรูปร่าง ลักษณะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามสิ่งที่สังเกตเห็นได้

2.2 หินมีรูปร่าง ลักษณะ ดังรูปนี้ได้อย่างไร

แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น หินเกิดการกร่อน

2.3 การกร่อนของหินในธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ ลมหรือน้ำพัดพาเอาเม็ดกรวดหรือเม็ดทรายมาขัดสีกับหิน น้ำพัดพาทรายและหินทำให้เกิดการขัดสีและกร่อย หรือการเคลื่อนที่ของธารน้ำแข็งที่มีน้ำหนักมากทำให้เกิดการครูด ถู บริเวณผิวหน้าของหิน

2.4 นักเรียนเคยไปเที่ยวสถานที่ที่มีหินรูปร่างลักษณะดังรูปบ้างหรือไม่

แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามประสบการณ์ของนักเรียน

3. ครูให้นักเรียนฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรมด้วยตนเอง

สื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1.1 ใบความรู้ เรื่องหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร

1.2 ใบความรู้ เรื่องภูทอกน้อย

1.3 ใบกิจกรรม เรื่องการจำแนกหินได้อย่างไร

1.4 ใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องภูทอกน้อย

1.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1.6 วีดิทัศน์ เรื่องหิน

1.7 ชุดตัวอย่างหิน

2. แหล่งการเรียนรู้

2.1 กรมทรัพยากรธรณี

(www.dmr.go.th)

2.2 ทรัพยากรหินและแร่จังหวัดชลบุรี

http://library.dmr.go.th/Document/DMR_Technical_Reports/2556/36961

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
ความรู้ 1. บอกลักษณะของหินที่พบ 2. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร 3. บอกการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวัน	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ถูกต้อง/ผิด - 0 คะแนน ไม่ทำใบกิจกรรม - 1 คะแนน ทำใบกิจกรรมไม่ครบ - 2 คะแนน ทำใบกิจกรรมครบแต่ไม่ถูกต้อง - 3 คะแนน ทำใบกิจกรรมครบและถูกต้อง
ทักษะ/กระบวนการ 1. จำแนกหินโดยใช้สมบัติและกระบวนการเกิดเป็นเกณฑ์ 2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร	สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม	นักเรียนมีพฤติกรรมระดับดี 70%

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
คุณลักษณะที่พึงประสงค์ 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. ซื่อสัตย์สุจริต 3. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกต คุณลักษณะที่พึงประสงค์	นักเรียนมีพฤติกรรมระดับ ดี 70%

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้จัดการเรียนรู้

(นางสาวดาริกา พงษ์เผ่าพงษ์)

ครูโรงเรียนวัดสำนักบก

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสุเทพ ทวีเหล็ก)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสำนักบก





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. บทบาทหน้าที่	มีการกำหนดบทบาทหน้าที่สมาชิกไว้ชัดเจน	มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ไม่ครบ ขาดไป 1 อย่าง	มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ไม่ครบ ขาดไป 2 อย่าง	ไม่มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิก
2. การมีส่วนร่วม	สมาชิกกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานกลุ่ม	สมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานกลุ่ม	สมาชิกกลุ่มให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานกลุ่มเป็นส่วนน้อย	สมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานกลุ่มน้อย
3. ความรับผิดชอบ	สมาชิกทุกคนทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ไม่หลีกเลี่ยงงาน งานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด	สมาชิกส่วนใหญ่ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ไม่หลีกเลี่ยงงาน งานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด	สมาชิกส่วนน้อยทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย หลีกเลี่ยงงานเป็นบางคน งานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด เล็กน้อย	สมาชิกส่วนใหญ่ไม่ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย หลีกเลี่ยงงานเป็นบางคน งานเสร็จช้ากว่ากำหนด
4. การรับฟังความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์	สมาชิกส่วนใหญ่ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นและมีเหตุผล	สมาชิกส่วนน้อยยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นและมีเหตุผล	สมาชิกส่วนใหญ่ไม่รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และไม่มีเหตุผลเลย
5. ความสำเร็จของงาน	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกส่วนใหญ่ในกลุ่ม	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกส่วนน้อยในกลุ่ม	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิก 1 - 2 คนในกลุ่มเท่านั้น

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม

วิชาวิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ป.6

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2563

กลุ่มที่.....

คำชี้แจง : ให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินตามเกณฑ์การประเมิน

ที่	ชื่อ - สกุล	บทบาทหน้าที่				การมีส่วนร่วม				ความรับผิดชอบ				การรับฟังความคิดเห็น				ผลสำเร็จของงาน				รวม 20 คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
1																							
2																							
3																							
4																							

ชื่อผู้ประเมิน

(นางสาวดาริกา พงษ์เฝ้าพงษ์)

วันที่เดือนพ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 4 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17-20	ดีมาก
13-16	ดี
9-12	พอใช้
5-8	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. ใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนสม่ำเสมอ ตรงเวลา ตั้งใจเรียน มีพฤติกรรมที่ชอบ ซักถามตลอดเวลา และกระฉับกระเฉง พร้อมจะเรียนรู้ได้ ตลอดเวลา	ขาดเรียนได้ตามเกณฑ์ ที่กำหนดโดยมีใบลา ขณะเรียนตั้งใจเรียน มีพฤติกรรมชอบ ซักถามค่อนข้างบ่อย	ขาดเรียนตามเกณฑ์ที่ กำหนดและไม่ส่งใบลา ขณะเรียนไม่ตั้งใจเรียน มีพฤติกรรมชอบซักถาม เป็นบางครั้ง	ขาดเรียนเกินเกณฑ์ที่ กำหนดและไม่ส่งใบลา ขณะเรียนไม่ตั้งใจเรียน ไม่มีพฤติกรรมชอบ ซักถามเลย
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	- ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง - ไม่นำสิ่งของและ ผลงานของผู้อื่นมา เป็นของตนเอง - ปฏิบัติตนต่อผู้อื่น ด้วยความซื่อตรง เป็น แบบอย่างที่ดีด้าน ความซื่อสัตย์	- ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง - ไม่นำสิ่งของและ ผลงานของผู้อื่นมาเป็น ของตนเอง - ปฏิบัติตนต่อผู้อื่น ด้วยความซื่อตรง	- ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง - ไม่นำสิ่งของและผลงาน ของผู้อื่นมาเป็นของ ตนเอง	- ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง - มีพฤติกรรมนำสิ่งของ และผลงานของผู้อื่นมา เป็นของตนเอง
3. มุ่งมั่นใน การทำงาน	ทุกคนมีหน้าที่และ ช่วยกันทำงานที่ได้รับ มอบหมายจนสำเร็จ	มีผู้มีหน้าที่แต่ ไม่รับผิดชอบ 1 คน แต่ช่วยกันทำงานที่ ได้รับมอบหมายจน สำเร็จ	มีผู้มีหน้าที่แต่ ไม่รับผิดชอบ 1 คน และงานที่ได้รับ มอบหมายไม่เสร็จ	มีผู้มีหน้าที่แต่ ไม่รับผิดชอบ 2 คน และงานที่รับมอบหมาย ไม่เสร็จ

แบบสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชาวิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ป.6

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2563

กลุ่มที่.....

คำชี้แจง : ให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินตามเกณฑ์การประเมิน

ที่	ชื่อ-สกุล	หัวข้อการประเมิน														รวม 12 คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ไม่เรียนรู้				ชื่อสตัยสุจริต				มุ่งมั่นในการทำงาน							
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1				
1																	
2																	
3																	
4																	

ชื่อผู้ประเมิน

(นางสาวดาริกา พงษ์เฝ้าพงษ์)

วันที่เดือนพ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 4 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
3	ปรับปรุง



ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้หาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย ดังนี้

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังตารางภาคผนวกที่ 1

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	IOC	การแปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง

จากตารางภาคผนวกที่ 1 พบว่า แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

2. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังตารางภาคผนวกที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยการจำแนกเป็นรายข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.46	0.20
2	0.35	0.30
3	0.40	0.27
4	0.32	0.37
5	0.27	0.27
6	0.33	0.40
7	0.27	0.47
8	0.32	0.37
9	0.22	0.43
10	0.28	0.50

จากตารางภาคผนวกที่ 2 พบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.46 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.50 และมีค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้การคำนวณสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.93

3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลดังตาราง
ภาคผนวกที่ 3

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	IOC	การแปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
21	0	+1	+1	2	0.67	วัดได้สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			คะแนนรวม	IOC	การแปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
25	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
26	+1	0	+1	2	0.67	วัดได้สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง

จากตารางภาคผนวกที่ 3 พบว่า แบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.67 - 1.00

4. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลดังตารางภาคผนวกที่ 4

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจำแนกเป็นรายข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.80	0.40
2	0.40	0.40
3	0.40	0.20
4	0.65	0.50
5	0.40	0.40
6	0.35	0.30
7	0.40	0.20
8	0.45	0.20
9	0.40	0.20
10	0.30	0.60
11	0.20	0.20
12	0.30	0.40

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
13	0.50	0.60
14	0.40	0.60
15	0.35	0.50
16	0.50	0.80
17	0.60	0.80
18	0.35	0.70
19	0.45	0.30
20	0.45	0.50
21	0.40	0.60
22	0.75	0.50
23	0.35	0.30
24	0.50	0.60
25	0.50	0.80
26	0.75	0.50
27	0.60	0.40
28	0.75	0.50
29	0.60	0.60
30	0.50	0.60

จากตารางภาคผนวกที่ 4 พบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้การคำนวณสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.89



ภาคผนวก จ

ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายบุคคล

ตารางภาคผนวกที่ 5 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

เลขที่	ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ
1	3	ปรับปรุง	20	พอใช้
2	0	ปรับปรุง	22	ดี
3	0	ปรับปรุง	11	พอใช้
4	0	ปรับปรุง	13	พอใช้
5	2	ปรับปรุง	13	พอใช้
6	0	ปรับปรุง	8	ปรับปรุง
7	0	ปรับปรุง	15	พอใช้
8	4	ปรับปรุง	22	ดี
9	0	ปรับปรุง	11	พอใช้
10	0	ปรับปรุง	19	พอใช้
11	0	ปรับปรุง	16	พอใช้
12	0	ปรับปรุง	20	พอใช้
13	1	ปรับปรุง	21	ดี
14	0	ปรับปรุง	13	พอใช้
15	0	ปรับปรุง	14	พอใช้
16	0	ปรับปรุง	16	พอใช้
17	0	ปรับปรุง	18	พอใช้
18	2	ปรับปรุง	28	ดี
19	2	ปรับปรุง	22	ดี
20	5	ปรับปรุง	25	ดี
21	2	ปรับปรุง	27	ดี



ภาคผนวก ฉ

ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายบุคคล

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalized gain

เลขที่	การทดสอบ		Actual gain	Maximum	Normalized gain <g>
	Pre-test	Post-test	ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มจริง (%Post-test) - (% Pre-test)	possible gain ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มี โอกาสเพิ่มขึ้นได้ 100% - (%Pre-test)	
1	56.67	73.33	16.67	43.33	0.38
2	50.00	63.33	13.33	50.00	0.27
3	26.67	43.33	16.67	73.33	0.23
4	60.00	86.67	26.67	40.00	0.67
5	40.00	66.67	26.67	60.00	0.44
6	20.00	36.67	16.67	80.00	0.21
7	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20
8	33.33	76.67	43.33	66.67	0.65
9	26.67	50.00	23.33	73.33	0.32
10	56.67	66.67	10.00	43.33	0.23
11	56.67	83.33	26.67	43.33	0.62
12	40.00	46.67	6.67	60.00	0.11
13	33.33	53.33	20.00	66.67	0.30
14	23.33	50.00	26.67	76.67	0.35
15	50.00	53.33	3.33	50.00	0.07
16	60.00	76.67	16.67	40.00	0.42
17	33.33	46.67	13.33	66.67	0.20
18	50.00	86.67	36.67	50.00	0.73
19	63.33	66.67	3.33	36.67	0.09
20	53.33	93.33	40.00	46.67	0.86
21	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวดาริกา พงษ์เฝ้าพงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	10 เมษายน 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	ค.บ.วิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม พ.ศ. 2559
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดสำนักบก ตำบลสำนักบก อำเภอมะเมือง จังหวัดชลบุรี
ตำแหน่ง	ครู (คศ.1)

