



การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



กฤษฎี เพ็ชรมาก

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 "

ของ กฤษฎี เพ็ญมาก

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

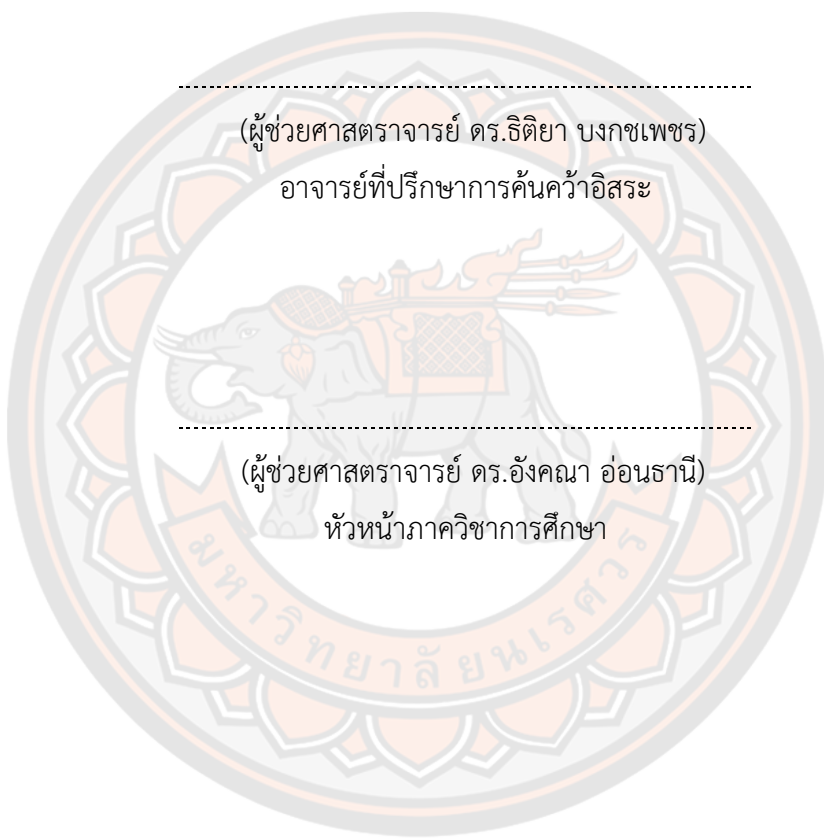
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รติยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	กฤษฎี เพียรมาก
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน, ความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์, มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 25 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์ด้านเนื้อหา และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้แก่ ค่าเฉลี่ย และ ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ ครูเลือกนำเสนอปรากฏการณ์ที่มีบริบทหรือสถานการณ์ใกล้ตัวกับนักเรียน ไม่ซับซ้อนจนเกินไป ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันวิพากษ์และอธิบายถึงปรากฏการณ์นั้นด้วยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ จากแหล่งข้อมูลที่นำเสนอเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์และให้เหตุผลจากหลักความจริงทางวิทยาศาสตร์ ที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง 2) นักเรียนแสดงสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมาคือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 36.80 และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

คิดเป็นร้อยละ 24.40 ตามลำดับ



Title PHENOMENON-BASED LEARNING MANAGEMENT FOR
DEVELOPING SCIENTIFIC LITERACY ON HUMAN AND
CLIMATE CHANGE OF GRADE 7 STUDENTS

Author Krit Phianmak

Advisor Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan
University, 2022

Keywords Phenomenon-Based Learning, Scientific Literacy, Human
and Climate Change

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to study the learning management of phenomenon-based learning (PhBL) for enhancing scientific literacy of humans and climate change and 2) to study the development of scientific literacy after implementing phenomenon-based learning. This research was Classroom Action Research. The participants were 25 students in grade 7 from an opportunity expansion schools in Tak province in the second semester of academic year 2021. The research instruments consisted of three PhBL lesson plans, a reflective learning management form, a worksheet, and a scientific literacy test. The data were analyzed by using both qualitative and quantitative data analysis, which included mean, percentage and content analysis. For the results of the study, 1) the effective implementation of phenomenon-based learning could enhance scientific literacy in humans and climate change was described as follows: Teachers choose to present phenomena that have contexts or situations close to the students. not too complicated Use questions to encourage learners to make connections. Give students the opportunity to critique and explain that phenomenon with scientific data. From reliable sources to enable students to think critically and reason from scientific truth. who have an understanding of natural phenomena and can be applied in practice 2) The students demonstrated the highest level of competence in the evaluating and designing scientific enquiry was at 40.00 percent, followed by

competence in explaining phenomena scientifically was at 36.80 percent, and the interpreting data and evidence scientifically was at 24.40 percent, respectively.



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันและคอยให้กำลังใจผู้วิจัยให้สามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาคการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาและประสบการณ์ต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาและดำเนินการวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ ตลอดจนผู้เขียนตำราวิชาการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและอ้างอิงทุกท่าน ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ ศน.กมลพร จิตต์จำนงค์ นายศักดิ์ นรินทร์ สุกันทาที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูโรงเรียนบ้านปางสา นทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนการเก็บข้อมูลวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และชอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติมิตรและครอบครัวที่คอยให้กำลังใจสำคัญให้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วง คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ และคอยส่งเสริม สนับสนุนในทุกๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกคนที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านและหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

กฤษฎี เพียรมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ	
ประกาศคุณูปการ.....ช	
สารบัญ.....ซ	
สารบัญตาราง.....ญ	
สารบัญภาพ.....ฉ	
บทที่ 1 บทนำ.....1	
ความเป็นมาของปัญหา.....1	
คำถามการวิจัย.....7	
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....7	
ขอบเขตของงานวิจัย.....7	
นิยามศัพท์เฉพาะ.....8	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....10	
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560).....11	
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน.....16	
ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....29	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....63	
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....72	

แบบแผนการวิจัย	72
กลุ่มเป้าหมาย	73
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	74
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	75
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	92
การวิเคราะห์ข้อมูล	93
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	96
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	97
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์ เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	146
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	175
สรุปผลการวิจัย.....	175
อภิปรายผลการวิจัย.....	177
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	180
บรรณานุกรม	181
ภาคผนวก.....	187
ประวัติผู้วิจัย	252

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระกับตัวชี้วัดรายภาค	14
ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง	15
ตาราง 3 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A).....	45
ตาราง 4 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B).....	50
ตาราง 5 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C).....	57
ตาราง 6 แสดงชื่อแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	78
ตาราง 7 แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแผนการจัดการเรียนรู้.....	81
ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ.....	87
ตาราง 9 สรุปเครื่องมือวิจัย.....	95
ตาราง 10 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	111
ตาราง 11 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	131
ตาราง 12 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามขั้นการสอน.....	141
ตาราง 13 แสดงภาพรวมคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ.....	146
ตาราง 14 แสดงคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	174

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง	189
ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน	190
ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	191
ตาราง 18 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	192
ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง	194
ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน	194
ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	195
ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พายุฝนฟ้าคะนอง	196
ตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 พายุหมุนเขตร้อน	197
ตาราง 24 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	198

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 สารการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	12
ภาพ 2 กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์	30
ภาพ 3 ความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินของ PISA 2015	35
ภาพ 4 ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์	39
ภาพ 5 ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์	40
ภาพ 6 ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์	41
ภาพ 7 ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์	42
ภาพ 8 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart	73
ภาพ 9 แบบบันทึกสิ่งที่คาดว่าจะได้เรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, ใบกิจกรรมที่ 1, 22 กุมภาพันธ์ 2565)	101
ภาพ 10 แบบบันทึกสิ่งที่คาดว่าจะได้เรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มที่ 4 (G4, ใบกิจกรรมที่ 1, 22 กุมภาพันธ์ 2565)	101
ภาพ 11 โปรแกรมจำลองสถานการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง	103
ภาพ 12 การสรุปผลการดำเนินกิจกรรม ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, 22 กุมภาพันธ์ 2565)	105
ภาพ 13 แบบบันทึกประเด็นที่สนใจของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, ใบกิจกรรมที่ 2, 24 กุมภาพันธ์ 2565)	106
ภาพ 14 แบบบันทึกประเด็นที่สนใจของผู้เรียนกลุ่มที่ 4 (G4, ใบกิจกรรมที่ 2, 24 กุมภาพันธ์ 2565)	106
ภาพ 15 การนำเสนอ Mind Mapping ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, 16 มีนาคม 2565)	109

ภาพ 16 การตอบข้อซักถามผ่านการอธิบายของนักเรียนของผู้เรียนกลุ่มที่ 3 (G3, 16 มีนาคม 2565).....	110
ภาพ 17 การดำเนินกิจกรรมการทดลอง พายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2,17 กุมภาพันธ์ 2565).....	118
ภาพ 18 ผู้วิจัยบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดพายุหมุน ในกิจกรรมการทดลอง	119
ภาพ 19 แบบบันทึกผลการทำกิจกรรม เรื่องพายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร ตอนที่ 2 ของผู้เรียนกลุ่มที่ 3 (G3,17 มีนาคม 2565).....	119
ภาพ 20 แบบบันทึกประเด็นที่สนใจของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, 17 มีนาคม 2565)	122
ภาพ 21 แบบบันทึกประเด็นที่สนใจของผู้เรียนกลุ่มที่ 4 (G4, 17 มีนาคม 2565).....	123
ภาพ 22 ภาพตัวอย่างการเขียน Mind Mapping.....	126
ภาพ 23 Mind Mapping เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน.....	129
ภาพ 24 Mind Mapping เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน.....	129
ภาพ 25 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	147
ภาพ 26 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง.....	147
ภาพ 27 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	148
ภาพ 28 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ฟ้าผ่าในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้	148

ภาพ 29 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้และนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้	149
ภาพ 30 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบสภาพอากาศจากสถานการณ์ที่กำหนดให้.....	149
ภาพ 31 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนำเสนอภาพอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้	150
ภาพ 32 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการสร้างคำอธิบายการเกิดพายุหมุนเขตร้อน	151
ภาพ 33 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการสร้างแบบจำลองการเกิดพายุหมุนเขตร้อนและสามารถระบุถึงองค์ประกอบของการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้.....	152
ภาพ 34 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการพยากรณ์ระดับความรุนแรงของพายุโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล.....	152
ภาพ 35 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนักเรียนสามารถเสนอสมมติฐานการเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อนโดยใช้เกณฑ์แหล่งกำเนิดได้อย่างสมเหตุสมผลครบถ้วน	153
ภาพ 36 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้ถูกต้องและนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุหมุนเขตร้อน	153
ภาพ 37 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนำเสนอหลักเกณฑ์พื้นฐานของพายุหมุนเขตร้อนได้และบอกถึงระดับความรุนแรงด้วยการระบุความเร็วลมสูงสุด.....	154
ภาพ 38 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการระบุความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนจากเกณฑ์พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิก	154
ภาพ 39 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนักเรียนสามารถเสนอแบบจำลองการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	155

ภาพ 40 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมนักเรียนสามารถเสนอแบบจำลองการเกิด พายุ หมุนเขตร้อน.....	155
ภาพ 41 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบกระบวนการเกิด พายุว่ามีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร จำแนกประเภท และลงข้อสรุปกล่าวถึง ความรุนแรงของพายุโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	156
ภาพ 42 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมความสามารถสร้างข้อสันนิษฐานถึงการได้รับ ผลกระทบของพายุหมุนเขตร้อน โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนได้.....	157
ภาพ 43 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและ ระบุถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	158
ภาพ 44 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายถึงองค์ประกอบใน แบบจำลองและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับภาวะโลกร้อน.....	159
ภาพ 45 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่จะ เกิดขึ้นและอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อภาวะโลกร้อนได้.....	159
ภาพ 46 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องกันระหว่างก๊าซ เรือนกระจกกับภาวะโลกร้อน เพื่ออธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก.....	160
ภาพ 47 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการภาวะโลกร้อน และแนวทางการปฏิบัติตน โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านต่างๆ มาลดผลที่เกิด จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	161
ภาพ 48 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์การ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	162
ภาพ 49 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์การ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบได้.....	162
ภาพ 50 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ ปัจจัยจาก การกระทำของมนุษย์ต่อภาวะโลกร้อนอย่างง่ายได้ โดยแสดงถึงขั้นตอนการสำรวจ ผลกระทบและวิธีแก้ไขที่ชัดเจน.....	163

ภาพ 51 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการประเมินวิธีการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ที่กำหนดให้ โดยให้เหตุผลด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	164
ภาพ 52 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการนักเรียนสามารถอธิบายถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูลจากเหตุการณ์ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน.....	165
ภาพ 53 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการแปลงข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิง คุณภาพที่มาจากสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขจำกัด แล้วนำเสนอ ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ระบอบองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจก	166
ภาพ 54 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล จาก สถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ระบุถึงความสัมพันธ์ของ CO ₂ กับ อุณหภูมิ และลงข้อสรุป ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น.....	166
ภาพ 55 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการสร้างข้อสันนิษฐาน เพื่ออธิบายเหตุการณ์ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกโดยนำเสนอข้อมูลด้านจำนวนประชากรและความ ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า	167
ภาพ 56 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการแยกแยะข้อโต้แย้ง ระหว่างการปั่นจักรยาน ไปให้อาหารโค กับ การเลี้ยงโคในฟาร์มขนาดใหญ่ โดยระบุเหตุผลสนับสนุนการแยกแยะ จากข้อมูลในเหตุการณ์ ภายใต้เงื่อนไขจำกัด	167
ภาพ 57 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการประเมินข้อโต้แย้ง และประจักษ์พยานโดย ใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับ ภาวะโลกร้อน ภาวะเรือนกระจก และการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้น.....	168
ภาพ 58 แสดงตัวอย่างคำตอบการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ ได้ถูกต้องทุกข้อคำถาม	169
ภาพ 59 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ผู้เรียนไม่สามารถเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายได้	169

ภาพ 60 แสดงตัวอย่างคำตอบการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	170
ภาพ 61 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ผู้เรียนไม่สามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถาม ใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	171
ภาพ 62 แสดงตัวอย่างคำตอบการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยาน จากแหล่งที่มาที่หลากหลาย ได้ถูกต้องทุกข้อคำถาม.....	172
ภาพ 63 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ผู้เรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่ง ไปสู่รูปแบบอื่น	173



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

สถานการณ์และบริบทแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อการพัฒนาการศึกษาของประเทศ ทั้งด้านความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัลแบบก้าวกระโดดที่ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาค และโลก การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรไปสู่สังคมสูงวัย และทักษะของประชากรในศตวรรษที่ 21 ที่ทั่วโลกต่างต้องเผชิญกับความท้าทายและมุ่งพัฒนาประเทศไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมยุค 4.0 (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579, 2560 : หน้า ค.) ซึ่งการพัฒนาและเพิ่มศักยภาพทุนมนุษย์ของประเทศด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญในการพัฒนาให้ประชาชนคนไทยทุกคน พัฒนาทั้งทางร่างกาย จิตใจ ความรู้ ความสามารถ ทักษะการประกอบอาชีพ และมีความมั่นคงในการดำรงชีวิต สร้างแรงจูงใจให้เด็กและเยาวชนสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ สร้างเส้นทางอาชีพ การยอมรับ และตลาดรองรับวิชาชีพนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นรากฐานในการยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2555-2564) อีกทั้งนโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการให้ความสำคัญกับประเด็นคุณภาพและประสิทธิภาพในทุกมิติ ทั้งผู้เรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา ในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ เกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการ Active Learning เพื่อพัฒนากระบวนการคิด การเรียนจากประสบการณ์จริงหรือจากสถานการณ์จำลองผ่านการลงมือปฏิบัติ และเปิดโลกทัศน์มุมมองร่วมกันของผู้เรียนและครูด้วยการจัดการเรียนการสอนในเชิงแสดงความคิดเห็นให้มากขึ้น มุ่งปรับปรุงระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อยกระดับคุณภาพของการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมสู่ศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ : 2562) และตามแผนการศึกษาแห่งชาตินั้นกล่าวว่า ด้านคุณภาพการศึกษา ผลการพัฒนายังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาก และต่ำกว่าหลายประเทศในแถบเอเชีย คุณภาพของกำลังแรงงานอายุ 15 ปีขึ้นไปยังมีสมรรถนะหรือคุณลักษณะอื่นๆที่ไม่ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนและกำลังแรงงานที่มีทักษะและคุณลักษณะที่พร้อมตอบสนองต่อความต้องการของภาคส่วนต่างๆ ในด้านเป้าหมายของการจัดการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติ หนึ่งในเป้าหมายที่สำคัญ คือ ระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพ และหนึ่งในตัวชี้วัดนั้น คือ การเพิ่มคะแนนเฉลี่ยผลการ

ทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ของนักเรียนอายุ 15 ปีสูงขึ้น (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579) สอดคล้องกับผลการประเมิน PISA จากการวิเคราะห์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมการทดสอบ พบว่าคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2018 พบว่าผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 426 – 436 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งนักเรียนไทยเกือบครึ่ง (44%) มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงระดับ 2 (ระดับพื้นฐาน) (ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์, สสวท., OECD, 2564) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนสามารถพัฒนาทักษะ เสริมสร้างศักยภาพ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศนั้น จำเป็นจะต้องยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้ได้มาตรฐานในระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนจะต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลให้มีคุณภาพ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อมและได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมกับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (พิกรี กี่โร : 2561)

การส่งเสริมผู้เรียนให้มีความพร้อมและได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสม มีความรู้ มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นเครื่องมือสำคัญ ในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือการทำให้นักเรียนทุกคนมีการรู้วิทยาศาสตร์หรือความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (สสวท., 2562) ในปี ค.ศ. 2018 องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) ได้ให้นิยามของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า “ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ” บุคคลที่ได้ชื่อว่าฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) ประกอบด้วย การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) (PISA THAILAND, 2563)

นอกจากผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะจัดการเรียนการสอนในหน่วยที่ 6

กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ บทที่ 2 มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 28 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับ 2 และเมื่อวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้และใบงานแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน และนักเรียนยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบได้อย่างแน่ชัด จึงทำให้ไม่สามารถนำเสนอแนวทางในการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยจากพายุฝนฟ้าคะนองหรือพายุหมุนเขตร้อนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และอภิปรายข้อมูลภูมิอากาศจากประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น แผนที่อากาศ ภาพถ่ายทางดาวเทียม หรือแผนภูมิความกดอากาศได้ แต่นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การเกิดภาวะโลกร้อน นักเรียนสามารถบอกถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้แต่ยังขาดทักษะในด้านการวิเคราะห์ ข้อมูลแผนภาพที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการเกิดภาวะโลกร้อนได้ จึงชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านเพียงบางส่วน สอดคล้องกับการค้นคว้าอิสระและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วน นักเรียนไม่สามารถออกแบบการทดลอง ตั้งสมมติฐานและวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อแปลผลและอภิปรายผลได้ และยังไม่สามารถประเมินเลือกใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์จำลองได้ถูกต้อง และงานวิจัยของ ภูรินทร์ แดงน้อย (2559) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้และมีปัญหาด้านการตั้งสมมติฐาน รวมทั้งการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ และยังมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศได้ ซึ่งถือเป็นหัวข้อสำคัญของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2555, น.16) ทำให้เราเข้าใจสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมคือวิทยาศาสตร์ เอิร์น มาซ นักฟิสิกส์และนักปรัชญาชาวอเมริกัน ได้กล่าวไว้ว่า “หากมนุษย์ปราศจากความรู้และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เราก็คงกลายเป็นคนแปลกหน้า และสิ่งแปลกปลอมของโลกที่แวดล้อมเราอยู่ไม่ว่าจะอยู่ในยุคอุตสาหกรรมหรืออยู่ท่ามกลางธรรมชาติ ก็ตาม” (สุทธิดา จำรัส, 2555: ออนไลน์) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว (ภูรินทร์ แดงน้อย, 2559) จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ อีกทั้งผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ยังแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 ได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ

วิธีการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่เน้นการสอนเนื้อหาตามตัวชี้วัด ใช้กระบวนการท่องจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์และให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะนำ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับไปปรับประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน สังเกตได้จากการสอบวัดความสามารถเพื่อเข้าศึกษาต่อ รูปแบบข้อสอบส่วนใหญ่เป็นข้อสอบเลือกตอบที่เน้นกระบวนการท่องจำเนื้อหาสาระสำคัญ จึงเป็นผลให้ครูผู้สอนและนักเรียนหาวิธีการหรือแนวทางในการจดจำเนื้อหาสาระมากขึ้นจนละเลยการส่งเสริมให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้รับมาเชื่อมโยงเข้ากับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (สสวท., 2561 อ้างถึงใน พิมพ์ลอย ตามตระกูล, 2564) ซึ่งปรัชญาวิทยาศาสตร์ กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการของการหาความรู้” (Science as a process of enquiry) ดังนั้นการเรียนการสอนจึงควรเน้นกระบวนการเป็นหัวใจสำคัญ ให้ผู้เรียนได้หาความรู้โดยตรงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การตั้งปัญหาสมมติฐาน ออกแบบการเก็บข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน การสรุป และสร้างแนวคิดหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้ซึมซับวิธีการทำงาน และวิธีการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ปลูกฝังให้นักเรียนเป็นผู้อยากรู้อยากเห็นทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ ในการนี้ผู้เรียนจะได้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ และความรู้และทักษะในกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ นั้น รวมทั้งได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วย (การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย;สสวท., 2555) การปรับเปลี่ยนการสอนโดยมุ่งเสริมสร้างให้ผู้เรียนมี “สมรรถนะ (Competency)” ที่จำเป็น เพื่อที่จะสามารถเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้นอกเหนือจากการทำข้อสอบในห้องเรียน เพราะการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ไม่สามารถใช้เพียงความรู้ที่จดจำได้จากการเรียนในชั้นเรียนเท่านั้น แต่ยังต้องอาศัยสมรรถนะและความสามารถในการหาเผชิญหน้าและแก้ไขปัญหาที่ไม่เคยพบเจอมาก่อนด้วย (สสวท., 2564) จากการเข้าร่วมอบรมการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามโครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ของผู้วิจัย ทำให้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ให้กับผู้เรียน และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการจัดการเรียนการสอนในอนาคต

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต เมื่อผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (scientifically literate person) แล้ว จะสามารถรับรู้ ดำเนินชีวิต และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิด จากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีความรู้ความเข้าใจ (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2561) การรู้วิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิพากษ์และอธิบายถึงปรากฏการณ์นั้นด้วยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์และให้เหตุผลจากหลักความจริงทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีความ

เข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง (วัธน วัฒนากุล, 2557 น. 20) และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติยังสอดคล้องกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (Sampson and Gleim, 2009) อีกด้วย

จากการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสาระความรู้ (Core content) และทักษะการเรียนรู้ (Learning skill) เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ ความถนัด และพัฒนาไปตามความสามารถของตน บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้ความสำคัญกับ การเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีกับบริบทชีวิตจริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon based learning : PhBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบพหุวิทยาการ โดยมุ่งเน้นการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนผ่านกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างสรรค์ชิ้นงานตามความสนใจของผู้เรียนเพื่อพัฒนาทักษะ โดยผู้เรียนมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ในตนเองของผู้เรียนโดยใช้ความรู้สาระวิชาต่างๆ มาบูรณาการผ่านกระบวนการคิด และกระบวนการทางปัญญา ให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นำไปสู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทำให้ได้องค์ความรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน (Mattila & Silander, 2015 อ้างถึงใน ตะวัน ไชยวรรณ, 2564) สอดคล้องกับ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานและการเรียนเชิงรุกสามารถช่วยเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ในระหว่างกระบวนการเรียนผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ รวมทั้งยังช่วยจูงใจให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้และกลายเป็นผู้เรียนเชิงรุก (Active learner) (Nielsen & Davies, n.d.) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon based learning : PhBL) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ที่สนใจ (Biesta, 2012) ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน การศึกษาปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงในลักษณะองค์รวม สิ่งสำคัญที่สุดของกระบวนการเรียนรู้ คือความคิดริเริ่มและความถูกต้อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับบทบาทของผู้เรียนในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ ตรงกันข้ามกับการเรียนรู้แบบเดิมซึ่งบทบาทของนักเรียนเป็นแบบพาสซีฟ และขึ้นอยู่กับกาท่องจำวิชา การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทำงานร่วมกันโดยมีจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาและการตอบคำถาม (Blogger, 2018; Silander, 2015; Zhukov, 2016) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวกับผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติ เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นำไปสู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทำให้ได้องค์ความรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน และสามารถนำไป

ประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ให้มีความสามารถในการสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งในการดำเนินชีวิต ผู้เรียนต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก ผู้เรียนจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ บริบทหรือใกล้เคียงกับนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน รวมไปถึงการประเมินผู้เรียนในรูปแบบที่หลากหลาย (วริศรา เมืองจันทร์, 2562) การแนะนำสื่อที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้และส่งเสริมให้เลือกสื่อที่เหมาะสมกับข้อมูลในการนำมาอธิบายปรากฏการณ์ ควรทบทวนและกำหนดประเด็นนำเสนอให้ชัดเจน สามารถช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงไปสู่การอธิบายต่อปรากฏการณ์หลักได้ดี และยังพบอีกว่านักเรียนที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์มีแนวโน้มในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนและการพูดเพิ่มขึ้นหลังจากมีการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน (เกตนัสสิรี สุวรรณ์, 2563) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานโดยภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด (พงษ์สิทธิ์ สิงห์อินทร์, 2563) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิพากษ์และอธิบายถึงปรากฏการณ์นั้นด้วยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์และให้เหตุผลจากหลักความจริงทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง (วัฒน์ วัฒนากุล, 2557 น.20)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ รวมถึงสามารถวางแผนแนวทางการหาคำตอบในบริบทของชีวิตจริง เพื่อสร้างองค์ความรู้ในมุมมองต่าง ๆ และมีความเข้าใจโลกในยุคสมัยใหม่อย่างลึกซึ้ง

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรเป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้หรือไม่อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตของงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขอบเขตของงานวิจัยออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ขอบเขตด้านเนื้อหา ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ บทที่ 2 เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จำนวน 12 ชั่วโมง จำนวน 3 แผน ได้แก่ 1) พายุฝนฟ้าคะนอง 2) พายุหมุนเขตร้อน 3) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 25 คน จำนวน 1 ห้อง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

- 1) แนวทางรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
- 2) ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ หนึ่งในองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 3 สมรรถนะ ดังนี้

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึงความสามารถในการนำความรู้เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สามารถระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายนักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ และนักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ สามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ รวมถึงนักเรียนสามารถบรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น รวมถึงสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึงแบบวัดที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นตามกรอบการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 ประกอบด้วยข้อสอบ 3 รูปแบบ คือ 1) แบบเลือกตอบ 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และ 3) แบบเขียนตอบ โดยวัดพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สมรรถนะ

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

มุ่งเน้นการบูรณาการของเนื้อหาสาระวิชาที่หลากหลายและเป็นประเด็นหัวข้อเดียวกัน เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนใช้ข้อเท็จจริงและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตามแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจ ถึงปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างลึกซึ้ง ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศ ได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานตามแนวทางของ ตะวัน ไชยวรรณ (2564) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ

ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยสถานการณ์สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาและ ระดับของผู้เรียน โดยอาจจะสามารถอธิบายจากประสบการณ์ของผู้เรียนได้ทั้งหมดหรือบางส่วน และ นำเข้าสู่กิจกรรมด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามแต่ละแผน เช่น การดูภาพข่าวเหตุการณ์ คลิปวิดีโอ ปรากฏการณ์ หรือ สถานการณ์ ที่เป็นบริบทใกล้ตัวของผู้เรียน

ขั้นที่ 2. วิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์ของบทเรียน

ผู้เรียนวิเคราะห์ตนเองว่าจะได้ความรู้อะไรจากการเรียน และนำความรู้ที่ได้ไป ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องในบริบทอื่นได้อย่างไร ผู้สอนจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค กลยุทธ์การสอน เช่น การบรรยาย การใช้สื่อการสอน หรือการทดลอง เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน เข้าใจปรากฏการณ์ที่น่าสนใจและสามารถวิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์ของบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้เรียนมีส่วนร่วมวางแผนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยร่วมกันกำหนดขั้นตอน และ วิธีการหาคำตอบ โดยดำเนินการศึกษาค้นคว้ารายกลุ่ม ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ร่วมกันอภิปรายและตั้งคำถามเพื่อเป็นประเด็นในการหาคำตอบ ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่สังเกต ช่วยกันวางแผนดำเนินกิจกรรม การ เรียนรู้ กำหนดขั้นตอนและวิธีการหาคำตอบ เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่นำไปสู่การลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป

ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้าหาคำตอบมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และ สังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ นำไปสู่การลงข้อสรุป

ขั้นที่ 5. ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย

ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริงผ่านการนำเสนอปากเปล่า การ เขียนคำอธิบาย เพื่อสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ รวมถึงผู้เรียนสามารถนำกระบวนการหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลจากกิจกรรมการเรียนรู้ไป ประยุกต์ใช้สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)
 - 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561)
 - 1.2 การวิเคราะห์หลักสูตร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
 - 2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
 - 2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
 - 2.3 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
 - 2.4 บทบาทผู้สอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
 - 2.5 บทบาทผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
 - 2.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
 - 2.7 การประเมินผลจากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
3. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 3.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ลักษณะข้อสอบสำหรับวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 3.5 การประเมินความฉลาดรู้
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยภายในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 มาใช้เป็นกรอบและทิศทางการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ความสามารถ ทักษะ กระบวนการ และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจสภาพที่เป็นอยู่และการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์และสาระเทคโนโลยี ให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมต่อการจัดการศึกษาเพื่อคนไทยทั้งประเทศ

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคน

จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและ เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ อวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการ เรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระ การเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการ ดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหา แต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการ ค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้



ภาพ 1 สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 การวิเคราะห์หลักสูตร

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

รายวิชา วิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา ว21102 กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนเวลาเรียน 60 ชั่วโมง / ภาค จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์
1) คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร การถ่ายโอนความร้อน ลมฟ้าอากาศรอบตัว มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.1/9 ม.1/10

ว 2.2 ม.1/1

ว 2.3 ม.1/1 ม.1/2 ม.1/3 ม.1/4 ม.1/5 ม.1/6 ม.1/7

ว 3.2 ม.1/1 ม.1/2 ม.1/3 ม.1/4 ม.1/5 ม.1/6 ม.1/7

รวมทั้งหมด 17 ตัวชี้วัด

2) หน่วยการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชาตามหลักสูตรสถานศึกษาได้มีการกำหนดโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา ว 21102 ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานความร้อน และ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

จากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ บทที่ 2 มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ประกอบด้วย เนื้อหาเรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ รวมถึงสามารถวางแผนแนวทางการหาคำตอบในบริบทของชีวิตจริง ตลอดจนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างองค์ความรู้ในมุมมองต่าง ๆ และมีความเข้าใจโลกในยุคสมัยใหม่อย่างลึกซึ้ง

3. การวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

ในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระกับตัวชี้วัดรายภาคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังแสดงในตาราง 1 และความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระกับตัวชี้วัดรายภาค

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระ	ตัวชี้วัดรายภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ม.1/3 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย ม.1/4 อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ ม.1/6 อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ม.1/7 ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดรายภาค	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	
มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/3 เปรียบเทียบ กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย	- พายุหมุนเขตร้อนเกิดเหนือนมหาสมุทรหรือทะเล ที่น้ำมีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 26-27 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ทำให้อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงบริเวณนั้นเคลื่อนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นบริเวณกว้าง อากาศจากบริเวณอื่นเคลื่อนเข้ามาแทนที่และพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางของพายุ ยิ่งใกล้ศูนย์กลาง อากาศจะเคลื่อนที่พัดเวียนเกือบเป็นวงกลมและมีอัตราเร็วสูงที่สุด พายุหมุนเขตร้อนทำให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง ฝนตกหนัก ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงควรปฏิบัติตนให้ปลอดภัยโดยติดตามข่าวสาร การพยากรณ์อากาศ และไม่เข้าไปอยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงภัย
ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/4 อธิบายการ พยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้	- การพยากรณ์อากาศเป็นการคาดการณ์ลมฟ้าอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยมีการตรวจวัดองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศระหว่างพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างคำพยากรณ์อากาศ
ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ	- การพยากรณ์อากาศสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคม การเกษตร การป้องกัน และเฝ้าระวังภัยพิบัติ ทางธรรมชาติ

ตาราง 2 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดรายภาค	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/6 อธิบาย สถานการณ์และผลกระทบการ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้	- ภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดย ปัจจัยทางธรรมชาติ แต่ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากกิจกรรมของ มนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุด ได้แก่ แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักรคาร์บอน
ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/7 ตระหนักถึง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนว ทางการปฏิบัติตนภายใต้การ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	- การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกก่อให้เกิดผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การหลอมเหลวของ น้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับทะเล การ เปลี่ยนแปลงวัฏจักรน้ำ การเกิดโรคอุบัติใหม่และอุบัติ ซ้ำ และการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น มนุษย์จึงควรเรียนรู้แนวทางการปฏิบัติตนภายใต้ สถานการณ์ดังกล่าว ทั้งแนวทางการปฏิบัติตนให้ เหมาะสมและแนวทางการลดกิจกรรมที่ส่งผลต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based learning) โดยกล่าวถึง ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน บทบาทผู้สอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน บทบาทผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และการประเมินผลจากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเรียนรู้ผ่านสถานการณ์

บริบท หรือ ปรากฏการณ์ใกล้ตัวของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ และลงมือหาคำตอบ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีสร้างองค์ความรู้ในตนเองภายใต้ปรากฏการณ์ตามสภาพจริง (Authentic phenomena) โดยประเทศฟินแลนด์ซึ่งเป็นผู้นำทางด้านการศึกษามีผลคะแนนสูงสุด ตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) เป็นผู้พัฒนาและทดลองใช้ในระดับปฐมวัย ประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ไว้ดังนี้

ตะวัน ไชยวรรณ (2564) กล่าวว่า ฟินแลนด์เป็นประเทศเริ่มแรกของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่ได้ผ่าน การพัฒนาและทดลองใช้ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อยกระดับการเรียนการสอนในระดับปฐมวัย ประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 (Halinen, 2018) มุ่งเน้นการสร้างองค์ความรู้ในตนเองของผู้เรียน ผ่านกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างสรรค์ชิ้นงานตามความสนใจของผู้เรียน พัฒนาทักษะหลักและทักษะทางสังคม โดยผู้เรียนมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น โดยใช้ความรู้สาระวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการผ่านกระบวนการคิด (thinking processes) และกระบวนการทางปัญญา (cognitive processes) ให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นำไปสู่ความ เข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทำให้ได้องค์ความรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน (Mattila & Silander, 2015; Butkatunyoo, 2018)

เกตนัสรี สุวรรณ์ (2564) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน มีการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนของประเทศฟินแลนด์ โดยเน้นให้ผู้เรียนมีการศึกษาปรากฏการณ์ และศึกษาจากสภาพจริง มีการดำเนินการสืบเสาะหาคำตอบโดยใช้ความรู้จากหลายองค์ความรู้เน้นการเรียนแบบบูรณาการข้ามสาระวิชาและเหมาะสมในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

ทณธร จัยสวัสดิ์ (2564) กล่าวว่า ความน่าสนใจของระบบการศึกษาของประเทศฟินแลนด์ในฐานะประเทศที่เป็นผู้นำทางการศึกษา ได้เริ่มต้นขึ้นจากการเป็นประเทศที่มีผลคะแนนสูงสุดในการสอบระดับนานาชาติของ The OECD's Programme for International Student Assessment (PISA) ที่ประเมินสมรรถนะของนักเรียนอายุ 15 ปี ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดย Sahlberg (2011) ระบุเหตุผลที่เป็นเบื้องหลังความสำเร็จในหนังสือ “บทเรียนฟินแลนด์” ได้แก่ (1) ประเทศฟินแลนด์มีการจัดการศึกษาภาคบังคับ 9 ปี เด็กทุกคนในประเทศได้รับโอกาสทางการศึกษาอย่างเท่าเทียมกัน (2) อาชีพครูเป็นอาชีพที่ใฝ่ฝันของเยาวชนชาวฟินแลนด์ (3) ประเทศฟินแลนด์มีนโยบายที่เข้มแข็งด้านความรับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการศึกษา (4) ประชาชนไว้วางใจโรงเรียน และ (5) ระบบการศึกษาฟินแลนด์มีความเป็นผู้นำ ที่ยั่งยืนและความมั่นคงทางการเมือง

วรศรา เมืองจันทร์ (2563) กล่าวว่า ในประเทศฟินแลนด์ได้ปฏิรูปการศึกษาในประเทศ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ PhBL ซึ่งสิ่งที่ เปลี่ยนไปในระบบการศึกษาอย่างชัดเจน คือ

1. ในหลักสูตรของประเทศฟินแลนด์ได้มีการกำหนดให้ในหนึ่งปีการศึกษาจะต้องมีการจัดการเรียนรู้แบบ PhBL อย่างน้อย 1 ครั้ง
2. คณะครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้เข้ากับบริบทเพื่อทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันกับรายวิชาของตนเอง (Cross Curricular learning)
3. สารวิชาต่าง ๆ ยังคงแยกสอนตามรายวิชาแต่เน้นการบูรณาการระหว่างวิชามากขึ้น

ศศิณัฐ สรรคบุรานุรักษ์ (2563) ในปี 1985 ประเทศฟินแลนด์ได้มีการปฏิรูปหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับชาติขึ้น จากการปฏิรูปครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการศึกษาของประเทศฟินแลนด์เริ่มให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นอิสระ มองข้ามความเข้มข้นของเนื้อหาวิชา การเรียนรู้เพียงแคในห้องเรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญอีกต่อไป การเรียนรู้จากปรากฏการณ์จริง (Phenomenon Based Learning : PhenoBL หรือ PhBL) ได้ถูกบรรจุในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศฟินแลนด์อย่างเป็นทางการ เป็นการเรียนรู้ด้วยองค์รวมเพื่อส่งเสริมเป้าหมายทางการศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้ด้วยสหวิทยาการต้องอาศัยความรู้จากสาขาวิชาที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของแนวคิดพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) เป็นการบูรณาการระหว่างรายวิชา เป็นการเรียนรู้ที่สามารถชี้ให้เห็นว่าปรากฏการณ์เดียวกันสามารถตีความได้จากพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้และประสบการณ์อย่างเต็มที่ ตั้งคำถามและค้นหาคำตอบอย่างกระตือรือร้นบูรณาการความรู้จากปรากฏการณ์ที่ได้เรียนรู้และสรุปผล ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญอย่างแท้จริง เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้สนใจนำไปปรับประยุกต์ใช้ต่อไป

อรพรรณ บุตรกัตถัญญ (2561) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นแนวคิดของประเทศฟินแลนด์หลังปฏิรูปการศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016-2017 โดยนำปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงให้ผู้เรียนสังเกตด้วยมุมมองที่หลากหลาย ตั้งคำถามหรือกำหนด ปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบและแก้ปัญหาด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงการจากฐานแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ในตนเองและการบูรณาการ สหวิทยาการ ขยายขอบเขตการเรียนรู้ไปสู่นอกห้องเรียนและโลกอินเทอร์เน็ตผสมผสานการใช้เทคโนโลยี การใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านและการใช้แฟ้มสะสมงาน มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่ศึกษากับศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในยุคดิจิทัลพัฒนาไปสู่การเป็นผู้สร้างความรู้และผู้สร้างสรรค์นวัตกรรม

จากการศึกษาที่มาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน พบว่าในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน มุ่งเน้นการสร้างองค์ความรู้ในตนเองของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นอิสระ กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้และประสบการณ์อย่างเต็มที่

เรียนรู้จากปรากฏการณ์ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของแนวคิดพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) เน้นให้ผู้เรียนมีการศึกษาปรากฏการณ์และศึกษาจากสภาพจริง ใช้ความรู้จากหลายองค์ความรู้ บูรณาการความรู้จากปรากฏการณ์ที่ได้เรียนรู้ ผ่านกระบวนการคิด ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบและแก้ปัญหาการลงมือปฏิบัติ สร้างสรรค์ชิ้นงานตามความสนใจของผู้เรียน และสรุปผล ผู้สอนจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้เข้ากับบริบทเพื่อทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันกับรายวิชาของตนเอง (Cross Curricular learning) เป็นการบูรณาการระหว่างรายวิชา ให้ผู้เรียนสังเกตด้วยมุมมองที่หลากหลาย

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

คำว่า “ปรากฏการณ์” หรือ “Phenomenon” มีรากศัพท์มาจากคำว่า ปรากฏ + การณ์ ซึ่งตามราชบัณฑิตยสถาน ให้ความหมายว่า ปรากฏการณ์ [ปรากฏกาน, ปรากฏตะกาน] น. คือ การสำแดงออกมาให้เห็น ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน มีนักการศึกษาให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ ดังนี้

Mattila & Silander (2015) ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนรู้แบบองค์รวมนำ ปรากฏการณ์ของโลกแห่งความจริงเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ซึ่งปรากฏการณ์ที่ใช้จะต้องมีความ สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะจากการศึกษา ปรากฏการณ์แบบสหวิทยาการภายใต้บริบทที่เชื่อมโยงกัน

Symeonidis & Schwarz (2016) ให้ความหมายว่า เป็นการสอนแบบบูรณาการหลายสาระวิชาและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างวิธีหาคำตอบจากปรากฏการณ์ที่ศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนแบบสหวิทยาการช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทฤษฎี องค์ความรู้ใหม่ และเข้าใจปรากฏการณ์ในชีวิตจริง

Daehler & Folsom (2016) ให้ความหมายว่า เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความรู้ และทักษะรวมยอดของแต่ละศาสตร์ ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้ใหม่จากการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างมีเหตุผล ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและมีความหมาย

Mahavijit (2017) ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียน มีโอกาสศึกษาและพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือประเด็นที่สนใจแบบองค์รวม ไม่มีการเรียนเนื้อหาสาระแยกรายวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจเชื่อมโยงกับบริบทชีวิตจริง

Butkatunyoo (2018) ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนที่เริ่มด้วยปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง นำไปสู่การเรียนรู้แบบสหวิทยาการในมุมมองที่หลากหลาย โดยใช้เทคนิควิธีการ และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนข้ามศาสตร์วิชาภายใต้บริบทที่สัมพันธ์ กับชีวิตจริง

Nuora & Väliisaari (2019) ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนรู้แบบสหวิทยาการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของโลกแห่งความจริงในมุมมองที่หลากหลาย เน้นกระบวนการเชิงบูรณาการระหว่างสาระรายวิชาต่าง ๆ และหัวข้อประเด็นที่สนใจ

พงศธร มหาวิจิตร (2560) ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนรู้ในกลุ่มพหุวิทยาแบบ Topical learning (Topic-based learning) และ Thematic learning (Theme-based learning) ที่เน้นให้ผู้เรียนศึกษาหัวข้อหรือหัวเรื่องแบบองค์รวมมากกว่าแบ่งแยกเป็นรายวิชาเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง และสร้างทักษะการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

สรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การนำปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นกระตุ้นความสนใจ นำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ การสำรวจด้วยมุมมองที่หลากหลายในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยใช้เทคนิควิธีการและเครื่องมือต่าง ๆ เชื่อมโยงระหว่างสาระวิชา เพื่อสร้างความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียนจากการศึกษาข้ามพรมแดนระหว่างวิชาภายใต้บริบทที่เชื่อมโยงกันเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ของผู้เรียน

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีลักษณะเน้นการสอนแบบบูรณาการ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเป็นประเด็นองค์รวมไม่มีการแยกรายวิชา (Thematic learning) ภายใต้กรอบแนวคิดหลักที่ว่าผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผ่านการศึกษาปรากฏการณ์ตามสภาพจริงด้วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นโมดูล มีการสอน แบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student center) รวมถึงการสอดแทรกกิจกรรมในบริบทของการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Cooperative problem-solving) ภายใต้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Socio-constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้เชิงวัฒนธรรมสังคม (Socio-cultural learning theory) พงศธร มหาวิจิตร (2560) เพื่อให้ผู้เรียนรู้แนวคิดทฤษฎี เนื้อหาใหม่ผ่านการเชื่อมโยงสถานการณ์กับปรากฏการณ์จริง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จะเริ่มต้นด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในโลกความเป็นจริง ตามด้วยการตั้งคำถามโดยผู้เรียน ประกอบด้วยมิติ 5 มิติ (Mattila & Silander, 2015) คือ

1. ความเป็นองค์รวม (Holisticity)

การเรียนรู้แบบบูรณาการใช้ความรู้ข้ามศาสตร์กับประเด็นที่สนใจอย่างเป็นธรรมชาติ หรือเรียกได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีรูปแบบสหวิทยาการที่เน้นให้ผู้เรียน

เข้าใจสถานการณ์และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพความเป็นจริง โดยไม่มีการแบ่งเนื้อหาตามรายวิชา เหมือนกันการจัดเรียนรู้ทั่วไป

2. สอดคล้องกับบริบท (Contextuality)

การเรียนรู้ของผู้เรียนต้องสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาหรือสร้างคุณประโยชน์ที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและชุมชน ทำให้การเรียนรู้มีความหมาย ปรากฏการณ์ที่ใช้สามารถกำหนดล่วงหน้าได้ แต่ต้องมีประเด็นหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สังเกต พิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูล ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. การเรียนรู้สภาพจริง (Authenticity)

การเรียนรู้ต้องใช้สถานการณ์ปัญหาของโลกแห่งความเป็นจริงในการขับเคลื่อนกิจกรรม ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมชุมชน เรียนรู้แนวคิดทฤษฎีจากผู้เชี่ยวชาญในหลากหลายศาสตร์ เข้าใจการแก้ปัญหาชุมชนจากปราชญ์ชาวบ้าน โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เอง ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยความชำนาญและมีประสบการณ์อย่างแท้จริง

4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based inquiry learning)

การเรียนรู้เริ่มจากผู้เรียนระบุปัญหา ตั้งคำถามจากการเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย นำไปสู่การแก้ปัญหา ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาร่วมกัน ให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา

5. กระบวนการเรียนรู้ (Learning process)

การเรียนรู้มีกระบวนการพัฒนาสมมติฐานสร้างทฤษฎี ผู้เรียนสามารถวางแผน กระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ต้องเกี่ยวข้องกับบริบทของการแก้ปัญหา การเรียนรู้เชื่อมโยง กับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์จริง สามารถปรับเปลี่ยนการหาคำตอบได้ตามสถานการณ์ ตลอดเวลา การสอนเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยมีผู้สอนกระตุ้น สนับสนุน และอำนวยความสะดวกของผู้เรียน ผู้เรียนให้สามารถออกแบบแนวทางการเรียนหาคำตอบได้

Daehler & Folsom (2016) ได้เสนอแนะลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ ดังนี้

1. เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (Select an interesting phenomenon) โดยจะต้องเป็นปรากฏการณ์ที่นักเรียนให้ความสนใจ กระตุ้นความอยากรู้แก่นักเรียน และเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน

2. วิเคราะห์แผนการเรียนรู้ (Analyze the utility of your existing lessons) ครูต้องวิเคราะห์ในเนื้อหาว่านักเรียนควรจะเรียนรู้ในเรื่องใด และทำอย่างไรที่จะนำปรากฏการณ์มาเชื่อมโยงในบทเรียน และจะจัดกิจกรรมอย่างไรเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงในเนื้อหา

3. วางแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Plan a sequence of activities) ครูจะให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ที่นักเรียนสนใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและเกิดความสงสัยและอยากที่จะหาคำตอบ โดยนักเรียนจะใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้และหาคำตอบสาเหตุ และแนวทางในการแก้ปัญหา

4. วางแผนตรวจสอบความรู้ของนักเรียน (Make a plan for how you will know students have made sense of the phenomenon) ครูออกแบบให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกัน หรือนำเสนอ เพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียนและแสดงออกถึงความคิด

Kompa (2017) ได้เสนอลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน ดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยมีครูมีการตั้งประเด็นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้และลงมือปฏิบัติ

2. คำถามหรือปัญหาต้องเป็นประเด็นของการเกิดปรากฏการณ์ขึ้นจริง และนำความรู้จากหลายสาขาวิชามาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา

3. ในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องอาศัยการทำงานแบบร่วมมือ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดและช่วยกันหาแนวทางในการแก้ปัญหา

4. ในการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการวิพากษ์แสดงความคิดเห็นในหลายมุมมอง ซึ่งส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ ครูจะจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และทักษะผ่านปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และเป็นปรากฏการณ์ที่นักเรียนสนใจ ทำให้นักเรียนจะได้วิเคราะห์ วิพากษ์ และลงความเห็นได้อย่างหลากหลาย

สรุปได้ว่าลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานหรือสถานการณ์ที่ใกล้ตัว ผู้เรียนใช้วิธีการและมุมมองที่หลากหลายในการทำความเข้าใจและแก้ปัญหา ผ่านกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการสืบค้น โดยมีการบูรณาการความรู้แต่ละวิชาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง

บทบาทผู้สอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ผู้สอนแสดงบทบาทลดลงในการให้ความรู้เนื้อหาให้กับผู้เรียน แต่จะเปลี่ยนบทบาทผู้ให้คำแนะนำเนื่องจากการเรียนการสอนมีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น หากผู้สอนมีการปรับบทบาทได้อย่างถูกต้องกระบวนการสอนจะมีประสิทธิภาพสูงสุด (Lähdemäki, 2018) โดยผู้สอนจะมีบทบาท ดังนี้

1. กระตุ้นและสนับสนุนการเรียนรู้

ผู้สอนจะต้องสนับสนุนผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างเต็มที่จัดบรรยากาศการเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคล สื่อ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างกัน ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขวางขึ้น และมีความหลากหลาย นำไปสู่การเรียนรู้ที่ไม่ใช้วิธีบอกความรู้โดยตรง ส่งเสริมผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนสังเกตการณ์อยู่ตลอดเวลา เพื่ออำนวยความสะดวก อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลจากการสังเกตและประเมินตามสถานการณ์จริงมาพัฒนาแนวทางการสอนได้

2. เตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและความหลากหลาย

ผู้สอนต้องมีความสามารถในการค้นพบสิ่งที่ต้องการแท้จริงในการเข้าถึงข้อมูลของผู้เรียนให้โอกาสผู้เรียนในการศึกษา แสวงหาข้อมูล ทดลอง ใช้กระบวนการคิดกับข้อมูลที่ได้มา และสามารถ สังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากความรู้ใหม่

3. ออกแบบสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความจริง

ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้พบกับสถานการณ์จริงหรือสภาพแวดล้อมที่เหมือนจริง เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะได้เรียนรู้ วิเคราะห์ ตัดสินใจ และตรวจสอบผลของการตัดสินใจจากสถานการณ์ดังกล่าวด้วยตัวของผู้เรียนเอง เป็นการสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อม

4. เป็นนักออกแบบกระบวนการสร้างความรู้

ผู้สอนจะต้องเน้นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนได้รู้จักการสืบเสาะหาความรู้ ประสบการณ์ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนากิจกรรมการคิดของผู้เรียนให้เชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ องค์ความรู้ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่เผชิญได้

5. ไม่เป็นผู้ชี้แนะหรือออกคำสั่ง

ผู้สอนต้องสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน จัดกิจกรรมให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน เปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

บทบาทผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ สามารถสังเกตถึงประเด็นสำคัญ และค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจด้วยมุมมองแบบองค์รวม เพื่อให้ได้คำตอบอย่างมีความหมายและสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตจริง ถ้าผู้เรียนมีบทบาทที่ต้องกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Francis, Breland, Østergaard, Lieblein, & Morse, 2013; Mattila & Silander, 2015) โดยผู้เรียนจะมีบทบาท ดังนี้

1. สังเกตปรากฏการณ์ด้วยมุมมองที่หลากหลาย

ผู้เรียนร่วมกันสังเกตปรากฏการณ์ในโลกแห่งความจริงที่สนใจในมุมมองที่หลากหลาย โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีและมีการบูรณาการความรู้ข้ามสาขาวิชาอย่างเป็นธรรมชาติ นำไปสู่การอภิปราย กลุ่มสร้างประเด็นความสนใจ ปัญหา และตั้งข้อสงสัยที่เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ภายใต้ บริบทของปรากฏการณ์ที่สังเกตได้นั้น ๆ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดจะมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำประเด็นให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาทฤษฎีของบทเรียน เพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปอย่างถูกต้องเหมาะสมกับ ช่วงวัยของผู้เรียน

2. ตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจ

กลุ่มผู้เรียนร่วมกันขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ ด้วยการตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่ต้องการหาคำตอบจากปรากฏการณ์ที่สนใจ การเรียนรู้จะต้องใช้ปรากฏการณ์เป็นประเด็นตั้งต้น ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยการศึกษาที่มีการบูรณาการสาระวิชาต่าง ๆ การที่ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามได้เป็นการเริ่มต้นที่สำคัญในการดำเนินกระบวนการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

3. ลงมือศึกษาปรากฏการณ์ด้วยการสืบค้น ทดลอง ปฏิบัติ ภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ในตนเอง

ผู้เรียนศึกษาปรากฏการณ์ตามประเด็นคำถาม ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หรือการเรียนรู้โดยใช้คำถามเป็นฐาน โดยที่ผู้เรียนจะต้องทำการค้นคว้าข้อมูล อภิปรายกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการใช้องค์ความรู้ที่หลากหลาย มีการรับข้อมูลใหม่จากการค้นคว้า รวมไปถึงการลงมือปฏิบัติในบริบทจริง สามารถนำความรู้และทักษะมาประยุกต์ใช้เพื่อหาคำตอบแบบสหวิทยาการเพื่อให้เข้าใจถึงบริบทของปรากฏการณ์อย่างลึกซึ้ง โดยการสนับสนุนอำนวยความสะดวกจากผู้สอน ผ่านการสร้างสถานการณ์ สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมตามลำดับความสำคัญของเนื้อหา และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. สะท้อนคิดตามสภาพจริง

ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงจากการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ภายใต้บริบทเดิม ซึ่ง

แสดงถึงกระบวนการคิด และกระบวนการทางปัญญาของผู้เรียนที่สามารถเลือกใช้ข้อมูลหรือทักษะ ผู้เรียนมีกระบวนการปฏิบัติงานอย่างแท้จริง ถ่ายโอน นำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่าย สามารถเก็บข้อมูลจากการสำรวจ ทดลอง อภิปรายลงข้อสรุป ทำให้เกิดหลักฐานในการประเมิน เชิง ประจักษ์ มีการพัฒนาความรู้และทักษะตลอดเวลาเหมือนอยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้หรือ ชุมชนนัก ปฏิบัติ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน มุ่งเน้นการบูรณาการของเนื้อหาสาระวิชาที่ หลากหลายและเป็นประเด็นหัวข้อเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนใช้ข้อเท็จจริงและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตาม แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างลึกซึ้ง โดยได้มีนักการศึกษาเสนอ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ไว้ดังนี้

Daehler & Folsom (2016) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็น ฐานไว้ 4 ขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

1. เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (Select an Interesting Phenomenon) ปรากฏการณ์ที่ เลือกมาควร สอดคล้องกับประสบการณ์และ ระดับชั้นของผู้เรียน มีความ น่าสนใจทั้งต่อตัวครูและ นักเรียน และควรมองปรากฏการณ์เป็นเซต (Think about the Phenomena as a Set)

2. วิเคราะห์คุณค่าของบทเรียนที่มีอยู่ (Analyze the Utility of Your Existing Lessons) ครูควรพิจารณาว่า นักเรียนได้ เรียนรู้อะไรจากกิจกรรม และจะ ประยุกต์สิ่งเหล่านี้นั้นไปสู่ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างไร

3. วางลำดับกิจกรรม (Plan a Sequence of Activities) เริ่มต้นด้วยการสังเกต ปรากฏการณ์ และสนทนา อภิปรายกับนักเรียน เพื่อสำรวจแนวคิดและตั้งคำถาม กระตุ้น ให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจความเป็นไปได้ ส่งเสริมให้นักเรียนระบุสิ่งที่ อยากเรียนรู้ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ สนับสนุนให้ผู้เรียนร่วมวางแผน กิจกรรมการเรียนรู้และเพิ่มขั้นตอน การสรุป สิ่งที่เราได้เรียนรู้จาก กิจกรรมโดยอาจใช้คำถาม

4. วางแผนการตรวจสอบความ เข้าใจของผู้เรียน (Make a Plan for How You will Know Students have made Sense of the phenomenon) โดยให้นักเรียนเขียนคำอธิบาย ออกแบบสไลด์นำเสนอ สรุปในรูปแบบของโปสเตอร์ นำเสนอ ปากเปล่า หรือแสดงออกในรูปแบบ ใด รูปแบบหนึ่ง เพื่อสะท้อนว่าพวกเขามีความคิด รวบรวมและสามารถ ประยุกต์ใช้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ได้

Islakhiyah, Sutopo & Yulianti (2018) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานโดยระบุว่า ต้องมีการสร้างความสนใจนักเรียนด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ โดยนักเรียนจะนำความรู้ที่ได้จากการสังเกตมาพัฒนาและอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. สังเกตปรากฏการณ์ (Observe the phenomenon) ครูนำเสนอปรากฏการณ์เพื่อช่วยนักเรียนในการสร้างคำอธิบาย
2. เขียนคำอธิบายเบื้องต้น (Compose an initial explanation) นักเรียนพัฒนาคำอธิบายเบื้องต้น เกี่ยวกับกระบวนการและสาเหตุ ของปรากฏการณ์
3. ตรวจสอบ (Investigation) นักเรียนทำการสืบเสาะหาคำตอบ เป็นกลุ่มเพื่อระบุกระบวนการ เกิดขึ้นและสาเหตุความสัมพันธ์ที่ เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์
4. รวบรวมคำอธิบายสุดท้าย (Compile the final explanation) นักเรียนในกลุ่มประเมินคำอธิบาย เบื้องต้นและสร้างคำอธิบาย สุดท้ายของปรากฏการณ์
5. ให้เหตุผล (Giving reasons) บทสนทนาโต้ตอบระหว่างนักเรียนและนักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายที่สร้าง

Nordberg & Ahola-Luttila (2019) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผน (Planning) การวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมี การวางแผนร่วมกันระหว่างครูผู้สอน ในแต่ละวิชาเริ่มต้นจากการคัดเลือก เนื้อหาจากมาตรฐานและตัวชี้วัดที่ สามารถจัดการเรียนรู้ร่วมกันได้ แล้ว ร่วมกันออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมต่อธรรมชาติวิชานั้น
2. การดำเนินการ (Execution) การดำเนินการจัดการเรียนรู้ จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยการค้นคว้าอย่าง หลากหลาย ออกแบบการประเมิน เชิงปฏิบัติการในการทบทวน วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องอภิปราย โตเถียงเชิงวิชาการ เพื่อพัฒนา ความรู้ของตนเอง โดยครูทำหน้าที่ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งให้การเสริมแรงทางบวกแก่นักเรียนให้เกิด ความมุ่งมั่นตั้งใจ และกล้าที่แสดง ความเป็นตัวตนของตนเอง
3. การประเมิน (Evaluation) การประเมินเป็นการประเมิน ระหว่างเรียนที่สะท้อนให้เห็นพัฒนาการของผู้เรียน โดยมีลักษณะ การประเมินที่หลากหลาย จุดมุ่งหมายของการประเมินที่ไม่ใช่ มุ่งเน้นเกรด หรือผลการเรียน แต่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองยิ่งขึ้น โดยที่ทุกคนสามารถพัฒนางาน ของ ตนเอง ในกรอบที่กำหนด ซึ่งการประเมินอาจกำหนดคะแนนให้อยู่ใน รายวิชาใดวิชาหนึ่ง แต่ ประเมิน ร่วมกันของครูมากกว่าหนึ่งคน หรือกำหนดให้อยู่ในรายวิชาทั้งสองวิชา ก็ ได้ตามความเหมาะสม

ตะวัน ไชยวรรณ (2564) ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ ผู้สอนเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหา รายวิชาและระดับของผู้เรียน ซึ่งปรากฏการณ์ที่เลือกใช้อาจจะสามารถอธิบายจากประสบการณ์ของผู้เรียนได้ทั้งหมดหรือบางส่วน ปรากฏการณ์ที่เลือกควรมีลักษณะเป็นชุด (Set of phenomenon) เนื่องจากบทเรียนแต่ละหัวข้อไม่ จำเป็นต้องมีการใช้ปรากฏการณ์ที่สมบูรณ์เพียงปรากฏการณ์เดียวในการเรียนรู้

2. วิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน ผู้เรียนวิเคราะห์ตนเองว่าจะได้ความรู้จากการเรียน และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องในบริบทอื่นได้อย่างไร ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค กลยุทธ์การสอน เช่น การบรรยาย การใช้สื่อการสอน การพบผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น ในการส่งเสริมให้ ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ ไม่จำเป็นต้องเรียนผ่าน กระบวนการเรียนรู้ภายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว

3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนมีส่วนร่วมวางแผนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดขั้นตอน และวิธีการหาคำตอบ ดำเนินการศึกษาค้นคว้ารายบุคคลและรายกลุ่ม ด้วยวิธีการที่หลากหลาย สังเกตปรากฏการณ์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและตั้งคำถามเพื่อเป็นประเด็นในการหาคำตอบ ผู้สอนสนับสนุน และกระตุ้นผู้เรียนโดยใช้คำถาม เช่น “จากปรากฏการณ์ที่สังเกตมีประเด็นอะไรที่อยากเรียนรู้” เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่สังเกต ช่วยกันวางแผนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดขั้นตอนและวิธีการหาคำตอบ เพื่อให้ได้องค์ความรู้ ใหม่นำไปสู่การลงข้อสรุป

4. สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้าหาคำตอบมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และ สังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ นำไปสู่การลงข้อสรุป

5. ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริงผ่านการนำเสนอปากเปล่า การเขียนคำอธิบาย เพื่อสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ รวมถึงผู้เรียนสามารถนำกระบวนการหาคำตอบสืบค้นข้อมูลจากกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผู้วิจัยมีความสนใจในการนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ ตะวัน ไชยวรรณ (2564) มาใช้ในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้โดยผู้วิจัยให้ความหมายขั้นการสอนดังนี้

1. เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ

ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยสถานการณ์สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาและระดับของผู้เรียน โดยอาจจะสามารถอธิบายจากประสบการณ์ของผู้เรียนได้ทั้งหมดหรือบางส่วน และนำเข้าสู่กิจกรรมด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามแต่ละแผน เช่น การดูภาพข่าวเหตุการณ์ คลิปวิดีโอ ปรากฏการณ์ หรือ สถานการณ์ ที่เป็นบริบทใกล้ตัวของผู้เรียน

2. วิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน

ผู้เรียนวิเคราะห์ตนเองว่าจะได้ความรู้อะไรจากการเรียน และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องในบริบทอื่นได้อย่างไร ผู้สอนจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคกลยุทธ์การสอน เช่น การบรรยาย การใช้สื่อการสอน หรือการทดลอง เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่น่าสนใจและสามารถวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้เรียนมีส่วนร่วมวางแผนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยร่วมกันกำหนดขั้นตอน และวิธีการหาคำตอบ โดยดำเนินการศึกษาค้นคว้ารายกลุ่ม ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและตั้งคำถามเพื่อเป็นประเด็นในการหาคำตอบ ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่สังเกต ช่วยกันวางแผนดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้ กำหนดขั้นตอนและวิธีการหาคำตอบ เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ไปสู่การลงข้อสรุป

4. สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป

ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้าหาคำตอบมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ นำไปสู่การลงข้อสรุป

5. ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย

ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริงผ่านการนำเสนอปากเปล่า การเขียนคำอธิบาย เพื่อสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ รวมถึงผู้เรียนสามารถนำกระบวนการหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลจากกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยประเทศฟินแลนด์ ภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและค้นหา คำตอบตามความสนใจโดยใช้สถานการณ์ในโลกแห่งความจริงเป็นประเด็นกระตุ้นการเรียนรู้ การ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีลักษณะสำคัญที่เน้นการสอนแบบบูรณาการเป็นองค์รวม ใช้ความรู้ข้ามศาสตร์ให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพจริงผ่านกระบวนการวิเคราะห์ ปัญหาและแก้ปัญหาแบบร่วมมือ มีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนสามารถประยุกต์

ความรู้เพื่อ แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ประโยชน์ และสามารถปรับเปลี่ยนแนวทางในการหาคำตอบได้ตามสถานการณ์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเริ่มจากผู้สอนเลือกปรากฏการณ์ที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่าจะได้ความรู้อะไรจากกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้อย่างไร โดยผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการวางแผนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดขั้นตอน และวิธีการหาคำตอบ แล้วนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้ได้องค์ความรู้ใหม่เพื่อลงข้อสรุป ทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องทำการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงอยู่เสมอ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดสภาพแวดล้อมที่สอดคล้องกับความจริง สนับสนุนผู้เรียนให้มีโอกาสแสดงความคิดและลงมือปฏิบัติ ในส่วนของผู้เรียนนั้นจะต้องทำหน้าที่สังเกตปรากฏการณ์ ขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ด้วยการตั้งคำถาม ค้นหาข้อมูล ลงมือปฏิบัติ และนำเสนอข้อมูลอย่างมีเหตุผล

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เดิมคำว่า Literacy หมายถึง การรู้หนังสือ คือการอ่านออก เขียนได้ คิดคำนวณได้ในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ต่อมาเมื่อความหมายของคำว่า Literacy มีขอบเขตกว้างขวางขึ้น สำนักงานราชบัณฑิตยสภาจึงใช้ศัพท์บัญญัติว่า "ความฉลาดรู้" โดยได้อธิบายความหมายไว้ว่า ความฉลาดรู้ (literacy) หมายถึง คุณสมบัติของบุคคลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการศึกษาเรียนรู้เนื้อหาสาระและฝึกปฏิบัติจนเข้าใจ ใช้เป็น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาชีวิตได้ ซึ่งความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ (สสท., 2564, หน้า 4) โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่าฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD))

สรุปได้ว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ บุคคลที่ได้ชื่อว่าฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งอย่างเป็นเหตุเป็นผลสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาชีวิตได้

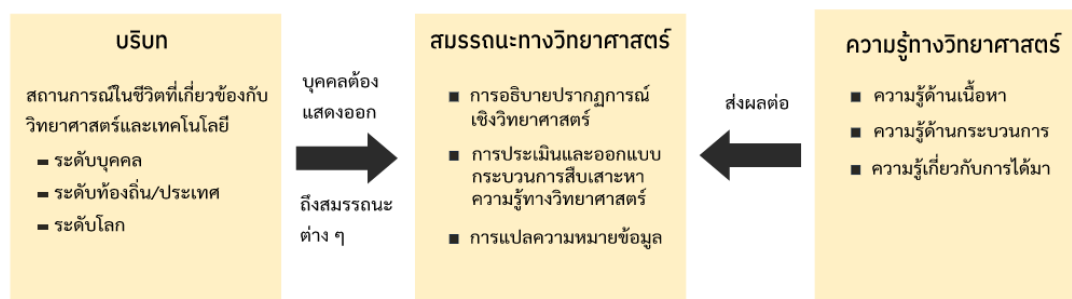
กรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์

ตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA สสวท. (2563) จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่

บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลก และสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ดังภาพ 2



ภาพ 2 กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์

ที่มา : pisathailand.ipst.ac.th

สรุปได้ว่า องค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้ เมื่อผู้เรียนต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์และใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่ง ต่างๆ ดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียดของสมรรถนะดังนี้

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบु ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนความสามารถในการนำความรู้ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สามารถระบु ใช้สร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูล สมมติฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ผู้เรียนสามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้และผู้เรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมได้

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

(Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของสมรรถนะดังนี้

บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การแสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้ บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วย การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอะไรต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไรอย่างจริงจังจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานที่ปรากฏในสื่อ หรือ ข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ ในแงุ่มที่ว่า อาจมีความคลุมเครือ การสรุปไม่สมเหตุสมผล ไม่มีข้อมูลมากพอ หรือมีความลำเอียงได้ เป็นต้น โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่กำหนดให้ สามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอและประเมินวิธีการหรือแนวทางในการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ รวมถึงผู้เรียนสามารถบรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบายได้

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยมีรายละเอียดของสมรรถนะดังนี้

บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีความสามารถในการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ เช่น ข้อมูลแผนที่อากาศ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเกี่ยวกับสภาพอากาศ ปริมาณไอน้ำในอากาศ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ผู้เรียนสามารถระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น รวมถึงสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 มีส่วนของการรู้ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากการประเมินในรอบที่ผ่านมา การประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledge) ที่ PISA 2015 กำหนดไว้นั้นครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามด้าน ได้แก่

- 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge)
- 2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge)
- 3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge)

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ความรู้ด้านเนื้อหา เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิดหลัก แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดย PISA เลือกประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ทั้งนี้มีเกณฑ์การเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

- เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง
- แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งใช้ได้ยาวนาน
- เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนอายุ 15 ปี

ความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ มีองค์ประกอบดังรายละเอียดในภาพ 3

ระบบทางกายภาพ (Physical Systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- โครงสร้างของสสาร (เช่น แบบจำลองอนุภาค และพันธะ)
 - สมบัติของสสาร (เช่น การเปลี่ยนสถานะ การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า)
 - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (เช่น ปฏิกิริยาเคมี การถ่ายโอนพลังงาน และกรด/เบส)
 - การเคลื่อนที่และแรง (เช่น ความเร็ว และความเสียดทาน) แรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุอยู่ห่างกัน (เช่น แรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงไฟฟ้าสถิต)
 - พลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงาน (เช่น การอนุรักษ์พลังงาน การสูญเสียพลังงาน และปฏิกิริยาเคมี)
 - ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและสสาร (เช่น คลื่นแสงและคลื่นวิทยุ และคลื่นเสียงและคลื่นแผ่นดินไหว)
-

ระบบสิ่งมีชีวิต (Living Systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- เซลล์ (เช่น โครงสร้างและหน้าที่ DNA และเซลล์พืชและเซลล์สัตว์)
 - แนวความคิดเรื่องสิ่งมีชีวิต (เช่น สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์)
 - มนุษย์ (เช่น สุขภาพ โภชนาการ ระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งรวมทั้งการย่อย การหายใจ การหมุนเวียนเลือด การขับถ่าย การสืบพันธุ์ และความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ)
 - ประชากร (เช่น สายพันธุ์ การวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีววิทยา และความแปรผันทางพันธุกรรม)
 - ระบบนิเวศ (เช่น โภชนาการ การถ่ายทอดสารและพลังงาน)
 - ไบโอสเฟียร์ (เช่น ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ และความยั่งยืนของระบบนิเวศ)
-

ระบบของโลกและอวกาศ (Earth and Space Systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- โครงสร้างของโลกทั้งระบบ (เช่น พื้นดิน พื้นน้ำ และบรรยากาศ)
 - พลังงานในระบบโลก (เช่น แหล่งพลังงาน และภูมิอากาศของโลก)
 - การเปลี่ยนแปลงในระบบโลก (เช่น การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค วัฏจักรธรณีเคมี และแรงดึงดูดและแรงอัด)
 - ประวัติศาสตร์ของโลก (เช่น ฟอสซิล และกำเนิดและวิวัฒนาการของโลก)
 - โลกในอวกาศ (เช่น ความโน้มถ่วง ระบบสุริยะ และกาแล็กซี)
 - ประวัติศาสตร์และขนาดของจักรวาล (เช่น ปีแสง และทฤษฎีบิกแบง)
-

ภาพ 3 ความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินของ PISA 2015

สรุปได้ว่าความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบด้วยระบบทางกายภาพ ระบบสิ่งมีชีวิต และระบบของโลกและอวกาศ ซึ่งต้องเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สามารถแสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ และเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียนอายุ 15 ปี

2) ความรู้ด้านกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การตรวจสอบซ้ำเพื่อลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปร และการมีกระบวนการมาตรฐานเพื่อนำเสนอและสื่อสารข้อมูล ความรู้ด้านกระบวนการที่จะทดสอบนักเรียนครอบคลุมถึง

- แนวคิดเรื่องตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
- แนวคิดเรื่องการวัด เช่น การวัดเชิงปริมาณ การวัดเชิงคุณภาพ การวัดตัวแปรต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง และการใช้มาตรวัด
- วิธีการประเมินและลดข้อผิดพลาด เช่น การทำซ้ำ และการเฉลี่ยผลจากการวัด
- กลไกที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการทำซ้ำและความถูกต้องของข้อมูล
- การสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง กราฟ และแผนภูมิที่เหมาะสม
- วิธีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และบทบาทของตัวแปรในการออกแบบการทดลอง
- ลักษณะของการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบในภาคสนาม หรือการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

สรุปได้ว่า ความรู้ด้านกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านการปฏิบัติและแนวความคิดในการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งผู้เรียนจำต้องนำความรู้ด้านกระบวนการ ในเรื่องของการกำหนดตัวแปร การวัดเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ การประเมินเพื่อลดข้อผิดพลาด ความน่าเชื่อถือของข้อมูล การตรวจสอบคำตอบทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการสรุปและนำเสนอ โดยใช้กราฟ ตาราง หรือแผนภูมิในการสื่อสารข้อมูล ได้อย่างเหมาะสม

3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ มีลักษณะสำคัญดังนี้

1) การสร้างและการระบุลักษณะของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึง

- ธรรมชาติของการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
- วัตถุประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายธรรมชาติของโลก ซึ่งต่างจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสร้างวิธีแก้ปัญหาที่ตรงตามความต้องการของมนุษย์ให้มากที่สุด จึงต้องพิจารณาถึงคำถามและข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยี
- คุณค่าของวิทยาศาสตร์ เช่น ความมุ่งมั่นในการตีพิมพ์ผลงาน การไม่เอาเรื่องส่วนตัวมาเกี่ยวข้องและการซื่อสัตย์

- ธรรมชาติของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอนุมาน การอุปมาน การลงข้อสรุปเพื่อหาคำอธิบายที่ดีที่สุด การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง การใช้แบบจำลอง
- 2) ลักษณะที่ใช้ในการตัดสินความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึง
 - คำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
 - บทบาทของการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้หลากหลายรูปแบบในการสร้างความรู้ กำหนดเป้าหมาย (เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและระบุรูปแบบ) และการออกแบบ (การสังเกต การควบคุมการทดลอง การวิจัยเชิงความสัมพันธ์)
 - ความผิดพลาดในการตรวจวัดส่งผลต่อความเชื่อมั่นในความรู้วิทยาศาสตร์
 - การใช้ บทบาท และข้อจำกัดของแบบจำลองที่เป็นรูปธรรม แบบจำลองที่เป็นระบบ และแบบจำลองที่เป็นนามธรรม
 - บทบาทของการทำงานแบบร่วมมือกัน การวิพากษ์วิจารณ์ และการตรวจสอบคุณภาพจากผู้อื่นในการสร้างความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์
 - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการระบุถึงปัญหาทางสังคมและเทคโนโลยี

สรุปได้ว่า ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ เป็นบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งคำถาม การสังเกต ทฤษฎีและสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง รวมไปถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่หลากหลาย และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ โดยผู้เรียนสามารถสร้างและการระบุลักษณะของวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการสังเกต การสรุปข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างคำอธิบายธรรมชาติของโลก และผู้เรียนสามารถตัดสินความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์ ได้จากคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสร้างความเชื่อมั่นในความรู้วิทยาศาสตร์ การทำงานแบบร่วมมือกันและสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการระบุถึงปัญหาทางสังคมและเทคโนโลยี

แนวทางการประเมินผลสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

จากรายงานผลการประเมิน PISA 2018 กล่าวว่าเนื่องจากมีความจำเป็นจะต้องเก็บรักษาข้อสอบไว้เป็นความลับเพื่อใช้ในการติดตามแนวโน้มความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการประเมินรอบต่อไปจึงไม่มีการแสดงตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2018 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ PISA 2015 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ จากการศึกษาพบว่า

ข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 3 รูปแบบ ซึ่งข้อสอบแต่ละรูปแบบ มีสัดส่วนประมาณหนึ่งในสามของข้อสอบทั้งหมด รูปแบบทั้งสาม ได้แก่

1) เลือกตอบ: มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- การเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก
- การเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในภาพหรือข้อความ

2) เลือกตอบเชิงซ้อน: มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

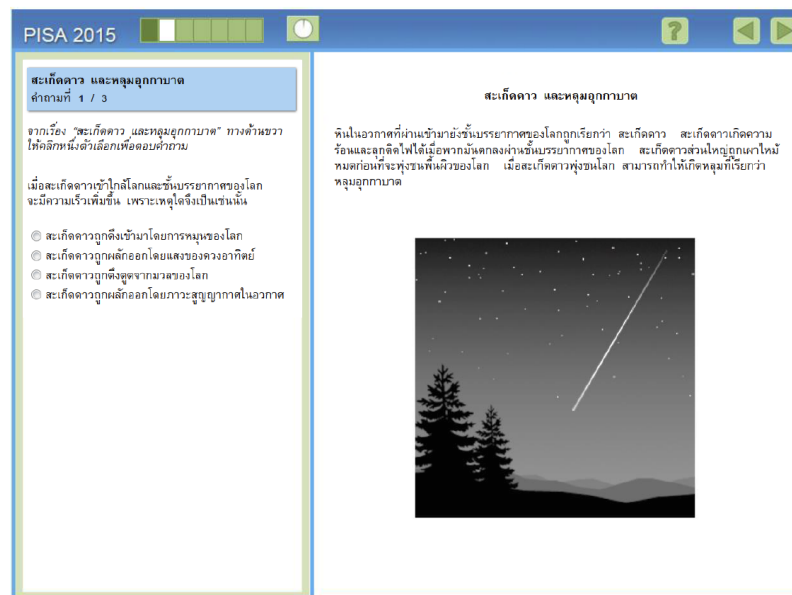
- การเลือก “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งหมดในชุดคำถามนั้น
- การเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้
- การเติมคำในประโยคให้สมบูรณ์โดยการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนดให้
- การลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนดให้ โดยให้ลากและวางคำตอบเพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับ หรือการจำแนกประเภท

3) เขียนตอบ: มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- การเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค)
- ข้อคำถามบางข้อจะให้วาดภาพ เช่น กราฟ หรือแผนภาพ สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อคำถามลักษณะนี้ จะมีการปรับแก้ให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตอบคำถามที่ต้องการได้

ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2561)

ตัวอย่างข้อสอบเรื่อง สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต



ภาพ 4 ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, หน้า 32

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบ
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 2

คะแนนเต็ม ตอบ ตัวเลขที่ 3 “สะเก็ดดาวถูกดึงดูดจากมวลของโลก”

ตัวอย่างข้อสอบเรื่อง การอพยพของนก

PISA 2015

การอพยพของนก
คำถามที่ 3 / 3

จากเรื่อง “นกหัวโตนหลังจุดสีทอง” ทางด้านขวา ให้คลิกที่กรอบสี่เหลี่ยมหนึ่งกรอบหรือมากกว่าหนึ่งกรอบเพื่อตอบคำถาม

ข้อความเกี่ยวกับการอพยพของนกหัวโตนหลังจุดสีทอง

ข้อความใดที่ใช้นามที่มีสนับสนุนได้

✓ จำไว้ว่าสามารถเลือกตอบได้หนึ่งกรอบหรือมากกว่าหนึ่งกรอบ

- ☐ แผนที่แสดงการลดลงของจำนวนนกหัวโตนหลังจุดสีทองที่อพยพลงใต้ในช่วงสิบปีที่ผ่านมา
- ☐ แผนที่แสดงว่าเส้นทางการอพยพขึ้นเหนือของนกหัวโตนหลังจุดสีทองบางส่วนแตกต่างจากเส้นทางการอพยพลงใต้
- ☐ แผนที่แสดงว่านกหัวโตนหลังจุดสีทองที่อพยพใช้เวลาในช่วงฤดูหนาวอยู่ในพื้นที่ทางใต้และตะวันตกเฉียงใต้ของสถานที่ผสมพันธุ์หรือสถานที่ทำรัง
- ☐ แผนที่แสดงว่าเส้นทางการอพยพของนกหัวโตนหลังจุดสีทองได้ขยับออกจากพื้นที่ชายฝั่งในช่วงสิบปีที่ผ่านมา

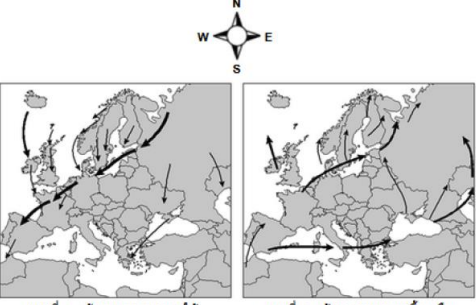
การอพยพของนกหัวโตนหลังจุดสีทอง

นกหัวโตนหลังจุดสีทองเป็นนกอพยพที่ขยายพันธุ์อยู่ในยุโรปตอนเหนือ ในฤดูใบไม้ร่วงนกจะเดินทางไปยังสถานที่ที่อบอุ่นกว่าและมีอาหารมากกว่า ในฤดูใบไม้ผลินกจะเดินทางกลับสู่สถานที่สำหรับผสมพันธุ์ของพวกมัน

แผนที่ข้างล่างมาจากงานวิจัยมากกว่าสิบปีเกี่ยวกับการอพยพของนกหัวโตนหลังจุดสีทอง

แผนที่ 1 แสดงเส้นทางการอพยพลงใต้ของนกหัวโตนหลังจุดสีทองในช่วงฤดูใบไม้ร่วง และแผนที่ 2 แสดงเส้นทางการอพยพขึ้นเหนือในช่วงฤดูใบไม้ผลิ พื้นที่สีขาวคือแผ่นดิน และพื้นที่สีขาวคือน้ำ ความหนาของลูกศรแสดงถึงขนาดของกลุ่มนกที่อพยพ

เส้นทางการอพยพของนกหัวโตนหลังจุดสีทอง



แผนที่ 1 เส้นทางการอพยพลงใต้ในช่วงฤดูใบไม้ร่วง

แผนที่ 2 เส้นทางการอพยพขึ้นเหนือในช่วงฤดูใบไม้ผลิ

ภาพ 5 ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, หน้า 37

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบสิ่งมีชีวิต
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 4

คะแนนเต็ม

ตอบ เลือกตอบทั้ง 2 ข้อความ ต่อไปนี้

ข้อ 2. แผนที่แสดงว่าเส้นทางการอพยพขึ้นเหนือของนกหัวโตนหลังจุดสีทองบางส่วนแตกต่างจากเส้นทางการอพยพลงใต้และ

ข้อ 3. แผนที่แสดงว่านกหัวโตนหลังจุดสีทองที่อพยพใช้เวลาในช่วงฤดูหนาวอยู่ในพื้นที่ทางใต้และตะวันตกเฉียงใต้ของสถานที่ผสมพันธุ์หรือสถานที่ทำรัง

ตัวอย่างข้อสอบเรื่อง การอพยพของนก

PISA 2015

การอพยพของนก
คำถามที่ 2 / 3

จากเรื่อง "การอพยพของนก" ทางด้านขวา ให้พิมพ์คำตอบ
ของนักเรียนเพื่อตอบคำถาม

จระเข้ปัจจัยที่ทำให้การนับจำนวนนกอพยพของอาสาสมัคร
ไม่แม่นยำ และอธิบายว่าปัจจัยนั้นมีผลต่อการนับอย่างไร

การอพยพของนก

การอพยพของนกคือการที่นกเคลื่อนย้ายตามฤดูกาลในปริมาณมากเพื่อไปและกลับ
จากสถานที่ผสมพันธุ์ ทุกปีจะมีอาสาสมัครนับจำนวนนกอพยพตามสถานที่ที่กำหนด
นักวิทยาศาสตร์จับนกบางตัวมาติดเครื่องหมายที่มีทั้งวงแหวนและสีที่ขา
นักวิทยาศาสตร์ใช้การมองเห็นนกที่ถูกติดเครื่องหมายกับการนับจำนวนนกของ
อาสาสมัครเพื่อกำหนดเส้นทางอพยพของนก



ภาพ 6 ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, หน้า 36

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบสิ่งมีชีวิต
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบ
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 5

คะแนนเต็ม

ตอบ ระบุปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งปัจจัยที่เฉพาะเจาะจง ที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการนับ
โดยผู้สังเกต ตัวอย่างคำตอบ เช่น

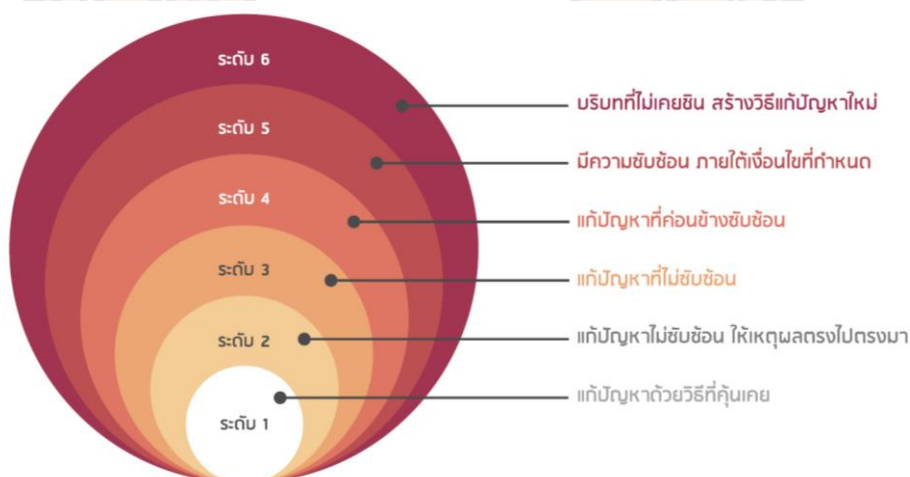
- ☐ ผู้สังเกตอาจไม่ได้บันทึกบางส่วนเพราะนกบินสูง
- ☐ ถ้านกตัวเดิมถูกนับมากกว่าหนึ่งครั้ง ก็จะทำให้จำนวนที่ได้มากเกินไป

- ☐ สำหรับนกในกลุ่มใหญ่ อาสาสมัครทำได้เพียงใช้การประมาณว่ามีนกจำนวนเท่าใด
- ☐ ผู้สังเกตอาจดูชนิดของนกผิดพลาด ดังนั้น จำนวนของนกชนิดนั้นอาจไม่ถูกต้อง
- ☐ นกอพยพตอนกลางคืน
- ☐ อาสาสมัครไม่ได้มีอยู่ในทุกแห่งที่นกอพยพ
- ☐ ผู้สังเกตเกิดความผิดพลาดในการนับ
- ☐ เมฆหรือฝนบดบังนกบางตัว

การค้นคว้าอิสระครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท ,2564) มาศึกษาร่วมด้วย

ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2564)

การนำเอาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนสำหรับผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย จะต้องคำนึงถึงระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับช่วงวัยนั้น ๆ ด้วย ซึ่งสามารถแบ่งระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนได้เป็น 6 ระดับ ตามบริบทและความซับซ้อนของสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพ 7



ภาพ 7 ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์

ที่มา เอกสารโครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21

สสวท, หน้า 7

ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ในระดับความสามารถ 1-2 ระดับถึงสถานการณ์ที่ใช้การแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่คุ้นเคย และไม่ซับซ้อน สามารถให้เหตุผลแบบตรงไปตรงมา ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 (สสวท. 2564)

ในระดับความสามารถ 3-4 ระดับถึงสถานการณ์ที่ต้องใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จึงเหมาะกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

ในระดับความสามารถ 5-6 ระดับถึงสถานการณ์ที่ต้องใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด รวมไปถึงสถานการณ์หรือบริบทที่ไม่คุ้นชิน เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่

อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในระดับ 3-4 เป็นพื้นฐาน (สสวท. 2564) ซึ่งในระดับความสามารถ 5-6 นั้นเป็นการเปิดโอกาสให้กับกลุ่มนักเรียนที่มีศักยภาพสูงกว่าระดับพื้นฐาน เพื่อเป็นส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนสูง หรืออาจเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทที่ไม่คุ้นชิน โดยต้องสามารถเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาในรูปแบบใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มนี้ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มตามศักยภาพของตนเอง

สรุปได้ว่าแนวทางในการพัฒนาความฉลาดรู้ที่เหมาะสมกับผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรอยู่ในระดับความสามารถ 3-4 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกระบวนสมรรถนะ 2-3 เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเป็นพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เข้าร่วมวิจัยในอนาคต ประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (โควิด-19) ในพื้นที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ไม่ต่อเนื่องจากการ เปิด-ปิด ของโรงเรียน ผู้วิจัยจึงคิดว่าสมรรถนะระดับ 2-3 มีความเหมาะสมกับผู้เข้าร่วมวิจัยมากที่สุด โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รวบรวมคำอธิบายสมรรถนะย่อย พร้อมทั้งแบ่งสมรรถนะย่อยตามระดับความสามารถที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัยของผู้เรียน เพื่อสร้างความเข้าใจและสามารถนำสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้นไปผนวกเข้ากับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และบริบทของห้องเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนสมรรถนะเหล่านั้นซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งต่อไปในเอกสารนี้จะเรียกโดยย่อว่า A หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ด้านเนื้อหาเพื่อแปลความและให้คำอธิบายกับปรากฏการณ์ทั้งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรืออาจเป็นปรากฏการณ์ในบริบทที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้รวมถึงความสามารถ ในการบรรยายและตีความ คาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น อีกทั้งยังสามารถประเมินได้ว่าการบรรยายหรือการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ หรือการคาดเดานั้นจะเป็นไปได้หรือไม่ ด้วยเหตุผลอะไร

สมรรถนะ A ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 ข้อ ดังนี้

A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย

A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้

A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม สามารถแบ่งสมรรถนะย่อยตามระดับความสามารถของผู้เรียนได้ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)

A	A1	A2	A3	A4	A5
	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม
ระดับ 1	สามารถบอกข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์	สามารถสร้างแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์	สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลง ของสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่สังเกตได้ โดยใช้ประสบการณ์เดิม	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่ไม่จำเป็นต้องนำไปสู่การออกแบบ การตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจเกิดขึ้น ในระดับบุคคลและสังคม
ระดับ 2	สามารถบอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	สามารถสร้างและระบุองค์ประกอบ ของแบบจำลองของเรื่องราวที่ได้จาก การสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลง ของสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่สังเกตได้ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	สามารถเสนอสมมติฐานจากการสังเกตสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่สามารถนำไปสู่การออกแบบ การตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจเกิดขึ้น ในระดับสังคมที่กว้างขึ้น

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, หน้า 11-21

ตาราง 3 (ต่อ) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)

A	A			
	A1	A2	A3	A5
	นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้าง คำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและตัวแทน เชิงอธิบาย	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่ เป็นไปได้	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ที่ สามารถนำไปใช้เพื่อ สังคม
ระดับ				
3	สามารถใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อน ใน การสร้างคำอธิบาย เพื่อ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัย ที่เกี่ยวข้องกับ ปรากฏการณ์นั้น ได้อย่าง สมเหตุสมผล	สามารถสร้างแบบจำลองเชิง อธิบาย ที่ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อ นำเสนอความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบของ แบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับ ปรากฏการณ์นั้น ได้อย่าง สมเหตุสมผล	สามารถพยากรณ์และอธิบาย ความสัมพันธ์ของการ เปลี่ยนแปลง ของเหตุการณ์ โดยใช้ความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์ได้อย่าง สมเหตุสมผล	สามารถบอกประโยชน์ จากการใช้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ที่อาจ เกิดขึ้น ในระดับบุคคล และสังคม โดยมีเหตุผล สนับสนุน

ตาราง 3 (ต่อ) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)

A	A1		A2		A3		A4		A5	
	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล		ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย		พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้		เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย		อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	
ระดับ 4	สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม ในการสร้างคำอธิบาย เหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบาย ที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม เพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ได้อย่างสมเหตุสมผล	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลง ของเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบาย และลงข้อสรุปเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน หรือเป็นนามธรรม และใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนการอธิบาย	สามารถยกประโยชน์จากการใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน หรือเป็นนามธรรม ที่อาจเกิดขึ้นในระดับสังคมที่กว้างขึ้น โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุน					
ระดับ 5	สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนและ เป็นนามธรรม ในการสร้างคำอธิบาย ปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบาย ที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนและ เป็นนามธรรม โดยระบุความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ซับซ้อนและ เป็นนามธรรม	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบาย และลงข้อสรุปปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและต่อปรากฏการณ์ทางสังคม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และเหตุผลสนับสนุน	สามารถยกประโยชน์จากการใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรม ที่อาจส่งผลต่อปรากฏการณ์ทางสังคม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และเหตุผลสนับสนุน					

ตาราง 3 (ต่อ) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)

A	A				
	A1	A2	A3	A4	A5
	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม
ระดับ	สามารถใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ	สามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบาย ที่ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ กายภาพ	สามารถพยากรณ์และอธิบายปรากฏการณ์ โดยสร้างค่ากล่าวอ้าง ที่มีเหตุผลสนับสนุนด้วยความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ	สามารถเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบาย และลงข้อสรุปปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ และอวกาศ ในระดับบูรณาการ และใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์ในการสนับสนุนการอธิบาย รวมถึงเข้าใจว่าสมมติฐาน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือ	สามารถบอกประโยชน์จากการใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรม ที่อาจส่งผลต่อปรากฏการณ์ทางสังคม โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศ ในระดับบูรณาการ
6	ชีวภาพ โลกและอวกาศในระดับบูรณาการ เพื่อเสนอสมมติฐาน เชิงอธิบายต่อการปรากฏการณ์ใหม่ ในการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต	อธิบาย โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ กายภาพ	ชีวภาพ โลกและอวกาศในระดับบูรณาการ โดยระบุความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคย	ชีวภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศ ในระดับบูรณาการ และใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์ในการสนับสนุนการอธิบาย รวมถึงเข้าใจว่าสมมติฐาน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือ	ชีวภาพ โลกและอวกาศ ในระดับบูรณาการ

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต่อไปในเอกสารนี้จะเรียกโดยย่อว่า B หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ สามารถแยกแยะได้ว่าคำถามหรือปัญหาใดสามารถตอบหรือแก้ไขได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการและแนวปฏิบัติที่ดีในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การดำเนินการทดสอบที่เที่ยงตรงสามารถทำได้อย่างไร ต้องเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้อะไรบ้าง ตัวแปรใดบ้างที่ต้องควบคุม และตัวแปรใดบ้างที่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงเพื่อสำรวจตรวจสอบในสิ่งที่ต้องการรู้ หรือจำเป็นจะต้องค้นคว้าข้อมูลอะไรเพิ่มเติมบ้าง หรือมีสิ่งใดบ้างที่ต้องดำเนินการเพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการ และจะต้องดำเนินการอย่างไร นอกจากนี้ ยังรวมถึงการตระหนักถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต และความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ว่าอาจมีความคลุมเครือ ไม่แน่นอน หรือมีความลำเอียงหรือไม่

สมรรถนะ B ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 ข้อ ดังนี้

- B1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- B2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- B3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- B4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย

สามารถแบ่งสมรรถนะย่อยตามระดับความสามารถของผู้เรียนได้ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

B				
B1		B2	B3	B4
สามารถระบุประเด็นปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ ที่ กำหนดให้		แยกแยะได้ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	B5
				บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความ เป็นกลาง และการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย
ระดับ				
1		สามารถระบุประเด็น ปัญหา จากสถานการณ์ อย่างง่ายได้ (ไม่เกิน 2 ตัวแปร)	สามารถแยกประเด็นปัญหา อย่างง่าย ที่กำหนดให้ได้ว่า ประเด็นใดเป็นปัญหาหรือ คำถามที่สามารถตรวจสอบ ได้ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	สามารถเสนอวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ จากสถานการณ์ อย่างง่าย โดยไม่แสดงถึง ขั้นตอน การสำรวจตรวจสอบ ที่ชัดเจน
				สามารถเลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบ จาก ข้อมูลที่กำหนดให้
				สามารถอธิบายเกณฑ์การ ตัดสินใจ เลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ใน สถานการณ์อย่างง่ายโดย ไม่แสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

ตาราง 4 (ต่อ) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

B	B1	B2	B3	B4	B5
	สามารถระบุประเด็น ปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษทาง วิทยาศาสตร์ ที่ กำหนดให้	แยกแยะได้ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	ประเมินวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความ เป็นกลาง และการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย
ระดับ	สามารถระบุประเด็น ปัญหา ที่สามารถนำไปสู่ การออกแบบ การ ทดลองอย่างง่ายได้ โดย ระบุตัวแปรต้น ตัวแปร ตาม และตัวแปรควบคุม ได้	สามารถแยกประเด็นปัญหา อย่างง่าย ที่กำหนดให้ได้ว่า ประเด็นใดเป็นปัญหาหรือ คำถามที่สามารถตรวจสอบ ได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตัวแปรต้นไม่เกิน 2 ตัวแปร) และพิจารณาจาก ความสามารถ ในการวัด ปริมาณของตัวแปร	สามารถเสนอวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ จากสถานการณ์ อย่างง่าย (ตัวแปรต้น ไม่เกิน 2 ตัวแปร) โดยแสดงถึง ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ ชัดเจน	สามารถเลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบ จาก ข้อมูลที่กำหนดให้ ใน สถานการณ์อย่างง่าย โดย ให้เหตุผลด้านความรู้ และ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มา สนับสนุน	สามารถอธิบายเกณฑ์การ ตัดสินใจ เลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ใน สถานการณ์อย่างง่ายโดย แสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

ตาราง 4 (ต่อ) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

B	B			
	B1	B2	B3	B4
	สามารถระบุประเด็น ปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ ที่ กำหนดให้	แยกแยะได้ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	B5 บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความ เป็นกลาง และการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย
ระดับ	สามารถระบุประเด็น	สามารถแยกประเด็นปัญหาจาก	สามารถเสนอวิธีการสำรวจ	สามารถอธิบายวิธีการ
	3 ปัญหาของเหตุการณ์ที่ ระบุขอบเขตการศึกษาที่ จำกัด (จำกัดบาง พารามิเตอร์ของ เหตุการณ์)	เหตุการณ์ที่ระบุขอบเขต การศึกษาที่จำกัด (จำกัดบาง พารามิเตอร์ของเหตุการณ์) โดย กำหนดได้ว่าประเด็นใดเป็น ปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตัว แปรต้นไม่เกิน 2 ตัวแปร) และ พิจารณาจากความสามารถใน การวัดปริมาณของตัวแปร	สามารถประเมินวิธีการ สำรวจตรวจสอบจาก ข้อมูลที่กำหนดให้ ใน เหตุการณ์ ที่ระบุขอบเขต การศึกษาที่จำกัด โดยให้ เหตุผลด้านความรู้ และ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มา สนับสนุน	สามารถตรวจสอบ จาก ข้อมูลที่กำหนดให้ ใน เหตุการณ์ ที่ระบุขอบเขต การศึกษาที่จำกัด โดยให้ เหตุผลด้านความรู้ และ วิธีการทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

ตาราง 4 (ต่อ) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

B	B				
	B1	B2	B3	B4	B5
	สามารถระบุประเด็น ปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ ที่ กำหนดให้	แยกแยะได้ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	ประเมินวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความ เป็นกลาง และการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย
ระดับ	สามารถระบุประเด็น ปัญหาของเหตุการณ์ที่ ระบุขอบเขตการศึกษาที่ จำกัด และมีตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป (จำกัดบาง พารามิเตอร์ของ เหตุการณ์)	สามารถแยกประเด็น ปัญหา จากเหตุการณ์ที่มี ความซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดย กำหนดได้ว่าประเด็นใด เป็นปัญหาหรือคำถามที่ สามารถตรวจสอบ ได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้น ไป) และพิจารณาจาก ความสามารถ ในการวัด ปริมาณของตัวแปร	สามารถเสนอวิธีการสำรวจ ตรวจสอบเหตุการณ์ที่มีความ ซับซ้อนเพิ่มขึ้น ระบุขอบเขต การทดลองที่จำกัด (จำกัดบาง พารามิเตอร์ของเหตุการณ์) และมีตัวแปรต้น 2 ตัวแปรขึ้น ไป โดยแสดงถึงขั้นตอนการ สำรวจตรวจสอบที่ชัดเจนและ เป็นระบบ	สามารถประเมินวิธีการ สำรวจตรวจสอบ เหตุการณ์ที่มีความ ซับซ้อนเพิ่มขึ้น ระบุ ขอบเขตการศึกษาที่จำกัด (จำกัดบางพารามิเตอร์ ของเหตุการณ์) และมีตัว แปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยให้เหตุผลทางด้าน ความรู้ และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	สามารถอธิบายวิธีการ ประเมิน การสำรวจ ตรวจสอบ ในเหตุการณ์ ที่ มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ระบุขอบเขตการศึกษาที่ จำกัด (จำกัดบาง พารามิเตอร์ของ เหตุการณ์) และมีตัวแปร ต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป โดย ให้เหตุผลทางด้านความรู้ และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

ตาราง 4 (ต่อ) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

B	B1	B2	B3	B4	B5
	สามารถระบุประเด็น ปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ ที่ กำหนดให้	แยกแยะได้ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	ประเมินวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความ เป็นกลาง และการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย
ระดับ	สามารถระบุประเด็นปัญหา	สามารถแยกประเด็นปัญหา	สามารถออกแบบการสำรวจ	สามารถประเมินวิธีการสำรวจ	สามารถอธิบายวิธีการ
5	ของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน สร้างทางเลือกในการทดลอง และตัดสินใจเลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบได้อย่าง เหมาะสม โดยมีความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์รองรับ	จากปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยกำหนดได้ว่าประเด็นใด เป็นปัญหาหรือคำถามที่ สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ตัว แปรต้น 2 ตัวแปรขึ้นไป) โดย อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักการ ทฤษฎี ที่ต้อง คำนึงถึงลักษณะของตัวแปร ที่วัดได้และความไม่แน่นอน ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	ตรวจสอบ ปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้ และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม มีการ อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการ หรือให้ เหตุผลในการเลือก วิธีการทดลอง สืบค้น หรือสำรวจ วิธีการใดวิธี หนึ่ง ที่ต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอน ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้ว นำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ	ตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ ซับซ้อน โดยใช้ความรู้ และ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ เหมาะสม มีการอ้างอิงทฤษฎี หรือหลักการ หรือให้เหตุผล ในการเลือก วิธีการทดลอง สืบค้น สำรวจ วิธีการใด วิธีการหนึ่ง ที่ต้องคำนึงถึง ความไม่แน่นอน ของข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์	ประเมิน การสำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์ ที่ซับซ้อน โดย ใช้ความรู้ และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม มี การอ้างอิงทฤษฎีหรือ หลักการ หรือให้เหตุผลใน การเลือกวิธีการทดลอง สืบค้น สำรวจ วิธีการใด วิธีการหนึ่ง ที่ต้องคำนึงถึง ความไม่แน่นอน ของข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 4 (ต่อ) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

B	B1	B2	B3	B4	B5
	สามารถระบุประเด็นปัญหา ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ จาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ ที่ กำหนดให้	แยกแยะได้ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	ประเมินวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความ เป็นกลาง และการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย
ระดับ	สามารถกำหนดประเด็น ปัญหา ที่สนใจต้องการ ตรวจสอบ ของ ปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ใน ระดับบูรณาการจากการ เก็บข้อมูลภาคสนาม การ ทดลอง การจำลอง สถานการณ์ที่ซับซ้อนได้	สามารถแยกประเด็นปัญหา จากปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ในระดับบูรณาการได้ว่า ประเด็นใด เป็นปัญหาหรือ คำถามที่สามารถตรวจสอบ ได้ด้วยวิธีการ ทาง วิทยาศาสตร์ โดยอาศัย ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักการ ทฤษฎี ที่ต้อง คำนึงถึงลักษณะของตัวแปร ที่วัดได้ และความไม่แน่นอน ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	สามารถออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบ ปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลก และอวกาศ และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม โดยมี วิธีการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหา คำตอบในประเด็นที่สนใจ มีการ เก็บข้อมูลภาคสนามการทดลอง ใน การสร้างสถานการณ์จำลอง ใน ปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย แล้ว นำเสนอให้ผู้สนใจ	สามารถประเมินวิธีการ สำรองตรวจสอบ ปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เหมาะสม โดยมีวิธีการ สำรองตรวจสอบ เพื่อหา คำตอบในประเด็นที่สนใจ มีการ เก็บข้อมูลภาคสนาม การทดลอง การสร้าง สถานการณ์จำลอง ใน ปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถอธิบายวิธีการ ประเมิน การสำรวจ ตรวจสอบ ปรากฏการณ์ ที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ กายภาพ ชีวภาพ โลกและ อวกาศ และวิธีการ ทาง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม โดยมีวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อหาคำตอบใน ประเด็นที่สนใจ มีการเก็บ ข้อมูลภาคสนาม การ ทดลอง การสร้าง สถานการณ์จำลอง ใน ปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย
6					

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งต่อไปในเอกสารนี้จะเรียกโดยย่อว่า C หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป และนำเสนอข้อมูลที่รับมาในรูปแบบอื่น เช่น การใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล รวมถึงจะต้องสามารถแปลงข้อมูลนั้นให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ จะต้องสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปของผู้อื่นได้ว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปเหล่านั้นได้อย่างสมเหตุสมผล

สมรรถนะ C ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 ข้อ ดังนี้

- C1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- C4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น
- C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

สามารถแบ่งสมรรถนะย่อยตามระดับความสามารถของผู้เรียนได้ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

C	C1	C2	C3	C4	C5
	แปลงข้อมูลที่น่าสนใจ ในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	วิเคราะห์และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่ง อื่น	ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มา ที่หลากหลาย
ระดับ	สามารถแปลงข้อมูลดิบ	สามารถเปรียบเทียบ	สามารถระบุข้อสันนิษฐาน	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มา	สามารถประเมินข้อ
1	เชิงปริมาณ หรือเชิง คุณภาพที่กำหนดให้ แล้ว นำเสนอในรูปแบบอื่น อย่างง่าย	จำแนก แยกแยะ และ แปลความหมายข้อมูลที่ กำหนดให้	และบอกประจักษ์พยาน สนับสนุน จากข้อมูลที่ กำหนดให้	จากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่น จากข้อมูลที่ กำหนดให้	โต้แย้ง และประจักษ์ พยานโดยใช้ความรู้เดิม อย่างง่ายจากข้อมูลที่ กำหนดให้
ระดับ	สามารถแปลงข้อมูลดิบ	สามารถเปรียบเทียบ	สามารถระบุข้อสันนิษฐาน	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มา	สามารถประเมินข้อ
2	เชิงปริมาณ และเชิง คุณภาพที่มาจาก สถานการณ์ ใน ชีวิตประจำวัน กำหนดให้ แล้วนำเสนอ ในรูปแบบอื่น	จำแนก แยกแยะ แปล ความหมาย และลง ข้อสรุปข้อมูล จาก สถานการณ์ ชีวิตประจำวัน ที่ กำหนดให้ โดยใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์	เพื่ออธิบายสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยใช้ประจักษ์พยาน และ เหตุผลสนับสนุน	จากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่น ใน สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	โต้แย้ง และประจักษ์ พยานโดยใช้ความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์ ใน สถานการณ์ ใน ชีวิตประจำวัน

ตาราง 5 (ต่อ) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

C	C1	C2	C3	C4	C5
	แปลงข้อมูลที่น่าสนใจ ในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	วิเคราะห์และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่ง อื่น	ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มา ที่หลากหลาย
ระดับ	สามารถแปลงข้อมูลดิบ	สามารถวิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล เพื่อ แสดงรูปแบบของข้อมูล ที่มาจากสถานการณ์ ภายใต้เงื่อนไขจำกัด และ ลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน	สามารถสร้างข้อสันนิษฐาน เพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้ ประจักษ์พยาน และเหตุผล สนับสนุน	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มา จากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่น โดยระบุ เหตุผลสนับสนุนการแยกแยะ จากข้อมูลในเหตุการณ์ ภายใต้ เงื่อนไขจำกัด	สามารถประเมินข้อ โต้แย้ง และประจักษ์ พยานโดยใช้ความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน และให้เหตุผลสนับสนุน การประเมินนั้น
3	เชิงปริมาณ และเชิง คุณภาพที่มาจาก สถานการณ์ภายใต้ เงื่อนไขจำกัด แล้ว นำเสนอ ในรูปแบบที่ เข้าใจได้ง่าย				

ตาราง 5 (ต่อ) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

C	C1	C2	C3	C4	C5
	แปลงข้อมูลที่น่าสนใจ ในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	วิเคราะห์และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจากการพิจารณาจากสิ่ง อื่น	ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มา ที่หลากหลาย
ระดับ	สามารถแปลงข้อมูลดิบ	สามารถวิเคราะห์และแปล	สามารถสร้างข้อสันนิษฐาน	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มา	สามารถประเมินข้อ
4	เชิงปริมาณ และเชิง คุณภาพที่ซับซ้อน และมี ที่มาจากการเหตุการณ์ที่ไม่ คุ้นเคย แล้วนำเสนอใน รูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เพื่อสร้างทางเลือกในการ ตัดสินใจ	ความหมายข้อมูล เพื่อ แสดงรูปแบบของข้อมูล ที่มาจากเหตุการณ์ที่ไม่ คุ้นเคย และลงข้อสรุปที่ กว้างขึ้น โดยใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อสร้างทางเลือกในการ ตัดสินใจ	เพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ ซับซ้อนมากขึ้น หรือไม่ คุ้นเคยมาก่อน โดยเลือกใช้ ประจักษ์พยาน และเหตุผล สนับสนุนที่เหมาะสม	จากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่น โดยระบุ เหตุผลสนับสนุนการแยกแยะ เพื่อตัดสินใจ เลือกประจักษ์ พยานที่เหมาะสม จากข้อมูลใน เหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	โต้แย้ง และประจักษ์ พยานโดยใช้ความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน หรือเป็นนามธรรม และ ให้เหตุผลสนับสนุนการ ประเมินนั้น ใน เหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

ตาราง 5 (ต่อ) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

C	C1	C2	C3	C4	C5
	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอ ในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	วิเคราะห์และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่ง อื่น	ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มา ที่หลากหลาย
ระดับ	สามารถแปลงข้อมูลดิบ เชิงปริมาณ และเชิง คุณภาพที่ซับซ้อน และมี ที่มาจากการสำรวจ ตรวจสอบ หรือการ สืบค้นข้อมูล แล้ว นำเสนอความถี่ครบ ยอด เพื่อให้ให้เกิด ประโยชน์ ต่อ ปรากฏการณ์ทางสังคม	สามารถวิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล เพื่อแสดง รูปแบบของข้อมูล ที่มาจาก ปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย และลงข้อสรุปที่กว้างขึ้น โดย ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ ซับซ้อน เพื่อสร้างทางเลือก ในการตัดสินใจ รวมถึงระบุ ข้อจำกัดของแหล่งที่มา และ การแปลความหมายข้อมูล และความไม่แน่นอนของ ข้อมูล	สามารถสร้างข้อสันนิษฐาน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ ซับซ้อนมากขึ้น หรือไม่ คุ้นเคยมาก่อน โดยเลือกใช้ ประจักษ์พยาน และเหตุผล สนับสนุนที่เหมาะสม	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มา จากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น เพื่อ ตัดสินใจ เลือกประจักษ์พยานที่ เหมาะสม จากข้อมูลใน ปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคย	สามารถประเมินข้อ โต้แย้ง และประจักษ์ พยานโดยใช้ความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน หรือเป็นนามธรรม และ ให้เหตุผลสนับสนุนการ ประเมินนั้น ใน ปรากฏการณ์ที่ไม่ คุ้นเคย

ตาราง 5 (ต่อ) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

C	C1	C2	C3	C4	C5
	แปลงข้อมูลที่น่าสนใจ ในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	วิเคราะห์และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจากการพิจารณาจากสิ่ง อื่น	ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มา ที่ หลากหลาย
ระดับ	สามารถแปลงข้อมูลดิบ เชิงปริมาณ และเชิง คุณภาพที่ซับซ้อน และมี ที่มาจากการสำรวจ ตรวจสอบ หรือการ สืบค้นข้อมูล แล้วนำ เสนอความคิดรวบยอด แบบบูรณาการ เพื่อให้ เกิดประโยชน์ ต่อ ปรากฏการณ์ทางสังคม	สามารถวิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะสาระ ที่สอดคล้อง และไม่สอดคล้อง ออกจากกัน และแปล ความหมายข้อมูล เพื่อ แสดงรูปแบบของข้อมูล ที่มาจากปรากฏการณ์ที่ไม่ คุ้นเคย และลงข้อสรุปที่ กว้างขึ้น โดยใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อสร้างทางเลือกในการ ตัดสินใจ รวมถึงระบุ ข้อจำกัดของ	สามารถสร้างข้อสันนิษฐาน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่มี ความซับซ้อน และต้องใช้ การบูรณาการความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ กายภาพ ชีวภาพ โลกและ อวกาศ โดยเลือกใช้ประจักษ์ พยาน และเหตุผลสนับสนุน ที่เหมาะสม	สามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มา จากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่น เพื่อตัด สินใจ เลือกประจักษ์พยานที่ เหมาะสม จากข้อมูลใน ปรากฏการณ์ในระดับบูรณา การ	สามารถประเมินข้อ โต้แย้ง และประจักษ์ พยานโดยใช้ความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ กายภาพ ชีวภาพ โลก และอวกาศ และให้ เหตุผล สนับสนุนการ ประเมินนั้น ใน ปรากฏการณ์ในระดับ บูรณาการ

ตาราง 5 (ต่อ) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

C	C1	C2	C3	C4	C5
	แปลงข้อมูลที่น่าสนใจ ในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	วิเคราะห์และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่ง อื่น	ประเมินข้อโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มา ที่ หลากหลาย
	แหล่งที่มา การแปลความ หมายข้อมูล และความไม่ แน่นอนของข้อมูลจนได้ แนวโน้มของข้อมูลที่ สามารถ นำไปพิจารณา และตัดสินใจได้				

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน มีดังนี้
 วริศรา เมืองจันทร์ (2562) ได้ศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องรูปเรขาคณิต โดยการวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานและศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องรูปเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน ในโรงเรียนขยายโอกาสประจำตำบลของจังหวัดกำแพงเพชรโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะและใบกิจกรรมงานวิจัยนี้ดำเนินการเป็นวงจรต่อเนื่อง 3 วงจร ประกอบไปด้วยขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อนผล และมีการวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเลือกใช้ปรากฏการณ์ให้สอดคล้องกับบริบทหรือใกล้เคียงกับนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียนรวมไปถึงการประเมินนักเรียนในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ได้แก่การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ได้ดีตามลำดับ

เกตนัสรี สุวรรณ์ (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ระบบหายใจ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานที่พัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบหายใจ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์และเพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ ดังกล่าว ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์ ในโรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้วิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ระบบหายใจ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนและแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหาที่มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ ได้แก่

- 1) ครูควรเลือกปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน คำนึงถึงบริบทของนักเรียนและควรใช้สื่อที่มีความหลากหลาย
- 2) มีการใช้ภาษาถิ่นควบคู่การอธิบาย และควรให้นักเรียนกำหนดบทบาทของแต่ละคนในกลุ่มให้ชัดเจน ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม
- 3) ครูควรเลือกสถานการณ์ตัวอย่างที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเชื่อมโยงไปสู่การอธิบายต่อปรากฏการณ์หลักได้ดี
- 4) ควรมีการแนะนำสื่อที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้และส่งเสริมให้เลือกสื่อที่เหมาะสมกับข้อมูลในการนำมาอธิบายปรากฏการณ์
- 5) ควรทบทวนและกำหนดประเด็นนำเสนอให้ชัดเจน ส่งเสริมการเตรียมความพร้อมก่อนนำเสนอทุกครั้งและผลการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์มีแนวโน้มในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนและการพูดเพิ่มขึ้นหลังจากมีการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน

พงษ์สิทธิ์ สิงห์อินทร์ (2563) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความฉลาดทางสุขภาวะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความฉลาดทางสุขภาวะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความฉลาดทางสุขภาวะ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจ ที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา มี 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คนและแบบกลุ่มเล็กจำนวน 9 คน 2) เปรียบเทียบความฉลาดทางสุขภาวะ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนสากเหล็กวิทยา จังหวัดพิจิตร จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับฉลาก มีหน่วยการสุ่มคือห้องเรียน แผนการวิจัยได้แก่ One Group Pretest - Posttest Design. 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนสากเหล็กวิทยา จังหวัดพิจิตร จำนวน 30 คน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน แบบทดสอบวัดความฉลาดทางสุขภาวะ และ

แบบวัดความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติใช้ ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ค่าดัชนีความสอดคล้อง และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความฉลาดทางสุขภาวะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน อ้างอิงจาก Daehler & Folsom (2016, อ้างอิงใน ชลาธิป สมาธิโต , 2562) ได้แก่ 1) เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ 2) วิเคราะห์คุณค่าของบทเรียนที่มีอยู่ 3) กำหนดลำดับขั้นตอนของกิจกรรม ตั้งคำถามและปัญหาและ 4) ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.67$ แบบกลุ่มหนึ่งต่อหนึ่ง มีประสิทธิภาพ (E1 /E2) เท่ากับ 72.92/73.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ 75/75 และแบบกลุ่มเล็ก เท่ากับ 76.81/75.56 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75
2. นักเรียนมีความฉลาดทางสุขภาวะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}= 4.60$, S.D = 0.03)

งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรกุล (2564) ได้ศึกษา การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีและผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน จากโรงเรียนที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ได้ โดยนักเรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดีที่สุดสำหรับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้ตรงลงมาตามลำดับ

กุลธิดา ชนาภิมุข (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง

การเจริญเติบโตของพืช โดยการวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชและเพื่อศึกษาผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยใช้เครื่องมือเก็บข้อมูลวิจัยจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยหาค่าเฉลี่ยและร้อยละและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลและวิธีรวบรวมข้อมูล จากการวิเคราะห์ผลพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช จะต้องเริ่มต้นด้วยการสร้างความสนใจด้วยปัญหาสิ่งแวดล้อม ค้นคว้า ระดมความคิด และตัดสินใจหาแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน โดยนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ส่วนใหญ่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับผลการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่เพิ่มสูงขึ้นตามวงจรโดยสมรรถนะที่มีการพัฒนามากที่สุด คือ การแปลความหมายข้อมูล

กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์ (2563) ได้ทำการศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินและใบกิจกรรมของนักเรียน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรมของนักเรียน ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานควรมีลักษณะดังนี้ 1) จัดแบ่งกลุ่มทำงาน ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ครูเสนอปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ ระบупัญญา แยกแยะประเด็นปัญหา 3) ขั้นระดมสมอง นักเรียนเลือกปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเองนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ 4) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนดำเนินการทดลอง และ 5) ขั้นสรุปประเด็นปัญหา นักเรียนนำเสนอผลการทดลองและสรุปแนวทางการแก้ปัญหา และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

วรรณิสา ร้อยกรอง (2562) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจำนวน 3 วงจร กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัยภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 49 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานตามแนวคิดสะเต็มใบกิจกรรมแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน และแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สถิติที่ใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละและการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงาน เป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริงโดยเริ่มต้นจากผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจนเข้าใจง่ายไม่ ซับซ้อนใกล้ตัวนักเรียนและต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆได้ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นระหว่างทำ กิจกรรมให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มผู้สอนเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย ให้คำแนะนำและทำหน้าที่อำนวยความสะดวกกำหนดเกณฑ์ในการทำกิจกรรมต่างๆ ให้ชัดเจน ยืดหยุ่นเวลาทำกิจกรรมตามความเหมาะสมส่วนผลการศึกษารู้อย่างวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมิน การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกสมรรถนะโดยก่อน เรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ48.57 และหลังเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 56.73 และจากใบกิจกรรม พบว่านักเรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ77.83 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ66.67 คะแนน และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ54.33 ตามลำดับ

พุทธิธร บวรณสดีวงศ์ (2562) ได้ศึกษา การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ใน เชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบ ย่อยอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อ โฆษณา 2) ศึกษาผลของการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลจาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ปีการศึกษา 2559 เครื่องมือการวิจัยประกอบด้วย 1)

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่องการย่อยอาหาร 2) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู 3) แบบทดสอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณาประกอบด้วย การกระตุ้นความรู้เดิมด้วยสื่อโฆษณา การสะท้อนคำโฆษณาที่มีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์เทียมประกอบอยู่ภายในสื่อโฆษณา การนำเข้าสู่ประเด็นการย่อยอาหารโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของสื่อโฆษณา การศึกษาเนื้อหา การประเมินความเสี่ยงสื่อโฆษณาผ่านบทบาทสมมติ การประยุกต์ใช้ความรู้สร้างชิ้นงาน การนำเสนอชิ้นงาน และการสะท้อนคิดเพื่อเห็นความคิดที่เปลี่ยนแปลงไปจากการสะท้อนคำโฆษณา 2) ผลของการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าอยู่ที่ระดับ 3 และ 4 ตามลำดับ

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานและการพัฒนาความฉลาดรู้ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ บริบทหรือใกล้เคียงกับนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ มีการแนะนำสื่อที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้และส่งเสริมให้เลือกสื่อที่เหมาะสมกับข้อมูลในการนำมาอธิบายปรากฏการณ์ ควรทบทวนและกำหนดประเด็นนำเสนอให้ชัดเจน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน รวมไปถึงการประเมินผู้เรียนในรูปแบบที่หลากหลาย สามารถช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงไปสู่การอธิบายต่อปรากฏการณ์หลักได้ดี และยังพบอีกว่านักเรียนที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์มีแนวโน้มในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนและการพูดเพิ่มขึ้นหลังจากมีการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานโดยภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานและการรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

Khoirotul Islakhiyah, Sutopo Sutopo, Lia Yulianti (2017) ได้ศึกษาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงผ่านการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายเรื่อง แสง ผ่านการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน การศึกษานี้ให้วิธีวิจัยแบบผสมผสานร่วมกับแบบจำลองการทดลอง ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น school 3 Malang อินโดนีเซีย ด้วยการทดสอบ สัมภาษณ์ และสังเกตรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์คะแนนก่อนและหลังการทดสอบ ด้วยเปรียบเทียบผล t-test ตัวอย่าง N-gain score และ d-effect size การวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบก่อนเรียนและคะแนน N-gain ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 แบบเพียร์สัน. คุณภาพของวิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายตามองค์ประกอบที่ประกอบด้วยของการอ้างสิทธิ์ หลักฐาน และการให้เหตุผล ผลปรากฏว่า คะแนนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยของนักเรียนมีนัยสำคัญ ปรับปรุงจาก 1.39 ในการทดสอบก่อนเรียนเป็น 5.68 ในหลังการทดสอบ

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นหลังจากการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ในหัวข้อเรื่องแสง การปรับปรุงเกิดขึ้นปัญหาที่กำหนดทั้งหมด คุณภาพของสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นสู่หมวดหมู่ที่สูงขึ้น การเพิ่มขึ้นนี้เกิดขึ้นเพราะนักเรียนฝึกเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบกับมุม-องศาสะท้อนของกระจกเครื่องบิน ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหในกระจกขนานและผลของระยะวัตถุถึงคุณสมบัติและระยะห่างของภาพถ้าวัตถุวางไว้หน้ากระจกเว้าหรือกระจกนูนเมื่อพัฒนาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาฝึกฝนการพัฒนาการอ้างสิทธิ์ตามการสังเกตปรากฏการณ์ระหว่างการสอบสวน นักศึกษาด้วยฝึกค้นหาหลักฐานจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมผ่านการสอบสวน คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นถึงหมวดหมู่ที่สูงขึ้น จึงสรุปได้ว่าประโยชน์ของการเรียนรู้ในการพัฒนาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากนักเรียนเท่าเทียมกันเพราะนักเรียนทุกคนมีเหมือนกันโอกาสในการฝึกเตรียมคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการสังเกตปรากฏการณ์ในระหว่างการสอบสวน

Valanne, Al Dhaheri, Kylmalahti, & Sandholm-Rangell (2017) ผู้วิจัยได้ศึกษา รูปแบบการเรียนรู้ที่เรียกว่า Abu Dhabi School Model (ADSM) ซึ่งตั้งใจที่จะค้นหาผลกระทบเชิงบวกของการบูรณาการ PhenoBL กับการเล่นเรื่องเกี่ยวกับทักษะการอ่านของนักเรียนและการพัฒนาแรงจูงใจในการอ่านของนักเรียน ผู้วิจัยศึกษาโดยการสร้างหลักสูตรที่มีวิธีการข้ามหลักสูตรแบบองค์

รวมถึงการสร้างเรื่องราวขึ้นมา ผู้วิจัยเลือกเรื่องราวคลาสสิกสำหรับเด็ก และนำผลลัพธ์ที่ได้รวมกับการอ้างอิงจากเรื่องราวต่างๆ เพื่อสร้างภาพแบบองค์รวม หลังจากทำการศึกษาเป็นเวลาสามภาคเรียนแล้ว ผลการวิจัยพบว่าทักษะการอ่านของนักเรียนได้รับการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่นักเรียน (30%) บรรลุระดับการอ่านเกินช่วงวัยในระหว่างภาคเรียนที่สอง นักเรียนมีแรงจูงใจในการอ่านและเรียนรู้จากเรื่องราวมากขึ้น

Eşref AKKAŞ and Cevat EKER (2021) ได้ศึกษา ผลของแนวทางการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์เป็นฐานที่มีต่อการรับรู้ทางอภิปัญญาของนักเรียน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดำเนินการตามแนวทางการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ที่มีต่อระดับความตระหนักในอภิปัญญาของนักเรียน ใช้การออกแบบกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดสอบของวิธีการทดลอง ดำเนินการศึกษาในตัวอย่างนักเรียนจำนวน 60 คน กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2562-2563 ในขณะที่ "แนวทางการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์" ถูกนำมาใช้ในกลุ่มทดลอง การสอนแบบดั้งเดิมถูกใช้ในกลุ่มควบคุม ในงานวิจัยนี้ มีการใช้มาตราส่วน "การตระหนักรู้อภิปัญญา" ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากมาตราส่วนถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่อยู่ในความดูแลด้วยการผลการทดสอบ t-test และเมื่อคะแนนก่อนการทดสอบของนักเรียนและคะแนนหลังการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแนวทางการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความตระหนักในอภิปัญญาของนักเรียน จากผลการวิจัยพบว่า เนื่องจากแอปพลิเคชันที่สนับสนุนโดยวิธีการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์เป็นฐานมีผลในเชิงบวกต่อการรับรู้ทางอภิปัญญาของนักเรียน จึงควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าบทเรียนมีโครงสร้างตามแนวทางการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์และการรับรู้อภิปัญญาของนักเรียนเพิ่มขึ้นโดยใช้กิจกรรมที่สนับสนุนโดยวิธีการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ในหลักสูตรต่างๆ

Prima Warta Santhalia and Lia Yulianti (2021) ได้สำรวจความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตามปรากฏการณ์เป็นฐาน ได้กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์คือความสามารถในการมีส่วนร่วมในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้สำรวจทักษะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตามปรากฏการณ์บนการขยายแนวคิด การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการด้วยวิธีผสมผสานกับการออกแบบแบบจำลองการทดลองแบบฝังข้อมูลถูกเก็บรวบรวมโดยการทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดกับนักเรียน จากนั้นวิเคราะห์โดยใช้ Mann-Whitney U-Test ในเชิงปริมาณ และใช้เกณฑ์การประเมิน Bybee (1997) ในเชิงคุณภาพ จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากหมวด SI (ไม่มีความรู้วิทยาศาสตร์) (96.88%) เป็น CSL (มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์) (46.88%) สรุปได้ว่าการเรียนรู้จากประสบการณ์โดยอาศัยปรากฏการณ์นั้นมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นจึงต้องการความพยายามมากขึ้นในการปรับปรุง

และเพิ่มทักษะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการบูรณาการความสามารถการรู้วิทยาศาสตร์ใน
ขณะที่นำการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในโรงเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานและ
การพัฒนาความฉลาดรู้ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะไม่ว่าจะเป็น การพัฒนาคำอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์ ทักษะการอ่าน และการรับรู้ข้อปฏิบัติของนักเรียนเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานนั้นเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียน
ได้ฝึกทักษะการคิด การอ่าน จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่สามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะด้านการ
ฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่องนี้



บทที่ 3

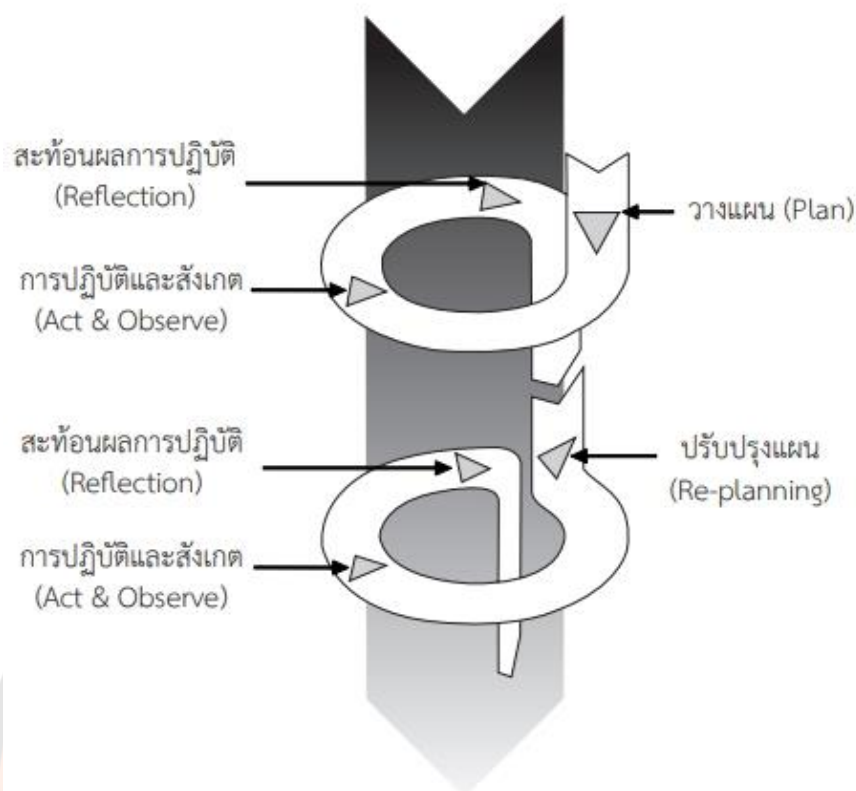
วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 และศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

กระบวนการดำเนินการงานการวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ตามแนวคิด Kemmis & McTaggart (1988 : 11) ประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (planning) 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (action) 3) สังเกตการณ์ (observation) และ 4) สะท้อนกลับ (reflection) กระบวนการ และผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (re - planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ เป็นดังแสดงรายละเอียดตามภาพที่ 8



ภาพ 8 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart

ที่มา : Kemmis & McTaggart (1988 : 11) อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ , 2558

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน 25 คน ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก ซึ่งได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

บริบทของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนที่มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดตากและนักเรียนชาติพันธุ์ พื้นฐานครอบครัวส่วนใหญ่ของนักเรียน ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและต้องช่วยเหลือผู้ปกครองในการประกอบอาชีพ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่กับบิดา-มารดา โดยบิดา-มารดาไปทำงานต่างจังหวัด ส่วนตัวนักเรียนอยู่กับตา ยาย ญาติ พี่น้อง หรือนายจ้าง นักเรียนส่วนใหญ่เป็นนักเรียนยากจน ยังขาดอุปกรณ์การเรียนและเครื่องมือที่ให้การเข้าเรียนออนไลน์จะสามารถหยิบยืมจากผู้ปกครองมาใช้ได้ เป็นครั้งคราวหากผู้ปกครองไม่ได้ไปทำงาน ทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่ต่อเนื่องเท่าที่ควร และนักเรียนไม่เคยเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมาก่อน

บริบทของห้องเรียน การจัดการเรียนการสอน ณ สถานที่ตั้งของโรงเรียน ห้องเรียนถูกจัดให้นักเรียนนั่งเป็นโต๊ะเรียนเดี่ยว รักษาระยะห่าง 1-2 เมตร สามารถจัดการเรียนการสอนเป็นกลุ่มย่อยได้ 5-6 คน ภายใต้มาตรการป้องกัน คือนักเรียนต้องสวมแมสป้องกันตลอดระยะเวลาการจัดการเรียนการสอนของครู ภายในห้องเรียน มีสมาร์ททีวี ขนาด 55 นิ้ว มีกระดานไวท์บอร์ด มีสัญญาณไวไฟแต่สามารถเชื่อมต่อไปบางช่วงเวลาเนื่องจากสภาพพื้นที่ทำให้สัญญาณไวไฟมีเสถียรภาพที่ควร

บริบทโรงเรียน งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัย ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก เป็นโรงเรียนขยายโอกาสขนาดกลาง ตั้งอยู่บนพื้นที่สูงและถิ่นทุรกันดาร เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล 2 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 264 คน มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2 ห้อง สำหรับชั้นประถมศึกษา 1 ห้อง และชั้นมัธยมศึกษา 1 ห้อง การจัดการศึกษาปีการศึกษา 2564 ยังคงมีสถานการณ์การแพร่ระบาดและติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และตามประกาศของ ศบค.จังหวัดตาก เป็นพื้นที่ควบคุมสูงสุดและเข้มงวด ภายใต้มาตรการป้องกัน หากมีสถานการณ์การแพร่ระบาดและการติดเชื้อไวรัสโคโรนาภายในชุมชน จะต้องปิดโรงเรียนและเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ จะสามารถเปิดโรงเรียนให้กลับมาเรียน ณ สถานที่ตั้งของโรงเรียนได้ เมื่อผู้สัมผัสเสี่ยงสูงพ้นระยะเวลากักตัว 7 – 14 วัน รูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ครูจัดการเรียนการสอนผ่านโปรแกรม google meet ควบคู่ไปกับการแจกใบงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้ออกแบบตามคำถามวิจัย รายละเอียดดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรเป็นอย่างไร

เครื่องมือวิจัยได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 แผน ดังนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1 พายุฝนฟ้าคะนอง
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2 พายุหมุนเขตร้อน
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้หรือไม่ อย่างไร

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แก่

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แบบวัดที่ใช้สำหรับวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งจัดทำขึ้นตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 และแนวทางการพัฒนาสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ของ สสวท. โดยผู้วิจัยเลือกใช้ ระดับสมรรถนะ 2 และระดับ 3 เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเป็นพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เข้าร่วมวิจัยในอนาคตประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (โควิด-19) ในพื้นที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ไม่ต่อเนื่องจากการ เปิด-ปิด ของโรงเรียน ผู้วิจัยจึงคิดว่าสมรรถนะระดับ 2 และ 3 มีความเหมาะสมกับผู้เข้าร่วมวิจัยมากที่สุด

2.2 ใบกิจกรรม

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยมีวิธีการสร้างเครื่องมือวิจัยตามคำถามวิจัยดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวน 3 แผน 12 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา โดยวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว21102) เนื้อหาสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

1.2 ศึกษาบริบทและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากกรอบการประเมิน ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 ร่วมกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง สสวท. (2564)

1.3 ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 แผน เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานประกอบด้วย

- 1.4.1 ชื่อเรื่อง
- 1.4.2 ตัวชี้วัด
- 1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.4.4 สารสำคัญ
- 1.4.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
- 1.4.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้
- 1.4.7 การวัดและประเมินผล

แสดงรายละเอียดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 6 และ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 7

1.5 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 1 ท่าน ครูชำนาญการพิเศษที่สอนวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนต้น จำนวน 1 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม การวัดประเมินผล ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายและนิยามศัพท์เฉพาะ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 102-103) ในแบบประเมินความเหมาะสมดังนี้

- 5 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อย
- 1 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 นำคะแนนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลความหมายโดยนำค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 ที่ระดับความเหมาะสมมากเป็นต้นไปและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ที่ใช้ในการวิจัยมีค่าเท่ากับ 4.46, 4.56 และ 4.52 ตามลำดับ ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66, 0.66 และ 0.69 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ แสดงในภาคผนวก ข

1.8 ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นการตรวจสอบข้อคำถามให้วัดได้ครอบคลุมตัวแปรที่กำหนด

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ตาราง 6 แสดงชื่อแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แผน ที่	แผนการ จัดการเรียนรู้	ปรากฏการณ์ ที่ใช้	เนื้อหาสาระ	จำนวน ชั่วโมง
1	พายุฝนฟ้า คะนอง	ปรากฏการณ์ พายุลูกเห็บ	- พายุฝนฟ้าคะนอง เกิดจากการที่อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเคลื่อนที่ขึ้นสู่ระดับความสูง ที่มีอุณหภูมิต่ำลง จนกระทั่งไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำ และเกิดต่อเนื่องเป็นเมฆขนาดใหญ่ พายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดฝนตกหนัก ลมกรรโชกแรง ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน - การพยากรณ์อากาศเป็นการคาดการณ์ลมฟ้าอากาศ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยมีการตรวจวัดองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศระหว่างพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างคำพยากรณ์อากาศ - การพยากรณ์อากาศสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคม การเกษตร การป้องกัน และเฝ้าระวังภัยพิบัติ ทางธรรมชาติ	4

ตาราง 6 (ต่อ)แสดงชื่อแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แผน ที่	แผนการ จัดการเรียนรู้	ปรากฏการณ์ ที่ใช้	เนื้อหาสาระ	จำนวน ชั่วโมง
2	พายุหมุนเขตร้อน	ปรากฏการณ์ พายุเอนจิน	- พายุหมุนเขตร้อนเกิดปะทุขึ้นจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 26-27 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ทำให้เกิดอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงบริเวณนั้นเคลื่อนที่สู่ชั้นอย่างรวดเร็ว เป็นบริเวณกว้าง อากาศจากบริเวณอื่นเคลื่อนเข้ามาแทนที่และพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางของพายุยิ่งใกล้ศูนย์กลาง อากาศจะเคลื่อนที่พัดเวียนเกือบเป็นวงกลมและมีอัตราเร็วสูงที่สุด พายุหมุนเขตร้อนทำให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง ฝนตกหนักซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงควรปฏิบัติตนให้ปลอดภัยโดยติดตามข่าวสารการพยากรณ์อากาศ และไม่เข้าไปอยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงภัย - การพยากรณ์อากาศเป็นการคาดการณ์ลมฟ้าอากาศ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยมีการตรวจวัดองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศระหว่างพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างคำพยากรณ์อากาศ - การพยากรณ์อากาศสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคม การเกษตร การป้องกัน และเฝ้าระวังภัยพิบัติ ทางธรรมชาติประหยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ	4

ตาราง 6 (ต่อ)แสดงชื่อแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แผน ที่	แผนการ จัดการเรียนรู้	ปรากฏการณ์ ที่ใช้	เนื้อหาสาระ	จำนวน ชั่วโมง
3	การ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	ปรากฏการณ์ โลกร้อนและ ภาวะเรือน กระจก	- ภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยปัจจัยทางธรรมชาติ แต่ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุด ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักรคาร์บอน - การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับทะเล การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรน้ำ การเกิดโรคอุบัติใหม่และอุบัติซ้ำ และการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น มนุษย์จึงควรเรียนรู้แนวทางการปฏิบัติตนภายใต้สถานการณ์ดังกล่าว ทั้งแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและแนวทางการลดกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	4

ตาราง 7 แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้		ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
พายุฝนฟ้าคะนอง		
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (A1) 2. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ (A3) 3. อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4)
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		5. แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
พายุหมุนเขตร้อน		
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (A1) 2. ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย (A2) 3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ (A3) 4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A4) 5. อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)

ตาราง 7 (ต่อ) แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้		ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 พายุหมุนเขตร้อน	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	
		6. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B3)
		7. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4)
	สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	
		8. แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก		9. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป (C2)
		10. ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (C3)
	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	
		1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (A1)
		2. ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย (A2)
		3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ (A3)
		4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A4)
		5. อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)

ตาราง 7 (ต่อ) แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โลก	6. สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B1) 7. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (B2) 8. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B3) 9. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4) 10. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย (B5) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 11. แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบอื่น (C1) 12. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป (C2) 13. ระบุดัชนีชี้วัดพื้นฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (C3) 14. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น (C4) 15. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (C5)

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ของครูตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้ โดยผู้ให้ข้อมูล คือ ครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย เพื่อสะท้อนผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยเป็นการเขียนสะท้อนผลแบบอิสระตามหัวข้อที่กำหนดมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกที่จะได้รับการสะท้อนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.2 สร้างแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามขอบเขตที่กำหนดดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานได้แก่ 1) เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ 2) วิเคราะห์หรือรณประโยชน์ของบทเรียน 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) สังเคราะห์และลงข้อสรุป 5) ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย โดยบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่าแต่ละขั้น มีจุดเด่น จุดด้อย ปัญหาและอุปสรรคที่พบ ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม และสรุปผลหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.3 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ

2.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะ

2.5 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปใช้เก็บข้อมูล

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และเปลี่ยนแปลงลม ฟ้า อากาศ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แบบวัดที่ใช้สำหรับวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งจัดทำขึ้นตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อนและแบบเขียนตอบอิสระ โดยวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1.1 ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 และการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง สสวท.

2.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากหนังสือเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 ออกแบบโครงสร้างของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 และการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง สสวท. ประกอบด้วย 1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม โดยนักเรียนเลือกหนึ่งคำตอบจาก 4 ตัวเลือก 2) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน มีลักษณะการตอบคำถาม โดยนักเรียนเลือกตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งหมดในชุดคำถามนั้น และการเลือกหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้และอธิบายการตอบคำถาม 3) ข้อสอบแบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม โดยนักเรียนเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค) ดังแสดงในตาราง 8

2.1.4 ดำเนินการจัดสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 จำนวน 15 ข้อ สำหรับใช้เป็นข้อสอบหลังเรียนโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ ถ้าตอบถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้าตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน
- 2) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ถ้าตอบถูกต้องทั้งหมดให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกแต่ไม่ครบทุกข้อให้ 1 คะแนน หรือตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน
- 3) ข้อสอบแบบเขียนตอบ ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2.1.5 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องในการประเมินความฉลาดรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาถึงความเห็นดังนี้

+1	หมายถึง	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะ
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะ
-1	หมายถึง	ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะ

จากนั้นทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item-objective congruence)

เป็นรายข้อซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ (เอื้อมพร หลินเจริญ, 2554)

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

เมื่อ IOC	แทนค่า	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับสมรรถนะ
$\sum R$	แทนค่า	ผลรวมคะแนนจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละข้อ
N	แทนค่า	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากแบบทดสอบข้อใดมีค่าดัชนี IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบทดสอบข้อนั้นหรือตัวบ่งชี้นั้นสอดคล้อง กับจุดมุ่งหมาย/เนื้อหาที่มุ่งวัด สามารถนำไปทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับสมรรถนะทุกข้อเนื่องจากมีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.5 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 แปลผลได้ว่ามีความสอดคล้องในการประเมินความฉลาดรู้และความถูกต้องของเนื้อหา แสดงดังภาคผนวก ค

2.1.6 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นฉบับสมบูรณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับปรุงข้อคำถามให้ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงดำเนินการแก้ไขเนื้อหาและตัวเลือกให้ถูกต้องตามสมรรถนะย่อยที่ สสวท. กำหนด

2.1.7 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์การสร้างแบบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

บริบท/ สถานการณ์	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ระดับ บริบท	ลักษณะ ข้อสอบ	จำนวน ข้อ
ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติ	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)	ระดับ ท้องถิ่น	เขียนตอบ	1
	A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล			
	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)	ระดับโลก	เลือกตอบ	1
ความรื้อนกับ ภาวะโลกร้อน	A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย		เชิงซ้อน	
	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)	ระดับโลก	เลือกตอบ	1
	A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้		เชิงซ้อน	
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)	ระดับโลก	เลือกตอบ	1
	B1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้			
	B2 สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์			
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)	ระดับโลก	เขียนตอบ	1
	B2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์			
	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)	ระดับโลก	เลือกตอบ	1
	C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป		เชิงซ้อน	

ตาราง 8 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์การสร้างความสมดุลด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

บริบท/ สถานการณ์	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		ระดับ	ลักษณะ	จำนวน
			บริบท	ข้อสอบ	ข้อ
พายุ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)		ระดับท้องถิ่น	เขียนตอบ	1
	C3 ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์				
	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)		ระดับท้องถิ่น	เลือกตอบ	1
ปรากฏการณ์ เรือนกระจก	C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย				
	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)		ระดับโลก	เลือกตอบ	1
	A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม				
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)		ระดับโลก	เลือกตอบ	1
	C1 แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น				
	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)		ระดับโลก	เขียนตอบ	1
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)	A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย				
	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)		ระดับโลก	เลือกตอบ	1
	C4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับ ที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น				

ตาราง 8 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์การสร้างแบบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

บริบท/ สถานการณ์	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ระดับ	ลักษณะ	จำนวน
		บริบท	ข้อสอบ	ข้อ
ชาวประมง	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) B3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	ระดับ ท้องถิ่น	เลือกตอบ	1
	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) B4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	ระดับ ท้องถิ่น	เลือกตอบ เชิงซ้อน	1
	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (B) B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	ระดับ ท้องถิ่น	เขียนตอบ	1

2.2 ใบกิจกรรมของนักเรียน เป็นใบกิจกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใบกิจกรรมจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษาตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.2 ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว21102 เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ใบกิจกรรมระหว่างเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมการบันทึกสิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้และการนำความรู้ไปใช้ กิจกรรมทำเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ และ กิจกรรมการสืบค้นข้อมูล ส่วนที่ 2 ใบกิจกรรมเพื่อวัดสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระหว่างเรียน

2.2.3 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียนตามความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.4 เสนอใบกิจกรรมต่ออาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ

2.2.5 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของใบกิจกรรม โดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของ 1) ใบกิจกรรม 2) ตรวจสอบความสอดคล้องของใบกิจกรรมแบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

1) ตรวจสอบความเหมาะสมของใบกิจกรรมเพื่อประเมินความถูกต้องด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา ด้านภาษาและด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในใบกิจกรรม เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 102-103) ในแบบประเมินความเหมาะสมดังนี้

5 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมาก

3 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อย

1 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นำคะแนนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลความหมายโดยนำค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

ใบกิจกรรมประกอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 ที่ระดับความเหมาะสมมากเป็นต้นไปและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ซึ่งใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนที่ใช้ในการวิจัยมีค่าเท่ากับ 4.38, 4.43 และ 4.57 ตามลำดับ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.46 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58, 0.49 และ 0.58 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน มีระดับความเหมาะสมมาก สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ แสดงในภาพผนวก ง

ผู้วิจัยปรับปรุงใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นเกี่ยวกับข้อคำถามที่ยังไม่ชัดเจนให้มีความชัดเจนในการถามคำถามกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

2) ตรวจสอบความสอดคล้องของใบกิจกรรมแบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในแบบประเมินสมรรถนะ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาองความเห็นดังนี้

+1	หมายถึง	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะ
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะ
-1	หมายถึง	ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะ

จากนั้นทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item-objective congruence) เป็นรายข้อซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ (เอี่ยมพร หลินเจริญ, 2554)

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

เมื่อ IOC	แทนค่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับสมรรถนะ
$\sum R$	แทนค่า ผลรวมคะแนนจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละข้อ
N	แทนค่า จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากแบบทดสอบข้อใดมีค่าดัชนี IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบทดสอบข้อนั้นหรือตัวบ่งชี้ที่สอดคล้อง กับจุดมุ่งหมาย/เนื้อหาที่มุ่งวัด สามารถนำไปทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับสมรรถนะทุกข้อเนื่องจากมีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.5 ซึ่งมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.78, 0.77 และ 0.69 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 แปลผลได้ว่ามีความสอดคล้องในการประเมินความฉลาดรู้และความถูกต้องของเนื้อหา แสดงดังภาคผนวก จ

- ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นฉบับสมบูรณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับปรุงข้อคำถามให้ชัดเจนและสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงดำเนินการแก้ไขเนื้อหาและตัวเลือกให้ถูกต้องตามสมรรถนะย่อยที่ สสวท. กำหนด

2.2.6 นำ 1) ใบกิจกรรม 2) แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติในชั้นเรียน 4 ขั้นตอนโดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. **ขั้นการวางแผน** ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์สภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย

2. **ขั้นปฏิบัติ** ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน เวลาที่ใช้ทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ในเนื้อหาต่อไปนี้ 1) พายุฝนฟ้าคะนอง 2) พายุหมุนเขตร้อน 3) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

3. **ขั้นสังเกต** ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียน ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหารวมถึงผลงานของนักเรียนโดยบันทึกลงแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

4. **ขั้นสะท้อนผล** ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย มาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จหรือเกิดปัญหาหรือไม่ ซึ่งทำการสะท้อนผลเมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจร เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรครั้งต่อไป จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนตามจุดประสงค์การวิจัยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 1 ท่าน การบันทึกข้อมูลจะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นและสรุปข้อมูลโดยการเขียนบรรยาย ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการทุกวงจร โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 อ่านผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามที่ผู้สะท้อนได้บันทึกลงในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

1.2 กระทำการจัดระเบียบข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

1.3 สร้างบทสรุปของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ เขียนข้อสรุปโดยให้มีความเชื่อมโยงกัน เพื่อรายงานผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้า อากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยสรุปเป็นจุดเด่น จุดที่ควรปรับปรุง และข้อเสนอแนะ

1.4 การยืนยันความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ โดยยืนยันความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคสามเส้า (Triangulation) ด้านแหล่งข้อมูลเนื่องจากผู้ให้ข้อมูลได้แก่ ครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย หลังจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจร

2. การวิเคราะห์พัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้จากเครื่องมือดังต่อไปนี้

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมคำตอบของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ สามารถวิเคราะห์โดยแยกตามสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2015 ซึ่งจะวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าร้อยละ (Percentage) โดยการให้คะแนนมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ ถ้าตอบถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้าตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ถ้าตอบถูกต้องทั้งหมดให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องไม่ครบทุกข้อให้ 1 คะแนน หรือตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3) ข้อสอบแบบเขียนตอบ ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องไม่ครบถ้วนให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

นำคะแนนจากการตรวจคำตอบมาหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละสมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

2.2 ใบกิจกรรมของนักเรียน

ข้อคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียนจะเป็นคำถามอัตนัยแบบเขียนตอบที่วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งการให้คะแนนมีรายละเอียดดังนี้ หากตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน หากตอบถูกต้องไม่ครบถ้วนให้ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน นำคะแนนจากการตรวจคำตอบมาหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละสมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

การยืนยันความน่าเชื่อถือของผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากใบกิจกรรมแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และใบกิจกรรมของนักเรียน วิเคราะห์โดยใช้ค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อพิจารณาถึงผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปเครื่องมือที่ใช้ในการตอบปัญหาวิจัย ผู้ให้ข้อมูลและการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 สรุปเครื่องมือวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือที่ใช้	ช่วงเวลาที่ใช้	ผู้ให้ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล	การตรวจสอบความน่าเชื่อถือ
1.แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรเป็นอย่างไร	1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง	ระหว่างการจัดการเรียนรู้	1. อาจารย์ที่ปรึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา	Content Analysis	การตรวจสอบแบบสามเส้า
	2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน		2. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา		ด้านแหล่งข้อมูล (Resource)
	3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก		3. ครูประจำการ		Triangulation)
	4. แบบบันทึกสะท้อนผล	ระหว่างการจัดการเรียนรู้	1. ผู้วิจัย 2. ครูประจำการ	Content Analysis	
2.จัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ส่งผลต่อความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หรือไม่ อย่างไร	1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	1. ระหว่างการจัดการเรียนรู้	1. ผู้วิจัย	การวิเคราะห์สถิติอย่างง่าย (การหาค่าร้อยละ)	การตรวจสอบแบบสามเส้า
	2 ใบกิจกรรม	2. หลังการจัดการเรียนรู้รอบที่ 3	2. นักเรียน		ด้านวิธีการ (Method)
					Triangulation)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 25 คน ผู้วิจัยได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำถามการวิจัยที่กำหนด

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรเป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้หรือไม่อย่างไร

จากการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายและคำถามวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำกรอบการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาในประเด็นที่ 1 ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จำนวน 12 ชั่วโมง และสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต รายละเอียดดังนี้

1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง

1.1.1 การวางแผนการจัดการเรียนรู้

จัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนองให้นักเรียนในเวลาเรียนปกติ โดยมีผู้เชี่ยวชาญร่วมในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

- 1) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากคณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
- 2) ศึกษานิเทศก์ชำนาญการจากสำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาตาก เขต 2 จำนวน 1 ท่าน
- 3) ครูผู้ที่มีประสบการณ์สอนในโรงเรียนจากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งใน อ.แม่สอด จ.ตาก จำนวน 1 ท่าน

ผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าควรมีการปรับปรุงข้อคำถามให้ชัดเจนและวัดได้ครอบคลุมตัวแปรที่กำหนด ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

สรุปได้ว่า ในขั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ ควรจะปรับปรุงข้อคำถามให้ครอบคลุม

1.1.2 การดำเนินการและสังเกต

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพายุฝนฟ้าคะนองที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปใช้จัดกิจกรรมในห้องเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 25 คน โดยมีการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ

ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยสถานการณ์สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาและระดับของผู้เรียนในเรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลม ฟ้า อากาศ ซึ่งปรากฏการณ์ที่เลือกใช้ในการจัดการเรียนการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพายุฝนฟ้าคะนอง คือ ปรากฏการณ์พายุลูกเห็บ ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์พายุฝนฟ้าคะนองโดยนำเสนอคลิปวิดีโอ เรื่อง Thunderstorm 101 ของ National Geographic ความยาว 3.37 นาที ผู้วิจัยตั้งคำถามให้กับผู้เรียนในประเด็นที่ว่า “พายุนี้มีลักษณะอย่างไร สร้างอันตรายต่อมนุษย์อย่างไรบ้าง” ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามและผู้วิจัยอภิปรายเกี่ยวกับคลิปวิดีโอร่วมกับผู้เรียน จากนั้นผู้วิจัยกล่าวถึงปรากฏการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองว่า “นอกจากพายุฝนฟ้าคะนองที่ทำให้ฝนตกหนัก ฟ้าผ่า ฟ้าร้องและยัง

มีปรากฏการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองร่วมด้วย” โดยผู้วิจัยนำเสนอคลิปวิดีโอข่าวปรากฏการณ์พายุลูกเห็บที่เกิดขึ้นภายในจังหวัด เรื่อง ลูกเห็บขนาดเท่าก้อนหินตก 2 หมู่บ้าน อ.แม่สวด จ.ตาก และ เรื่อง เปิดนาที่พายุฤดูร้อน ถล่มพื้นที่ อ.แม่สวด จ.ตาก เสียหาย 100 หลังคาเรือน ในคลิปวิดีโอข่าวจะนำเสนอสถานการณ์พายุฝนฟ้าคะนองที่มี พายุลมแรง ฝนตกหนัก และ มีปรากฏการณ์พายุลูกเห็บตกรุนแรง หลังจากนั้นผู้วิจัยตั้งคำถามกับผู้เรียนก่อนเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ ในขั้นที่ 2 ว่า “กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดปรากฏการณ์พายุลูกเห็บได้อย่างไร” เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์พายุลูกเห็บ

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขั้นที่ 1 ขั้นเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ ผู้วิจัยพบว่าสถานการณ์จากคลิปวิดีโอสารคดี เรื่อง Thunderstorm 101 ของ National Geographic เป็นคลิปสารคดีภาษาอังกฤษประกอบด้วยคำบรรยายภาษาไทย ผู้เรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่นำเสนอเป็นอย่างดี แต่เนื่องจากคลิปวิดีโอเป็นภาษาอังกฤษและมีคำบรรยายภาษาไทยประกอบ ทำให้ผู้เรียนอ่านเนื้อหาของสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอไม่ทัน และยังไม่เข้าใจถึงสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอ โดยผู้เรียนได้บอกว่าอ่านคำบรรยายตามไม่ทัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับชมอีกครั้ง โดยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะคอยหยุดคลิปวิดีโอเป็นช่วงๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้อ่านคำบรรยายในสารคดี โดยมีผู้วิจัยบรรยายเนื้อหาในสารคดีร่วมไปกับผู้เรียน จากนั้นผู้วิจัยตั้งคำถามให้กับผู้เรียนในประเด็นที่ว่า “พายุนี้มีลักษณะอย่างไร ส่งผลกระทบต่อมนุษย์อย่างไร” โดยคำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีตัวอย่างดังนี้

“...เป็นพายุฝนฟ้าคะนอง หรือ Thunder Storms” (S6, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

“...พายุฝนฟ้าคะนอง มีฝนตกหนัก ทำให้เกิดน้ำท่วม” (S11, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

“...พายุฝน มีฟ้าผ่า ฟ้าแลบ เกิดน้ำท่วมพืชผลทางการเกษตรเสียหาย” (S19, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

“...ช่วยให้อากาศเย็นขึ้น ถ้าตกหนักมากๆทำให้เกิดน้ำท่วมได้” (S20, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

“...มีฟ้าผ่า เป็นอันตรายต่อคน” (S22, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

จากการตอบคำถามของผู้เรียน ผู้วิจัยและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปข้อมูลจากสถานการณ์ที่นำเสนอได้ว่า

“...พายุฝนฟ้าคะนอง เป็นพายุฝนที่ตกพร้อมกับเกิดฟ้าแลบและฟ้าร้อง เกิดจากอากาศอุ่นในชั้นบรรยากาศด้านล่างสูงขึ้น ทำให้น้ำจากพื้นผิวระเหยขึ้น และก่อตัวเป็นก้อนเมฆขนาดใหญ่ อากาศเย็นและแห้งจากด้านบนดึงความชื้นในก้อนเมฆลงด้านล่างทำให้ฝนตก อาจเป็นอันตราย เช่น ฟ้าผ่าทำให้เกิดไฟไหม้ น้ำฝนที่มากเกิดไปทำให้เกิดน้ำท่วม”

จากการอภิปรายสรุปร่วมกันของผู้วิจัยและผู้เรียนเกี่ยวกับพายุฝนฟ้าคะนอง ผู้วิจัยจึงกล่าวถึงปรากฏการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองว่า “นอกจากพายุฝนฟ้าคะนองที่ทำให้ฝนตกหนัก ฟ้าผ่า ฟ้าร้องและยังมีปรากฏการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองร่วมด้วย” จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอปรากฏการณ์พายุลูกเห็บจากคลิปวิดีโอข่าวปรากฏการณ์พายุลูกเห็บในพื้นที่จังหวัดตาก เมื่อผู้เรียนรับชมจบแล้ว ผู้วิจัยตั้งคำถามกับผู้เรียนก่อนเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ว่า “กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดปรากฏการณ์พายุลูกเห็บได้อย่างไร” โดยจะให้นักเรียนได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าในขั้นต่อไป

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตพบว่าระยะเวลาของสถานการณ์ที่นำเสนอต่อผู้เรียนมีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยกำหนดเวลาไว้ 30 นาทีนั้นเพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 จุดเด่นในขั้นที่ 1 นี้ คือผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์และปรากฏการณ์ที่น่าสนใจต่อผู้เรียน สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนและเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียน มีความยาวของคลิปวิดีโอไม่นานเกินไปจนผู้เรียนรู้สึกเบื่อ ผู้เรียนสามารถตอบคำถามที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ และผู้วิจัยมีการอภิปรายและสรุปข้อมูลร่วมกันกับผู้เรียนเมื่อผู้เรียนได้รับชมสถานการณ์จบแล้ว ปัญหาหรืออุปสรรค การนำเสนอสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นวิดีโอภาษาอังกฤษร่วมกับคำบรรยายภาษาไทย ในครั้งแรกผู้เรียนอ่านคำบรรยายไม่ทันทำให้ผู้วิจัยต้องนำเสนอสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับชมอีกครั้ง จึงจะเข้าใจสถานการณ์ สอดคล้องกับความเห็นของครูผู้ร่วมสังเกต

“...คลิปวิดีโอพายุฝนฟ้าคะนอง Thunderstorm 101 ของ National Geographic มีการพากย์เป็นภาษาอังกฤษ ทำให้นักเรียนฟังไม่เข้าใจ” (ครูผู้ร่วมสังเกต แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

“...ผู้เรียนอ่านคำบรรยายจากในคลิปวิดีโอไม่ทัน จึงต้องเปิดคลิปวิดีโอซ้ำอีกครั้งและคอยหยุดเป็นช่วงๆ เพื่อให้ผู้เรียนอ่านคำบรรยาย” (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตได้
ข้อเสนอแนะและข้อปรับปรุงในขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

ผู้วิจัยควรเลือกคลิปวิดีโอ ที่เป็นภาษาไทย หากเป็นคลิปวิดีโอที่มีคำบรรยายภาษาไทย
ครูผู้สอนจะต้องคอยหยุดวิดีโอเป็นช่วง ๆ เพื่อในผู้เรียนอ่านคำบรรยายได้ทันหรือผู้วิจัยบรรยาย
เนื้อหาในคลิปวิดีโอร่วมกับการเปิดคลิปวิดีโอไปพร้อมกัน หรือครูผู้สอนส่งลิงก์คลิปวิดีโอที่ใช้ประกอบ
ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาล่วงหน้าเพื่อทำความเข้าใจและกระชับเวลาในการดำเนิน
กิจกรรม โดยคลิปวิดีโอควรมีความยาวประมาณไม่เกิน 10 นาที เพื่อไม่ทำให้ผู้เรียนเบื่อและไม่สนใจ
ต่อสถานการณ์ที่นำเสนอ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม แล้วแจกเอกสารใบกิจกรรมที่ 1
สิ่งที่จะได้เรียนรู้และนำไปใช้ โดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์
อรรถประโยชน์ของบทเรียน จากปรากฏการณ์พายุลูกเห็บที่นำเสนอในขั้นตอนที่ 1 ให้ผู้เรียนร่วมกัน
พิจารณาว่าหากได้เรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์พายุลูกเห็บนี้แล้ว ผู้เรียนจะได้อะไรจากศึกษา
ปรากฏการณ์พายุลูกเห็บและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้เกี่ยวกับเรื่องใด เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน
วิเคราะห์อรรถประโยชน์แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้า
คะนอง จากนั้นผู้วิจัยและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม
และลำดับความสำคัญของเนื้อหาที่ต้องการดำเนินการศึกษา ลำดับที่ 1-3

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน
ในการวิเคราะห์อรรถประโยชน์ ผู้เรียนยังไม่เข้าใจว่าผู้วิจัยต้องการให้บันทึกอะไรลงในตารางใบ
กิจกรรมที่ 1 ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมการวิเคราะห์อรรถประโยชน์ให้กับผู้เรียน ดังนี้

“...ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์พายุลูกเห็บและการนำความรู้
ไปใช้โดยผู้วิจัยยกตัวอย่าง เช่น สิ่งที่เราคาดว่าจะได้เรียนรู้ คือ กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง การนำ
ความรู้ไปใช้ คือ การพยากรณ์การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง”

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์อรรถประโยชน์ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้	การนำความรู้ไปใช้	ลำดับความสำคัญ
การเกิดไข่เข้าไข่แล้ว ฝังรัง	ทดสอบเรื่องกระแสไฟฟ้า	
การเกิดนางู	ทดสอบ กระแสไฟฟ้าตามสวน	
เขม	การก่อตัวของเขม	
อากาศ	ได้รู้จักชั้นบรรยากาศต่างๆ	
ฝน	ได้รู้การเกิดของเขมและฝน	
นขากรณ์อากาศ	ได้รู้เหตุการณ์ก่อนเกิดภัยธรรมชาติ	1
นางูฝนฟ้าคะนอง	ได้รู้จักกระบวนการเกิด	
หยาดฟ้าฟ้า	ได้รู้หยาดฟ้าฟ้าประเภทไหนบ้าง	
นางูสุกเห็น	รู้จักช่วงว่างหน้าท้องร่วงตัว	
นางูผสมเขมวัน	ได้รู้การเกิด	
นางูไข่ฝน	ได้รู้วงจรประจักษ์การเกิด	
นางูฤดูหนาว	ได้รู้เปลี่ยนแปลงฤดูหนาว	
ปรากฏการณ์เรือนกระจก	เหมาะกับการปลูกพืช	3
ภาวะโลกร้อน	ได้รู้การทำลายของมนุษย์	2
อากาศเป็นพิษ	ได้รู้การป้องกันตัวจากพิษและวิธี	

ภาพ 9 แบบบันทึกสิ่งที่คาดว่าจะได้เรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2
(G2, ใบกิจกรรมที่ 1, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

[illegible]

ภาพ 10 แบบบันทึกสิ่งที่คาดว่าจะได้เรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มที่ 4
(G4, ใบกิจกรรมที่ 1, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตพบว่าระยะเวลาในการทำกิจกรรมรวม 60 นาที ซึ่งมากกว่าระยะเวลาที่กำหนดไว้โดยในชั้นที่ 2 นี้ได้กำหนดระยะเวลาไว้ที่ 30 นาที ในด้านการวิเคราะห์หรือรถประโยชน์ของนักเรียน นักเรียนสามารถวิเคราะห์ถึงสิ่งที่คาดว่าจะได้เรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อกับสถานการณ์พายุฝนฟ้าคะนองและปรากฏการณ์พายุลูกเห็บได้หลากหลาย จุดเด่น คือผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์หรือรถประโยชน์หรือประเด็นที่สนใจจากตามความ

สนใจของผู้เรียนเอง มีการลำดับประเด็นตามความสนใจของผู้เรียน ด้านปัญหาหรืออุปสรรค ในชั้นตอนนี้ ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างดูซับซ้อนเนื่องจากผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เรียนวิเคราะห์ อรรถประโยชน์ก่อนเรียน แล้วผู้วิจัยจึงบรรยายเกี่ยวกับพายุฝนฟ้าคะนอง และให้ผู้เรียนวิเคราะห์ อรรถประโยชน์อีกครั้งหลังจากการบรรยายของผู้วิจัย ครูผู้ร่วมสังเกตจึงเสนอแนะว่า ผู้วิจัยควรลด ขั้นตอนการวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของนักเรียนเหลือเพียงครั้งเดียว โดยครูผู้วิจัยอาจจะดำเนินการ บรรยายก่อนแล้วจึงให้นักเรียนวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน สอดคล้องกับ คำกล่าวของครูผู้ ร่วมสังเกตแนะนำว่า

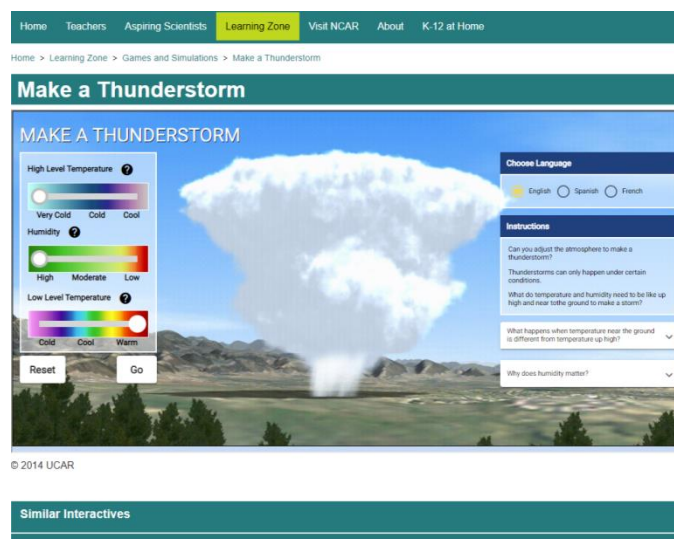
“...ครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนก่อนเพื่อที่นักเรียนจะได้ไม่สับสนกับขั้นตอนการ สอน แล้วค่อยให้นักเรียนได้วิเคราะห์อรรถประโยชน์ จากนั้นจึงค่อยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลต่อใน ขั้นตอนต่อไป” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตได้ ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงในขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน ดังนี้

1. ในขั้นที่ 2 ครูควรเริ่มดำเนินการจัดการเรียนการสอนก่อนที่นักเรียนจะได้วิเคราะห์ อรรถประโยชน์ เพื่อจะได้ประหยัดเวลา และไม่ต้องทำใบกิจกรรมที่ 1 ซ้ำ 2 รอบ
2. เพิ่มระยะเวลาในการทำกิจกรรมขั้นที่ 2 ขึ้นเนื่องจากครูผู้สอนต้องดำเนินการ บรรยาย หรืออธิบายร่วมไปในขั้นตอนนี้ จึงควรใช้เวลามากกว่าที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลตามที่แต่ละกลุ่มกำหนดไว้ โดยครูผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองผ่านกิจกรรมการทดลองด้วย Simulations เรื่อง Make a Thunderstorm



ภาพ 11 โปรแกรมจำลองสถานการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง

ที่มา : <https://scied.ucar.edu/interactive/make-thunderstorm>

ในกิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมกันทำกิจกรรมเพื่อกำหนดปัจจัยที่จะส่งผลให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง โดยมีตัวแปรในการทำให้เกิดเมฆคิวโมลนิมบัส คือ ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิในระดับสูง และอุณหภูมิในระดับต่ำ โดยผู้เรียนจะต้องกำหนดปัจจัยให้ถูกต้องจึงจะสามารถสร้างเมฆที่สามารถทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองขึ้นมาได้โดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 2 จากที่ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรม Make a Thunderstorm เพื่อศึกษาปัจจัยการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองแล้ว ผู้เรียนจึงร่วมกันดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับความสำคัญที่ได้เลือกไว้ก่อนหน้านี้ในใบกิจกรรมที่ 1

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขั้นตอนที่ 3 ผู้วิจัยพบว่า เนื่องจากเป็นโปรแกรมจำลองการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองของต่างประเทศซึ่งเนื้อหาข้างในเป็นภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยจึงต้องแปลเป็นภาษาไทยให้กับผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเข้าใจถึงรายละเอียดต่างๆ ในโปรแกรมจำลองแล้ว ผู้เรียนแต่ละกลุ่มให้ความสนใจในการร่วมกันกำหนดปัจจัยเพื่อสร้างสถานการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมการทดลองกำหนดปัจจัยนั้นผู้เรียนสอบถามถึงความถูกต้องของลักษณะเมฆที่ก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองว่า

“...จะต้องเป็นเมฆแบบใดที่ก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้” (G1, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

“...ครุฑของหนูไม่เกิดเมฆขึ้นเลยคะ จะต้องเป็นเมฆแบบนี้คะที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้” (G4, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

ผู้วิจัยได้ชี้แจงเกี่ยวกับลักษณะของเมฆที่ก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้นั้นมีอยู่ 2 ลักษณะคือเมฆคิวมูลัส และเมฆคิวโมโลนิมบัส ซึ่งเมฆคิวโมโลนิมบัสจะมีขนาดใหญ่กว่าและมีฝนตกหนัก สามารถทำให้เกิดปรากฏการณ์พายุลูกเห็บได้ จากนั้นผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนได้สังเกตลักษณะของเมฆของกลุ่มตนเองว่ามีลักษณะใด เกิดจากปัจจัยใดบ้าง โดยบันทึกผลการทดลองทั้ง 3 ครั้งลงในตารางของใบกิจกรรมที่ 2 เมื่อแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองจนครบแล้วผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปปัจจัยที่สามารถก่อให้เกิดเมฆที่ก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ในใบกิจกรรมที่ 2 ใน โดยผู้วิจัยสรุปผลการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียนอีกครั้ง

“...จากการดำเนินกิจกรรมการทดลอง อุณหภูมิระดับสูงมีความหนาวมาก มีความชื้นในอากาศสูง และอุณหภูมิอากาศระดับต่ำที่อบอุ่น จะก่อให้เกิดเมฆคิวโมโลนิมบัส มีฝนตกหนัก สามารถเกิดปรากฏการณ์พายุลูกเห็บได้ เทียบได้กับอากาศร้อนทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำได้มาก อากาศร้อนชื้นจะลอยตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึงระดับที่อุณหภูมิกอากาศต่ำ ไอน้ำเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำปริมาณมหาศาล เกิดเป็นเมฆขนาดใหญ่ และฝนตกหนัก”
(ผู้วิจัย, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการทดลองผ่านโปรแกรมจำลองนี้ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 30 นาที ทำให้การดำเนินการศึกษาค้นคว้าประเด็นที่น่าสนใจที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกำหนดไว้ไม่ได้ดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนกลับไปดำเนินการศึกษาค้นคว้าต่อบ้านเป็นการบ้าน

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาไว้ 90 นาที ในขั้นที่ 3 นี้มีเวลาเหลือเพียง 30 นาทีในการจัดกิจกรรม ไม่เพียงพอต่อการดำเนินการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนนำใบกิจกรรมไปดำเนินการศึกษาค้นคว้าต่อบ้านเป็นการบ้าน จุดเด่น โปรแกรมจำลอง Simulations เรื่อง Make a Thunderstorm ครูผู้วิจัยมีการดำเนินการอธิบายโปรแกรมจำลองซึ่งเป็นภาษาอังกฤษได้ละเอียดเพียงพอต่อการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน และผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับสถานการณ์การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถสรุปผลการดำเนินกิจกรรมได้สอดคล้องกับปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ได้ดังภาพ 12

สรุปผลการดำเนินงานกิจกรรม,
จากการทดลอง ที่อุณหภูมิระดับสูงหนาวมาก มีความชื้นสูง มีอุณหภูมิ
ระดับสูง ทำให้เกิดเมฆที่มีอายุสั้นขนาดกลางใหญ่
ครั้งที่ 1 มีอุณหภูมิระดับหนาวมาก ความชื้นสูง อุณหภูมิระดับต่ำเย็น
ทำให้เกิดเมฆมีอายุขนาดปานกลาง
ครั้งที่ 2 มีอุณหภูมิระดับสูงหนาว มีความชื้นสูง มีอุณหภูมิระดับต่ำเย็น
ผลที่เกิดขึ้น คือ ไม่มีเมฆเกิดขึ้น

ภาพ 12 การสรุปผลการดำเนินงานกิจกรรม ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

ปัญหาหรืออุปสรรค ระยะเวลาในการดำเนินงานไม่เพียงพอต่อการดำเนินการ
การศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกำหนดไว้ ครูผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นเพิ่มเติมในการ
จัดกิจกรรมขึ้น

“..กิจกรรม Make a Thunderstorm เข้าซ้อนกับที่ครูผู้วิจัยบรรยายในชั้นที่ 2 อาจจะ
นำกิจกรรมนี้ไปไว้ในชั้นที่ 2 ร่วมกับการบรรยายของผู้วิจัย เพื่อที่จะได้ประหยัดเวลาและกระบวนการ
จัดการเรียนรู้จะได้ต่อเนื่องจากการวิเคราะห์หรือรถประโยชน์ในชั้นที่ 2 โดยที่นักเรียนจะได้ดำเนินการ
การศึกษาค้นคว้าต่อเนื่องจากการวิเคราะห์ได้เลย” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
, 22 กุมภาพันธ์ 2565)

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตได้
ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงในชั้นที่ 3 ขึ้นดำเนินการค้นคว้าดังนี้

1. ครูปรับกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในตอนต้นของชั้นที่ 3 การทดลอง/กิจกรรม
ที่เตรียมไว้ไปรวมกับชั้นที่ 2 ที่ครูผู้สอนดำเนินการบรรยายหรืออาจจะใช้แทนการบรรยายของ
ครูผู้สอน

ชั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป

ในชั้นที่ 4 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการค้นคว้ามาร่วมกัน
อภิปรายภายในห้อง ผลจากการดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นดังภาพ 13 และภาพ 14

ประเด็นที่ 2 การควบแน่นของไอน้ำ

ผลการสืบค้นข้อมูล

การควบแน่น (Condensation) คือกระบวนการหนึ่งซึ่งแก๊สเปลี่ยนเป็นของเหลวตามทางกายภาพของสสาร เป็นกระบวนการที่ตรงกันข้ามกับการระเหย กล่าวคือของเหลวจะระเหยกลายเป็นแก๊สจนกระทั่งถึงจุดวิกฤตหรือ Critical Cycle ซึ่งถ้าไม่เกิดผลเช่นนี้ฝนในชั้นบรรยากาศก็ก่อตัวขึ้นไม่ได้จนเกิดเป็นเมฆและฝนในชั้นบรรยากาศโลก รวมถึงเกิดกลไกเริ่มต้นของวงจรน้ำที่ขับเคลื่อนชั้นดินชั้นน้ำอีกด้วย

ในวัฏจักรน้ำ กระบวนการหนึ่งคือการเปลี่ยนจากไอน้ำ (vapor) เป็นหยดในอากาศของเมฆหรือจากหยดน้ำค้าง ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อไอน้ำสัมผัสกับพื้นผิวที่เย็นกว่าในอากาศ ไอน้ำหรือสสารในอากาศ ของเหลวหรือแก๊สที่ไอน้ำจะเกิดแรงดึงดูดกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจนเกิดเป็นเม็ดน้ำ กระบวนการหนึ่งคือเป็นกระบวนการควบแน่นน้ำกลับ "การระเหย" (Vaporization) เมื่อกระบวนการเปลี่ยนทางของสสารจากของเหลวไปเป็นแก๊ส

กระบวนการควบแน่นเกิดขึ้นที่จุดควบแน่นหรือจุดน้ำค้าง (Dew Point) เมื่ออากาศอิ่มตัว (Saturated) จนกระทั่งไอน้ำในอากาศกลายเป็นของเหลวในรูปของเม็ดน้ำหรือของเหลวขนาดเล็กจนเกินไปในชั้นบรรยากาศโลก รวดเร็วขนาดนั้นมันคือไอน้ำ

เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อสรุปองค์ความรู้ดังนี้

1. กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองลักษณะใดที่ก่อให้เกิดพายุลูกเห็บขึ้นได้
2. ปัจจัยใดบ้างที่นักเรียนค้นพบเกี่ยวกับการเกิดพายุลูกเห็บ
3. เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บส่งผลกระทบอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต
4. เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บนักเรียนจะมีแนวทางปฏิบัติตัวอย่างไร

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนกิจกรรมในชั้นที่ 4 นี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน
ตอบคำถามที่ผู้วิจัยนำเสนอได้สอดคล้องกับข้อคำถามของครูผู้สอน ตัวอย่างการตอบคำถาม

1. กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองลักษณะใดที่ก่อให้เกิดพายุลูกเห็บขึ้นได้
“...เกิดจากเมฆคิวโมโลนิมบัส มีกระแสลมแรง” (G1, 24 กุมภาพันธ์ 2565)
“...ฝนที่ตกลงมาถูกพัดกลับขึ้นไปในเมฆรวมตัวกับฝุ่นและละอองน้ำแล้วตกลงมา
เป็นลูกเห็บ” (G3, 24 กุมภาพันธ์ 2565)
“...อากาศมีความชื้นมาก และมักเกิดในฤดูร้อน” (G5, 24 กุมภาพันธ์ 2565)
2. ปัจจัยใดบ้างที่นักเรียนค้นพบเกี่ยวกับการเกิดพายุลูกเห็บ
“...ฝนตกหนัก ลมพัดแรง และอากาศหนาวเย็น” (G3, 24 กุมภาพันธ์ 2565)
3. เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต
“...ทรัพย์สินเสียหาย หลังคาบ้านพัง พืชผลทางการเกษตรเสียหาย” (G4, 24
กุมภาพันธ์ 2565)
“...คนไม่มีที่อยู่อาศัย บ้านเรือนเสียหาย” (G2, 24 กุมภาพันธ์ 2565)
4. เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บนักเรียนจะมีแนวทางปฏิบัติตัวอย่างไร
“...อยู่ในบ้านไม่ออกไปข้างนอก ไม่เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า” (G2, 24 กุมภาพันธ์
2565)
“...ไม่อยู่ใกล้กระจกเพราะอาจจะแตกมาโดนตัวได้” (G5, 24 กุมภาพันธ์ 2565)

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันทำ Mind Mapping เกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุฝน
ฟ้าคะนอง การเอาชีวิตรอดจากพายุฝนฟ้าคะนอง และผลกระทบต่อสังคมโดยให้นักเรียนใช้เวลาว่าง
ในโรงเรียนร่วมกันทำเนื่องจากเป็นคาบสอบ 60 นาที ซึ่งผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมครบระยะเวลา 60 นาที
จึงต้องให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาว่างร่วมกันดำเนินการจัดทำ Mind Mapping กันเองภายในกลุ่ม

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป ผู้วิจัยและครู
ผู้ร่วมสังเกตพบว่า จุดเด่นในชั้นที่ 4 ผู้เรียนสามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลได้สอดคล้องกับ
สถานการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง และปรากฏการณ์พายุลูกเห็บ ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อสรุปองค์ความรู้ได้
สอดคล้องกับสถานการณ์และปรากฏการณ์ ปัญหาหรืออุปสรรค คือ ผู้เรียนยังใช้แหล่งข้อมูลในการ
สืบค้นเพียงแหล่งเดียว ผู้วิจัยได้มีความคิดเห็นว่าควรจะสอนการสืบค้นข้อมูลและการใช้แหล่งของ
ข้อมูลที่น่าเชื่อถือให้กับผู้เรียนก่อนที่จะดำเนินการศึกษาค้นคว้า สอดคล้องกับความคิดเห็นของครูผู้
ร่วมสังเกตแสดงได้ดังนี้

“...ครูผู้สอนควรแนะนำการสืบค้นข้อมูลโดยการยกตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูล ก่อนให้นักเรียนนำไปกิจกรรมกลับไปทำเป็นการบ้านแล้วจึงนำเสนอในห้องเรียนในชั่วโมงเรียนถัดไป” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 24 กุมภาพันธ์ 2565)

ในด้านระยะการจัดกิจกรรมผู้วิจัยใช้เวลาทั้งหมด 60 นาที ซึ่งมากกว่าที่ได้กำหนดไว้ 30 นาที เกิดจากผู้เรียนบางกลุ่ม ไม่ได้สืบค้นข้อมูลมาจากที่บ้านหรือไม่เสร็จ จึงทำให้นักเรียนมาสืบค้นต่อในคาบเรียน ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรจะต้องตรวจงานก่อนเริ่มคาบเรียนหรือให้นักเรียนแต่ละกลุ่มถ่ายภาพชิ้นงานส่งทางโซเชียลมีเดียก่อนจะดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไป สอดคล้องกับครูผู้ร่วมสังเกตกล่าวว่า

“...ครูผู้วิจัยน่าจะตั้งกลุ่มไลน์หรือกลุ่มเฟซบุ๊กเพื่อติดตามงานของนักเรียนหากนักเรียนต้องนำงานกลับไปทำที่บ้านและถ้านักเรียนมีข้อสงสัยจะได้ติดต่อสอบถามครูผู้สอนได้” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 24 กุมภาพันธ์ 2565)

ครูผู้ร่วมสังเกต พบเห็นนักเรียนบางคนในกลุ่มแอบเล่นโทรศัพท์มือถือ ในขณะที่เพื่อนในกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม จึงให้คำแนะนำว่าก่อนเริ่มคาบเรียนหากยังไม่มีการใช้โทรศัพท์มือถือให้ครูผู้วิจัยจัดโต๊ะให้นักเรียนนำโทรศัพท์มือถือมาวางไว้ด้านหน้าห้องก่อน และเมื่อจำเป็นต้องสืบค้นหรือใช้โทรศัพท์มือถือค่อยให้นักเรียนมานำไปใช้ ส่วนการตอบคำถามของครูผู้วิจัยนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มตอบได้สอดคล้องกับคำถามที่ใช้

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตได้ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงดังนี้

1. ควรจัดตั้งกลุ่มไลน์หรือเฟซบุ๊กเพื่อติดตามความคืบหน้าของการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม
2. ควรทำข้อตกลงในการใช้โทรศัพท์มือถือในขณะที่ทำกิจกรรมร่วมกันในคาบเรียน
3. ครูผู้สอนควรแนะนำนักเรียนให้ตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูลที่นักเรียนสืบค้น ซึ่งนักเรียนควรสืบค้นแหล่งที่มาของข้อมูลมากกว่า 2 แหล่ง และให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการค้นคว้าของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย

ในขั้นที่ 5 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอ Mind Mapping พายุฟ้าคะนองและการเอาชีวิตรอดจากพายุฝนฟ้าคะนอง เป็นรายกลุ่มและเมื่อนำเสนอแล้ว โดยผู้วิจัยดำเนินการซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนเป็นรายกลุ่มดังนี้

- พายุฝนฟ้าคะนองมีขั้นตอนการเกิดอย่างไร
- นักเรียนจะสามารถสังเกตสภาวะอากาศที่อาจจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้จากอะไร
- ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง เกิดจากสาเหตุใด
- ลูกเห็บ เกิดจากสาเหตุใด
- นักเรียนจะป้องกันอันตรายจากพายุฝนฟ้าคะนองได้ด้วยวิธีใด

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 นี้ เนื่องจากโรงเรียนปิดจากสถานการณ์โควิด ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2565 จึงทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนการสอน ณ สถานที่ตั้งของโรงเรียนได้ตามปกติ จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ต่อเนื่อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ขออนุญาตต่อผู้บริหารสถานศึกษานำนักเรียนมาจัดการเรียนการสอนในวันที่ 16 มีนาคม 2565 โดยในขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบายนี้ จุดเด่น ผู้เรียนสามารถนำเสนอข้อมูลจากการลงข้อสรุปร่วมกันในภายในกลุ่มได้ดี และสามารถตอบข้อซักถามของผู้วิจัยโดยนำข้อมูลที่ผู้เรียนได้จากการศึกษาค้นคว้ามาตอบ และผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ Mind Mapping ได้สอดคล้องกับหัวข้อที่กำหนดให้ ปัญหาหรืออุปสรรค รูปแบบของ Mind Mapping ยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ครูผู้ร่วมสังเกตให้คำแนะนำว่า ครูผู้สอนควรจะสอนหลักการเขียน Mind Mapping ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะลงมือทำ Mind Mapping ในวงรอบที่ 2



ภาพ 15 การนำเสนอ Mind Mapping ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, 16 มีนาคม 2565)



ภาพ 16 การตอบข้อซักถามผ่านการอธิบายของนักเรียนของผู้เรียนกลุ่มที่ 3
(G3, 16 มีนาคม 2565)

การวิเคราะห์การสะท้อนผลจากผู้วิจัยและครูผู้สังเกตได้ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงในขั้นที่ 5 ขึ้นตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบายดังนี้

1. ครูผู้สอนควรมีตัวอย่างการเขียน Mind Mapping ที่ถูกหลักการให้กับนักเรียน
2. ในสถานการณ์โควิด-19 หากไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้ การนำเสนอหรืออธิบาย Mind Mapping ของนักเรียนอาจจัดกิจกรรมกลุ่มย่อยนอกเวลาโดยนัดหมายกับผู้เรียนไว้ล่วงหน้า

ตาราง 10 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้		แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางแก้ไข
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 เลือก ปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ		1. ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์และ ปรากฏการณ์ที่น่าสนใจต่อผู้เรียน มี ความยาวของคลิปวิดีโอไม่เกิน 10 นาที	ครูผู้สอนควรเลือกคลิปวิดีโอที่เป็น ภาษาไทย หากมีคำบรรยาย ภาษาไทยครูผู้สอนจะต้องคอยหยุด รีต้อเป็นช่วง ๆ เพื่อในผู้เรียนอ่าน
		2. ผู้วิจัยมีการสรุปและอภิปราย ร่วมกันกับผู้เรียนเมื่อผู้เรียนได้รับชม สถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอจบแล้ว	คำบรรยายได้ทันหรือผู้สอนบรรยาย เนื้อหาในคลิปวิดีโอรวมกับการเปิด คลิปวิดีโอไปพร้อมกัน หรือครูผู้สอน ส่งลิงก์คลิปวิดีโอที่ใช้ประกอบใน แผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ ศึกษาล่วงหน้าเพื่อทำความเข้าใจและ กระชับเวลาในการดำเนินการกิจกรรม

ตาราง 10 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทาง การปรับปรุง
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ อัตราประโยชน์ของ บทเรียน	ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ อัตราประโยชน์หรือประเด็นที่สนใจ ตามความสนใจของผู้เรียนเอง มีการ ลำดับประเด็นตามความสนใจของ ผู้เรียน	1. ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ยังดูซับซ้อน เนื่องจากผู้วิจัย กำหนดให้ผู้เรียนวิเคราะห์ อัตราประโยชน์ก่อนเรียน แล้ว ผู้วิจัยจึงบรรยายเกี่ยวกับพายุฝน ฟ้าคะนอง และให้ผู้เรียนวิเคราะห์ อัตราประโยชน์อีกครั้งหลังจากการ บรรยายของผู้วิจัย	1. ในขั้นที่ 2 ครูควรเริ่มดำเนินการ จัดการเรียนการสอนก่อนที่นักเรียน จะได้วิเคราะห์อัตราประโยชน์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจใน ปรากฏการณ์ที่ผู้สอนต้องการ นำเสนอ
		2. เนื่องจากมีขั้นตอนการจัด กิจกรรมที่ซ้ำซ้อนจึงทำให้ใช้เวลา มากกว่าที่กำหนด	2. เพิ่มระยะเวลาในการทำกิจกรรม ขั้นที่ 2 เนื่องจากครูผู้สอนต้อง ดำเนินการบรรยาย หรืออธิบายร่วม ไปในขั้นตอนนี้ จึงควรใช้เวลา มากกว่าที่กำหนดไว้

ตาราง 10 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้		แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า		การใช้โปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่อง Make a Thunderstorm ครูผู้วิจัยเตรียมความพร้อมมาดี ผู้วิจัยมีการเตรียมความพร้อมมาดี สามารถอธิบายโปรแกรมจำลองเสมือนจริงซึ่งเป็นภาษาอังกฤษได้ละเอียดเพียงพอต่อการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน	ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมไม่เพียงพอต่อการดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามประเด็นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกำหนดไว้	การใช้โปรแกรมจำลองเสมือนจริง ครูผู้วิจัยสามารถนำไปจัดกิจกรรมในขั้นที่ 2 ก่อนเริ่มกิจกรรมวิเคราะห์ อรรถประโยชน์ได้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้าไปอย่างเต็มที่
ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้ และลงข้อสรุป		ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อสรุปองค์ความรู้ ได้สอดคล้องกับสถานการณ์และปรากฏการณ์	1. ผู้เรียนยังใช้แหล่งข้อมูลในการสืบค้นเพียงแหล่งเดียว	1. ครูผู้สอนควรแนะนำนักเรียนให้ตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูลที่นักเรียนสืบค้น ซึ่งนักเรียนควรสืบค้นแหล่งที่มาของข้อมูลมากกว่า 2 แหล่ง และให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการค้นคว้าของกลุ่มตนเอง
			2. ผู้เรียนบางกลุ่ม ไม่ได้สืบค้นข้อมูลจากที่บ้านหรือทำไม่เสร็จ	2. ควรจัดตั้งกลุ่มไลน์หรือเฟซบุ๊กเพื่อติดตามความคืบหน้าของการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ตาราง 10 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางปรับปรุง
ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้ และลงข้อสรุป		3. ผู้เรียนบางคนในกลุ่มแอบเล่นโทรศัพท์มือถือ ในขณะที่เพื่อนในกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม	3. ครูผู้สอนทำข้อตกลงในการใช้โทรศัพท์มือถือในขณะทำกิจกรรมร่วมกันในคาบเรียน
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย	ผู้วิจัยมีการดำเนินการซักถามเป็นหลักการเขียน Mind Mapping ของผู้เรียนยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร รายชื่อของผู้เรียน	1. ผู้เรียนเขียน Mind Mapping 2. ในสถานการณ์โควิด-19 หากไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้ การนำเสนอหรืออธิบาย Mind Mapping ของนักเรียนอาจจัดกิจกรรมกลุ่มย่อยนอกเวลาโดยนัดหมายกับผู้เรียนไว้ล่วงหน้า	1. ครูผู้สอนควรมีตัวอย่างการเขียน Mind Mapping ที่ถูกต้องให้แก่นักเรียน 2. ในสถานการณ์โควิด-19 หากไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้ การนำเสนอหรืออธิบาย Mind Mapping ของนักเรียนอาจจัดกิจกรรมกลุ่มย่อยนอกเวลาโดยนัดหมายกับผู้เรียนไว้ล่วงหน้า

1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน

1.2.1 การวางแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปฏิบัติตามข้อเสนอแนะที่ได้รับการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในแต่ละชั้น รายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (30 นาที)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยเลือกใช้คลิปวิดีโอที่เป็นเสียงภาษาไทย และผู้วิจัยส่งลิงก์วิดีโอที่ใช้ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ผลกระทบประโยชน์ของบทเรียน (60 นาที)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนที่ 2 โดยปรับการรับชมสารคดี สำนวณโลก ตอน ซูเปอร์ไต้ฝุ่น ส่งเป็นลิงก์ให้กับนักเรียนผ่านกลุ่มเฟซบุ๊กและใช้การอภิปรายถึงสารคดีที่นักเรียนได้ชมร่วมกับนักเรียนในห้องเรียนแทน และนำขั้นตอนการทำกิจกรรมการทดลองในขั้นที่ 3 พายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร มารวมไว้ในขั้นตอนนี้ จากนั้นให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ผลกระทบประโยชน์ในช่วง 30 นาที หลังจากได้ทำกิจกรรมการทดลอง

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (30 นาที)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรมโดยให้นักเรียนได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลโดยกำหนดให้นักเรียนต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มากกว่า 2 แหล่ง โดยครูจะร่วมตรวจสอบการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนพร้อมทั้งคอยให้คำแนะนำในห้องเรียนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนได้ไปศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากประเด็นที่สนใจเองที่บ้านโดยครูติดตามความคืบหน้าของการศึกษาค้นคว้าผ่านกลุ่มเฟซบุ๊ก

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป (60 นาที)

ผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนก่อนเริ่มการทำกิจกรรมในชั่วโมงเรียนโดยแต่ละกลุ่มจะต้องมีแหล่งข้อมูลมากกว่า 2 แหล่งที่มา และให้หลักการเขียน Mind mapping ที่ถูกต้องกับนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะทำการลงข้อสรุป

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย (60 นาที)

ในสถานการณ์โควิด-19 หากไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้ การนำเสนอหรืออธิบาย Mind Mapping ของผู้เรียน ผู้วิจัยจะปรับรูปแบบการนำเสนอผ่านโปรแกรมออนไลน์ ด้วย Google Meet โดยนัดแนะเวลากับผู้เรียนล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมทั้งในการจัดหาโทรศัพท์เคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ตสำหรับการนำเสนอ

1.2.2 การดำเนินการและสังเกต

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อนที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้จากการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่เสร็จเรียบร้อยแล้วมาจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (30 นาที)

ผู้วิจัยส่งลิงก์วิดีโอให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน ซึ่งเป็นข่าวเกี่ยวกับ พายุหมุนเขตร้อน ชื่อ “MCOT News ข่าวภูมิภาค 20 ปีพายุไต้ฝุ่นเกย์” และ “พายุโกนเซิน ทวีกำลังแรง ซ้ำไทยยังมีฝนตกต่อเนื่อง เหนือ-กลาง-ตะวันออก ยังเจอนัก!” และสารคดีซูเปอร์ไต้ฝุ่น(ใช้ในขั้นที่ 2) ตามลำดับ

เมื่อถึงชั่วโมงเรียน ผู้วิจัยกล่าวถึงวิดีโอข่าว “พายุไต้ฝุ่นเกย์” และเปิดวิดีโอให้นักเรียนดูซ้ำเพียงสั้นๆ เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงกับข้อความว่า “พายุนี้มีลักษณะอย่างไร สร้างอันตรายต่อมนุษย์อย่างไรบ้าง” โดยนักเรียนแต่ละคนร่วมกันตอบคำถาม

“...เกิดจากพายุดีเปรสชัน ในทะเล” (S5, 17 มีนาคม 2565)

“...มีลมพัดแรง บ้านเรือนเสียหาย” (S11, 17 มีนาคม 2565)

“...ฝนตกหนักลมแรง บ้านเรือนเสียหายเป็นวงกว้าง” (S19, 17 มีนาคม 2565)

จากการตอบคำถามของผู้เรียน ผู้วิจัยอภิปรายสรุปสถานการณ์จากข่าวพายุไต้ฝุ่นเกย์ พายุไต้ฝุ่นเกย์ เริ่มก่อตัวจากพายุดีเปรสชัน ในอ่าวไทยตอนล่าง และเคลื่อนตัวไปทางทิศเหนือได้เพิ่มกำลังแรงขึ้นเป็นพายุไต้ฝุ่น ด้วยความเร็ว 180 กิโลเมตร/ชม. สร้างความเสียหายให้กับ อ.บางสะพาน และ อ.บางสะพานน้อย จ.ประจวบคีรีขันธ์ และอำเภออื่นๆ มีผู้เสียชีวิตจำนวน 446 คน บาดเจ็บ 154 คน บ้านเรือนเสียหายเกือบ 40,000 หลังคาเรือน ประชาชนเดือดร้อนกว่า 150,000 คน พื้นที่การเกษตรเสียหายกว่า 90 ล้านไร่ และสัตว์เลี้ยงอีกมากมาย รวมมูลค่าความเสียหายกว่า 11,257 ล้านบาท สถานที่สำคัญต่างๆ พังเสียหายจนหมด

จากนั้นผู้วิจัยกล่าวถึงเหตุการณ์พายุโกนเซินที่ประเทศไทยได้รับผลกระทบและผลที่เกิดขึ้นภายในจังหวัดตากในช่วงปีที่ผ่านมา แล้วถามคำถามว่า “จากปรากฏการณ์ พายุโกนเซิน ที่เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่เกิดขึ้นนี้ นักเรียนคิดว่ามี ความแตกต่างกับพายุฝนฟ้าคะนองอย่างไร” โดยนักเรียนตอบคำถามดังนี้

“...ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีฝนตก ลมพัดแรงเหมือนกับ พายุฝนฟ้าคะนอง” (S7, 17 มีนาคม 2565)

“...แตกต่างกัน ที่แหล่งกำเนิดพายุหมุนเกิดจากในทะเล หรือ มหาสมุทร ส่วนพายุฝนฟ้าคะนอง เกิดขึ้นบนพื้นดิน” (S17, 17 มีนาคม 2565)

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตพบว่าผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามได้สอดคล้องกับข้อความของผู้วิจัย โดยยังมีผู้เรียนบางส่วนที่ยังแยกความแตกต่างของพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนไม่ได้ ผู้วิจัยจึงได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับพายุหมุนเขตร้อนให้กับผู้เรียนว่า พายุหมุนเขตร้อนเกิดจากอุณหภูมิเหนือน้ำในมหาสมุทรหรือทะเลเพิ่มสูงขึ้นจนเกิดเป็นไอน้ำในปริมาณมากเคลื่อนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้อากาศเย็นบริเวณรอบ ๆ เคลื่อนเข้าสู่ศูนย์กลางเกิดเป็นเกลียวขนาดใหญ่ ซึ่งผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมการทดลอง พายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร ในขั้นที่ 2

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ขั้นที่ 1 พบว่าการจัดกิจกรรมใช้ระยะเวลาได้ตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ 30 นาที เนื่องจากการส่งลิงก์วิดีโอสถานการณ์และปรากฏการณ์ล่วงหน้าก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน ของผู้วิจัยช่วยให้ผู้เรียนมีการเตรียมความพร้อมมากขึ้น เข้าใจสถานการณ์และปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัยต้องการนำเสนอ สังเกตจากการตอบคำถามของผู้เรียนที่ได้ศึกษามาก่อนนั้นสามารถตอบสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เลือกมาได้ดี ปัญหาหรืออุปสรรค ผู้เรียนบางส่วนยังแยกความแตกต่างของพายุไม่ได้ ซึ่งอาจเกิดจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ เป็นพายุที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก มีลมพัดรุนแรง ครูผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่าการจัดกิจกรรมในวงจรที่ 2 ว่าผู้วิจัยมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียนได้ดี และยังเป็นเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรม ในส่วนของสถานการณ์ครูผู้วิจัยอาจจะต้องเลือกสถานการณ์ที่มีความแตกต่างหรือการใช้วิดีโอสารคดีที่มีการอธิบายที่ชัดเจนมากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในขั้นตอนที่ 1 ขั้นเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เลือกควรเป็นวิดีโอภาษาไทย หรือมีคำบรรยายภาษาไทยประกอบ โดยส่งลิงก์ให้กับผู้เรียนได้ศึกษาล่วงหน้าก่อนเริ่มชั่วโมงเรียนเพื่อให้ผู้เรียนที่สามารถเข้าใช้อินเตอร์เน็ตได้รับชมและเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียน

2. ระยะเวลาของคลิปวิดีโอควรมีความยาวประมาณไม่เกิน 10 นาที ต่อ 1 คลิปวิดีโอ

3. การนำเสนอคลิปวิดีโอสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกันควรเลือกที่มีความแตกต่างกันชัดเจนหรือเป็นในรูปแบบของสารคดีที่มีการอธิบายได้ชัดเจน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์ของบทเรียน (60 นาที)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการบรรยายเกี่ยวกับปรากฏการณ์พายุหมุนเขตร้อน โดยอ้างอิงจากวิดีโอสารคดี สสารวโลก ตอน ซูเปอร์ไต้ฝุ่น ที่ส่งลิงก์ให้กับนักเรียน โดยกล่าวถึงลักษณะของพายุหมุนเขตร้อนจะ เกิดขึ้นเหนือนมหาสมุทรหรือทะเลที่น้ำมีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 26 – 27 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ทำให้อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง บริเวณนั้นเคลื่อนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นบริเวณกว้าง อากาศจากบริเวณอื่นเคลื่อนเข้ามาแทนที่และพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางของพายุยิ่งใกล้ศูนย์กลางอากาศจะเคลื่อนที่พัดเวียน เกือบเป็นวงกลมและมีอัตราเร็วสูงที่สุด พายุหมุนเขตร้อนทำให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่งฝนตกหนักซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินจึงควรปฏิบัติตนให้ปลอดภัยโดยติดตามข่าวสารการพยากรณ์อากาศและไม่เข้าไปอยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงภัย จากนั้นผู้วิจัยนำเข้าสู่กิจกรรมการทดลองพายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียนได้สังเกตหลักการและการเคลื่อนที่ของอากาศที่แตกต่างกันทำให้เกิดพายุหมุนหรือการหมุนวนของอากาศ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรม เมื่อได้ข้อสรุปร่วมกันแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามในตอน 2 โดยเชื่อมโยงกิจกรรมพายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไรกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อน และดำเนินกิจกรรมวิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์ของบทเรียนแล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยร่วมกันศึกษาวิธีการดำเนินกิจกรรมและดำเนินกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอน และบันทึกผลการดำเนินกิจกรรมลงในใบกิจกรรมเรื่อง พายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร



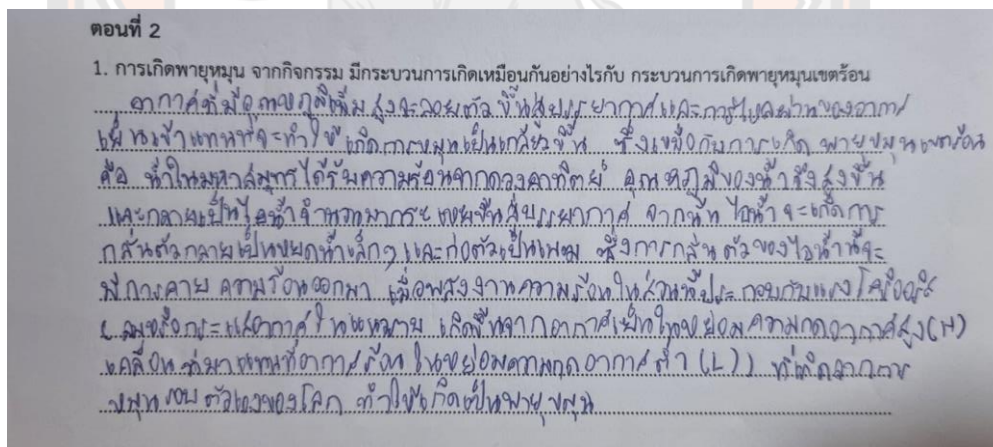
ภาพ 17 การดำเนินกิจกรรมการทดลอง พายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2

(G2,17 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 18 ผู้วิจัยบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดพายุหมุน ในกิจกรรมการทดลอง
(ผู้วิจัย, 17 กุมภาพันธ์ 2565)

หลังจากทำกิจกรรมการทดลองนักเรียนสามารถสรุปผลการดำเนินกิจกรรมที่สอดคล้องกับหลักการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้โดยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบระหว่างสรุปผลการดำเนินกิจกรรมกับหลักการเกิดพายุหมุนเขตร้อน นักเรียนมีความเข้าใจในการจัดกิจกรรมมากขึ้น โดยสังเกตได้จากการที่นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์ของบทเรียนได้เร็วขึ้นในวงจรการปฏิบัติที่ 2 นี้



ภาพ 19 แบบบันทึกผลการทำกิจกรรม เรื่องพายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร ตอนที่ 2
ของผู้เรียนกลุ่มที่ 3 (G3, 17 มีนาคม 2565)

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์ของบทเรียน จากการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยพบว่าระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเป็นไปตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ 60 นาที จุดเด่น การจัดการเรียนรู้ก่อนที่ผู้เรียนจะวิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์ของบทเรียนนั้นช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึงสถานการณ์มากยิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หรือสรุปประโยชน์หรือประเด็นที่สนใจได้เร็วกว่าในวงจรที่ 1 ปัญหาหรืออุปสรรค การสังเกต

การหมุนเป็นเกลียวของแบบจำลองเห็นได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เนื่องจากห้องมีความสว่างมากกว่าเปลวไฟที่ใช้เป็นแบบจำลอง ผู้วิจัยมีความเห็นว่าจะต้องเตรียมกล่องทึบแสงหรือฉากม่านแสงรอบแบบจำลองเพื่อให้เห็นเกลียวของเปลวไฟได้ชัดเจน สอดคล้องกับความเห็นของครูผู้ร่วมสังเกต ดังนี้

“...การดำเนินกิจกรรมการทดลองมีความน่าสนใจ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองการเกิดพายุหมุนกับกระบวนการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 17 มีนาคม 2565)

“...การวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของนักเรียนทำได้เร็วกว่าวงจรที่ 1 โดยผู้เรียนเกิดคุ้นเคยกับการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้มากขึ้น” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 17 มีนาคม 2565)

“...การทดลองที่ต้องใช้การสังเกตการหมุนเป็นเกลียวของเปลวไฟ ผู้วิจัยอาจจะต้องเตรียมกล่องทึบแสงมาใช้ประกอบร่วมในกิจกรรมการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตเห็นเปลวไฟที่หมุนเป็นเกลียวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 17 มีนาคม 2565)

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในขั้นตอนที่ 2 ขั้ววิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้หรือการลงมือปฏิบัติกิจกรรมก่อนที่นักเรียนจะวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอมากขึ้น
2. หากเป็นการทดลองครูต้องเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมและต้องคำนึงถึงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการทดลอง อย่างเช่นในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้คำนึงถึงความสว่างของห้อง จึงทำให้ผู้เรียนสังเกตเปลวไฟได้ไม่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (30 นาที)

ในขั้นตอนนี้ก่อนที่นักเรียนจะดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยให้คำแนะนำการศึกษาค้นคว่ากับนักเรียนเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของข้อมูล ดังนี้

- ควรเลือกค้นหาจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นแหล่งที่มีการรวบรวมข้อมูลอย่างมีหลักเกณฑ์ มีเหตุผล และมีการอ้างอิง ตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีดังนี้

1. เจ้าของข้อมูล เป็นผู้มีประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับข้อมูลนั้นๆ สามารถให้ข้อมูลได้ถูกต้องตรงความเป็นจริงมากกว่าบุคคลอื่นที่รับฟังข้อมูลมาแล้วต่อ ซึ่งอาจจดจำมาผิด และอาจเสริมเติมแต่งทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยนไปได้

ตัวอย่าง : เจ้าของข้อมูล เช่น นักอุตุนิยมวิทยา

2. หน่วยงานหรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เป็นหน่วยงาน บุคคลที่ทำงานหรือศึกษาค้นคว้าในด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้มีความรู้จากประสบการณ์ในการทำงานหรือการศึกษาค้นคว้าอย่างจริงจัง ลึกซึ้ง จึงมีข้อมูลที่ถูกต้องตรงความเป็นจริง

ตัวอย่าง : หน่วยงานหรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เช่น ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ (LESA), องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.), กรมอุตุนิยมวิทยา

3. หน่วยงานของรัฐ เป็นหน่วยงานที่มีข้อมูลซึ่งมีผลต่อความเป็นอยู่ของประชาชนและการพัฒนาประเทศ เนื่องจากข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐจะถูกนำไปใช้ในการกำหนดนโยบาย วางแผน ลงมือปฏิบัติงาน และใช้อ้างอิง จึงเป็นข้อมูลสำคัญที่ต้องมีการรวบรวม เก็บรักษา หรือสร้างข้อมูลขึ้นอย่างรอบคอบและระมัดระวัง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงความเป็นจริงเสมอ

การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน โดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนได้ลองดำเนินการศึกษาค้นคว้า 1 ประเด็นตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจพร้อมทั้งคอยให้คำแนะนำในห้องเรียนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนได้ไปศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากประเด็นที่สนใจตามลำดับความสำคัญที่กลุ่มของผู้เรียนเลือกไว้ โดยผู้เรียนให้นำใบกิจกรรมกลับไปทำเองที่บ้านโดยครูติดตามความคืบหน้าของการศึกษาค้นคว้าผ่านกลุ่มเฟซบุ๊ก

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ขั้นที่ 3 จุดเด่น ผู้วิจัยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนในการใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ปัญหาหรืออุปสรรค จากการเรียกตรวจใบกิจกรรมของผู้เรียนในขั้นที่ 3 ผู้วิจัยพบว่ามีผู้เรียนเพียง 2 กลุ่มที่มีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลโดยใช้แหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ 2 แหล่ง เช่น การนำข้อมูลจาก เว็บไซต์ www.tmd.go.th, www.scimath.org, www.saranukromthai.or.th, LESA: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ เป็นต้น มาใช้ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ดังภาพ 20 และ ภาพ 21 และยังมีผู้เรียนอีก 3 กลุ่มที่ใช้ข้อมูลจากเพียงแหล่งข้อมูลเดียว ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ผู้เรียนน่าจะรู้สึกเบื่อ และไม่มีสมาธิในการเขียน ครูผู้ร่วมสังเกตให้คำแนะนำเพิ่มเติมว่า ควรลองปรับรูปแบบการบันทึกดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นรูปแบบออนไลน์ ผ่านแอปพลิเคชันต่างๆ ที่รองรับการทำงานได้พร้อมกันเป็นกลุ่ม

ประเด็นที่ 1 ผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อน

ผลการสืบค้นข้อมูล

1) ต้นไม้ล้มถอนจากถอนโค่น

เขื่อนกรั่น โยนพลังงานไฟฟ้าลงไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าสูง
อาจเกิดเพลิงไหม้ได้

2) บ้านเรือนหักพัง เจริญรุ่งเรืองพายุ พายุพัดถล่ม

พายุพัดปลิว เป็นอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในที่โล่งแจ้ง บ้านเรือนและ
ผู้คนที่พักอาศัยมีเหตุบาดเจ็บล้มตายเป็นจำนวนมาก

3) พายุพัดถล่มพื้นที่อื่นทั้งสิ้น จนทำให้เกิดน้ำป่าไหล แผ่นดินถล่ม

4) ในหลายพื้นที่มีลมแรงพัดมา เป็นอันตรายต่อคนเดินทางเรือ
โดยพายุ เรือเล็ก และเรือชนิดอื่นในเขตอันตรายฝั่งน้ำในบริเวณนี้
จึงมีอันตรายมากและอาจมีอันตรายได้

5) ทำในแผนที่เรื่องโลกของ ตำราอุตุนิยมวิทยาของ ทวีปเอเชีย

6) ทำในรูปของแผนที่ของทวีปเอเชีย

7) ส่วนผลกระทบของพายุมีดังนี้ 1) ภัยน้ำท่วม 2) ภัยดินถล่ม 3) ภัยพายุ
ทอร์นาโด

แหล่งที่มา

1. พายุหมุนจากพายุหมุนเขตร้อน www.tmd.go.th

ของข้อมูล

2. พายุหมุนจากพายุหมุนเขตร้อน <https://www.google.com>

3.

ภาพ 20 แบบบันทึกประเด็นที่สนใจของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, 17 มีนาคม 2565)

3. ครูปรับรูปแบบการดำเนินการค้นคว้าเป็นรูปแบบออนไลน์ ผ่านแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น Google doc, Padlet เป็นต้น เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วต่อการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป

ในขั้นที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนก่อนเริ่มการทำกิจกรรมในช่วงเรียนโดยแต่ละกลุ่มจะต้องมีแหล่งข้อมูลมากกว่า 2 แหล่งที่มา จากนั้นให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า และผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อสรุปองค์ความรู้ และเปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองกับพายุหมุนเขตร้อน ดังนี้

1. กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนจากการศึกษาและอภิปรายจากที่ได้รวบรวมมาเป็นอย่างไ
2. พายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนมีกระบวนการเกิดเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
- 3 นักเรียนสามารถสรุปการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนได้อย่างไร

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในวงจรที่ 2 ขั้นที่ 4 ในการตอบคำถามของผู้วิจัย ผู้เรียนสามารถตอบได้สอดคล้องกับข้อคำถาม ดังนี้

1. กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนจากการศึกษาและอภิปรายจากที่ได้รวบรวมมาเป็นอย่างไ

“...กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่พบมีขั้นการเกิด 3 ระยะ ครับ คือ 1.ระยะเจริญเติบโต 2.ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ และ 3.ระยะสลายตัวครับ ...ส่วนกระบวนการเกิดพายุหมุนเขตร้อน เกิดจากการระเหยของน้ำในมหาสมุทรหรือทะเลและมีการเคลื่อนที่ของอากาศเข้าสู่ศูนย์กลาง คล้ายกับการทดลองก่อนหน้านี้นี้ครับ ส่วนใหญ่ก่อตัวในมหาสมุทร และจะเคลื่อนที่ไปตามแนวความกดอากาศต่ำ” (G2,21 มีนาคม 2565)

“...กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง เกิดจากการรวมตัวกันของละอองน้ำจนทำให้เมฆมีขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่าเมฆคิวโมโลนิมบัส จากนั้นจึงเกิดเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง ...กระบวนการเกิดพายุหมุนเขตร้อน มักเกิดเหนือมหาสมุทรหรือทะเลที่น้ำมีอุณหภูมิสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส และมีการเคลื่อนตัวของอากาศเย็นเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดเป็นพายุหมุน”(G4,21 มีนาคม 2565)

2. พายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนมีกระบวนการเกิดเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

“...ในส่วนที่เหมือนกัน กลุ่มผมคิด พายุทั้ง 2 เกิดจากกระเหยของน้ำบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงและลอยไปสู่บรรยากาศ แล้วก่อตัวเป็นเมฆขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งกลายเป็นพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน...ส่วนที่แตกต่างกัน คือแหล่งกำเนิดครับ เพราะพายุฝนฟ้าคะนองก่อตัวบริเวณพื้นดิน ส่วนพายุหมุนเขตร้อนก่อตัวในมหาสมุทรหรือทะเล”(G2, 21 มีนาคม 2565)

3. นักเรียนสามารถสรุปการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนได้อย่างไร

“...กลุ่มหนูสรุปได้ว่า พายุฝนฟ้าคะนองเกิดจากอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้น้ำระเหยเพิ่มขึ้นและลอยสูงขึ้น ไอน้ำในอากาศควบแน่นเป็นละอองน้ำเกิดเมฆขนาดใหญ่จากนั้นจะเกิดฝนตกหนัก ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า หรืออาจเกิดลูกเห็บตก และพายุหมุนเขตร้อนเกิดจากอุณหภูมิเหนือน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นจึงเกิดไอน้ำในปริมาณมากเคลื่อนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้อากาศเย็นบริเวณรอบ ๆ เคลื่อนเข้ามาแทนที่ เกิดเป็นเกลียวขนาดใหญ่” (G4, 21 มีนาคม 2565)

ผู้วิจัยถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

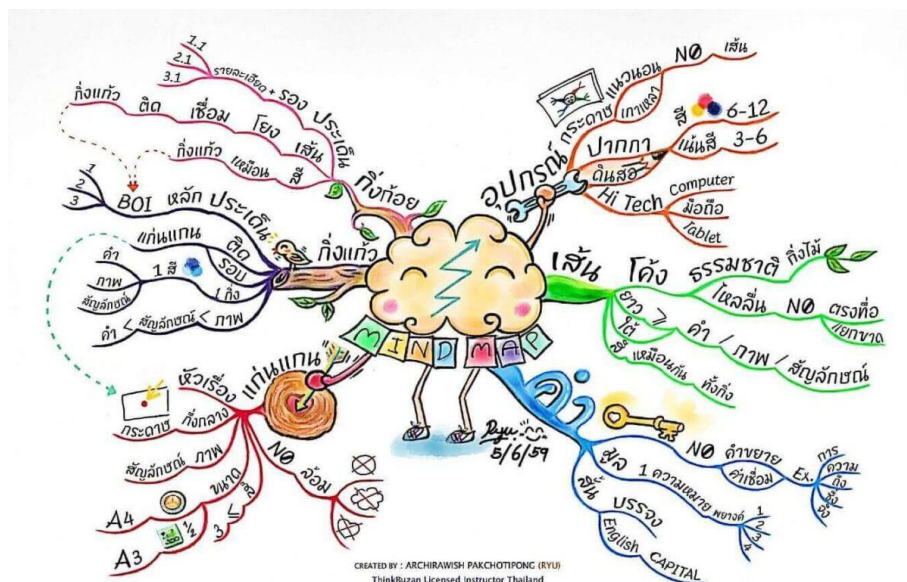
“...ส่งผลกระทบทำให้เกิดน้ำท่วม พื้นที่การเกษตรเสียหายครับ” (S14, 21 มีนาคม 2565)

“...หนูคิดว่าพายุทั้งสองส่งผลทั้งในด้านที่ดีและเสียค่ะ เช่น ด้านดี คือ ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในพื้นที่ ช่วยลดอุณหภูมิอากาศลง ส่วนในด้านเสีย เช่น หากพายุมีความรุนแรงจะส่งผลให้เกิดน้ำท่วม พายุพัดบ้านเรือนเสียหาย” (S20, 21 มีนาคม 2565)

จากนั้นผู้วิจัยให้คำแนะนำในการเขียน Mind mapping ที่ถูกต้องกับนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะทำการลงข้อสรุปดังนี้

1. เริ่มวาดที่จุดกึ่งกลางของกระดาษ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถแตกความคิดออกไปยังทุกทิศทางเรียงตามลำดับที่ต้องการ
2. ใช้รูปภาพหรือวาดรูปประกอบ ทั้งนี้ ภาพที่อยู่ตรงกึ่งกลางเราควรที่จะทำให้เด่นดูน่าสนใจ จะช่วยทำให้มีจุดโฟกัสที่แน่นอน
3. ใช้ปากกาหลากหลายสี เพื่อสร้างความจดจำ สีเส้นจะทำให้ดูน่าอ่านมากยิ่งขึ้น
4. วาดกิ่งออกมาจากภาพตรงกลาง เพื่อเชื่อมโยงแล้วแตกกิ่งก้านสาขาออกมา

5. วาดเส้นกิ่งให้โค้งเพื่อให้น่าสนใจ
6. ใช้เพียงแคคีย์เวิร์ดเท่านั้น เป็นคำสั้นๆ เข้าใจง่าย



ภาพ 22 ภาพตัวอย่างการเขียน Mind Mapping

ที่มา : <https://www.palagrit.com/in-house-training/mind-map-course/>

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 สามารถเปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนได้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเป็นเพราะผู้เรียนได้มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาเป็นอย่างดีและมีการเตรียมตัวมาดีขึ้น ผู้วิจัยให้คำแนะนำเพิ่มเติมในหลักการเขียน Mind mapping ปัญหาหรืออุปสรรค ในการลงข้อสรุป โดยการจัดทำ Mind mapping ผู้เรียนไม่มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการลงข้อสรุป ผู้วิจัยจะต้องติดตามผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น ชี้แจงการแบ่งหน้าที่การทำงานให้กับผู้เรียน ครูผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่า

“...นักเรียนบางกลุ่มมีการเตรียมตัวมาดีขึ้น ให้ความสนใจกับการดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลตามประเด็นที่สนใจ” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 21 มีนาคม 2565)

“...ผู้วิจัย มีการให้ความรู้เพิ่มเติมในด้านหลักการเขียน Mind mapping ที่ดีผู้เรียนสามารถเขียน Mind mapping ได้ถูกหลักมากขึ้น” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 21 มีนาคม 2565)

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในขั้นตอนที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ครูต้องกำกับติดตามการบันทึกใบกิจกรรมของผู้เรียนให้มากขึ้น
2. ครูควรชี้แจงให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบเพื่อให้งานประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย

ในขั้นที่ 5 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ Mind Mapping เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน รวมไปถึงการปฏิบัติตัวเมื่อเกิดพายุ เป็นรายกลุ่มและเมื่อนำเสนอแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนเป็นรายกลุ่ม ดังนี้

- พายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน พายุชนิดใดก่อให้เกิดความเสียหายมากกว่ากัน เพราะเหตุใด
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างวิธีการปฏิบัติตนเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน

จากการสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอและตอบคำถามของผู้เรียนในขั้นตอนที่ 5 ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถจัดทำชิ้นงาน Mind Mapping ได้ดีขึ้น นำเสนอเนื้อหาเปรียบเทียบการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนได้ชัดเจน รวมไปถึงแนวทางการปฏิบัติตนเมื่อเกิดพายุได้ เมื่อผู้วิจัยซักถามตามข้อคำถามที่กำหนดไว้ ผู้เรียนสามารถตอบคำถามโดยให้เหตุผลที่เหมาะสมกับคำตอบของผู้เรียนได้ ดังนี้

- พายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน พายุชนิดใดก่อให้เกิดความเสียหายมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

“...พายุหมุนเขตร้อนครับ เพราะมีขนาดของพายุที่ใหญ่กว่า มีความเร็วลมที่มากกว่า เช่นพายุไต้ฝุ่น มีความเร็วลมมากกว่า 118 กิโลเมตร/ชม.

“...ผมว่าพายุหมุนเขตร้อน สามารถสร้างความเสียหายที่มากกว่าพายุฝนฟ้าคะนอง เพราะจะมีฝนตกหนักเป็นเวลานาน และมีลมพัดแรงสามารถทำให้เกิดความเสียหายแก่บ้านเรือนได้เป็นวงกว้าง”

“...พายุฝนฟ้าคะนองจะ สร้างความเสียหายได้มากกว่าเพราะมีปรากฏการณ์ ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ บางครั้งอาจมีลูกเห็บตก ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน และเราสามารถพบเจอได้บ่อยครั้งกว่าพายุหมุนเขตร้อนคะ”

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างวิธีการปฏิบัติตนเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน

“...หากเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง ไม่ควรใช้อุปกรณ์นำไฟฟ้าทุกชนิด เนื่องจากเสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่า ควรมีการติดตั้งระบบสายดินไว้ในอาคาร บ้านเรือน”

“...ไม่ควรอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งถ้ามีลูกเห็บตกจะได้รับอันตรายหรือไม่ควรหลบอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่เพราะเสี่ยงกับการถูกฟ้าผ่า”

“...ไม่อยู่ใกล้หน้าต่างหรือประตูที่เป็นกระจกหากกระจกแตกอาจได้รับอันตราย”

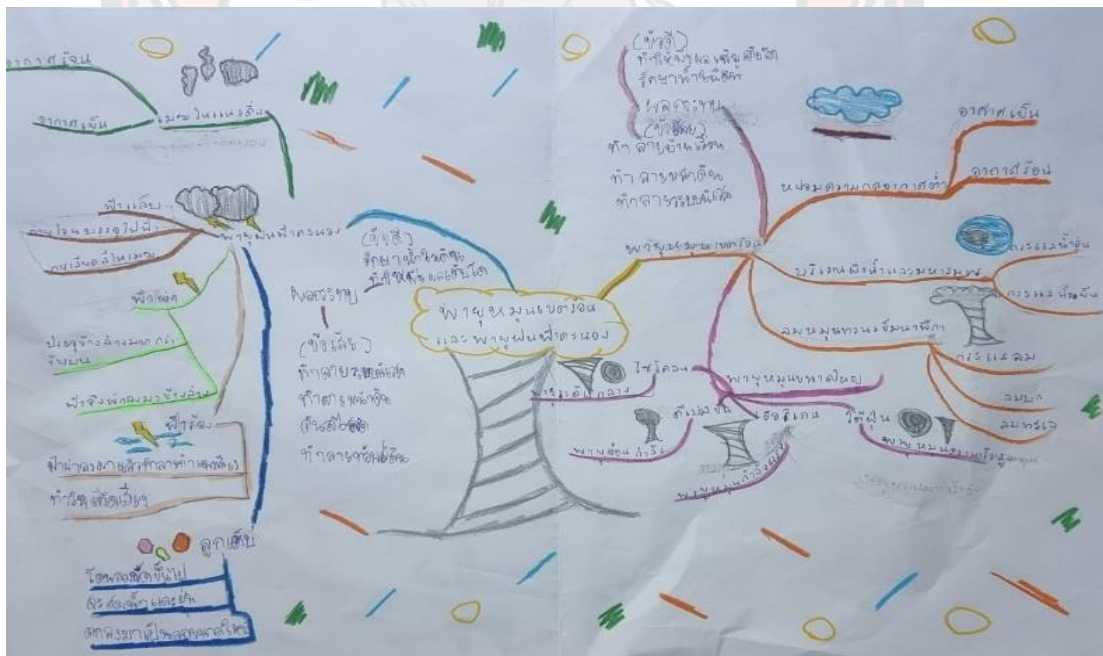
“...หากเกิดพายุฝนฟ้าคะนองหรือพายุหมุนเขตร้อนให้หลบอยู่ในอาคารที่แข็งแรง”

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 นี้ ขั้นตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย จุดเด่น ผู้เรียนมีการพัฒนาการนำเสนอ Mind mapping ได้ดีขึ้นกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีความเข้าใจสถานการณ์และปรากฏการณ์สามารถเปรียบเทียบกระบวนการเกิดของพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อนและสามารถนำเสนอการปฏิบัติตัวเมื่อเกิดพายุได้ ปัญหาหรืออุปสรรค ผู้เรียนยังมีการเขียนอธิบายโดยใช้ลักษณะการบรรยายยังไม่สามารถนำเสนอในรูปแบบของคีย์เวิร์ดได้ ครูผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่า

“...ผู้เรียนมีการพัฒนาชิ้นงานที่ดีขึ้น สามารถเปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุทั้ง 2 ได้ ถึงแม้ว่าจะยังไม่สมบูรณ์ในด้านการใช้คีย์เวิร์ดเพื่ออธิบาย แต่ก็ถือว่ามีพัฒนาไปในแนวทางที่ดี”
(ครูผู้ร่วมสังเกต, 21 มีนาคม 2565)



ภาพ 23 Mind Mapping เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน
ของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 (G2, 21 มีนาคม 2565)



ภาพ 24 Mind Mapping เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน
ของผู้เรียนกลุ่มที่ 4 (G4, 21 มีนาคม 2565)

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในขั้นตอนที่ 5 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ครูยกนำเสนอเป็นรายกลุ่มเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
2. ครูซักถามสมาชิกในกลุ่มเป็นรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน



ตาราง 11 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

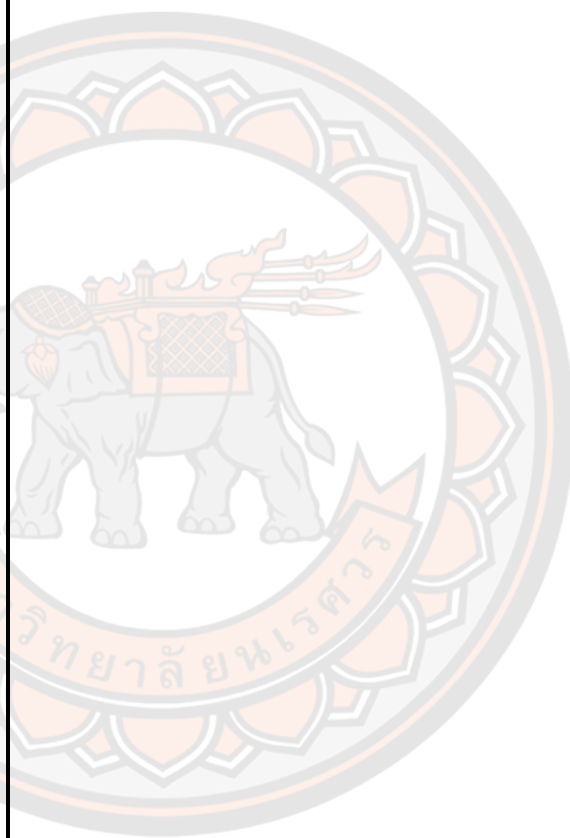
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางแก้ไข
ปัญหาที่พบในชั้นเรียน		
ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ	1. ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ และ ปรากฏการณ์ที่น่าสนใจต่อผู้เรียน มีความยาวของคลิปวิดีโอไม่เกิน 10 นาที	ผู้เรียนบางส่วนยังแยกความแตกต่างของพายุไม่ได้ ซึ่งอาจเกิดจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ เป็นพายุที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก มีลมพัดรุนแรง
	2. ผู้วิจัยมีการสรุปและอภิปรายร่วมกันกับผู้เรียนเมื่อผู้เรียนได้รับชมสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอจบแล้ว	
	3. ผู้วิจัยส่งลิงก์วิดีโอสถานการณ์และ ปรากฏการณ์ล่วงหน้าก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีการเตรียมความพร้อมมากขึ้น	
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์อัตราประโยชน์ของบทเรียน	การจัดการเรียนรู้ก่อนที่ผู้เรียนจะวิเคราะห์อัตราประโยชน์ของบทเรียนนั้น	หากเป็นการทดลองครูต้องเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมและต้องคำนึงถึงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการทดลอง
	ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึงสถานการณ์มากยิ่งขึ้น	

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้		แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางแก้ไข
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า	ผู้วิจัยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ แก่ผู้เรียนในการใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ		ผู้เรียนอีก 3 กลุ่มที่ใช้ข้อมูลจากเพียงแหล่งข้อมูลเดียว เนื่องจากผู้เรียนขาดสมาธิในการบันทึกใบกิจกรรม	1. ครูควรเน้นย้ำการใช้แหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย ในการดำเนินการค้นคว้ากับนักเรียนทุกครั้ง เพื่อให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากที่สุด 2. ครูตรวจสอบความถูกต้องของการใช้แหล่งข้อมูลที่นักเรียนใช้ 3. ครูปรับเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินการค้นคว้าเป็นรูปแบบออนไลน์ ผ่านแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น Google doc, Padlet เป็นต้น เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วต่อการทำกิจกรรม
ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้ และลงข้อสรุป	ผู้วิจัยให้คำแนะนำเพิ่มเติมในหลักการเขียน Mind mapping		ในการลงข้อสรุปโดยการจัดทำ Mind mapping ผู้เรียนไม่มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการลงข้อสรุป	1. ครูต้องกำกับติดตามผู้เรียนใหม่มากขึ้น 2. ครูควรชี้แจงให้ผู้เรียนแบ่งหน้าการรับผิดชอบเพื่อให้งานประสบความสำเร็จ

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางแก้ไข	
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอภิปราย	ผู้วิจัยแยกผู้เรียนมานำเสนอเป็นรายกลุ่มพร้อมทั้งดำเนินการซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน	ผู้เรียนยังมีการเขียนอธิบายโดยใช้ครูผู้สอนควรรู้แจ้งการใช้สไลด์เวิร์ด	ครูผู้สอนควรรู้แจ้งการใช้สไลด์เวิร์ด
		ลักษณะการบรรยาย ยังไม่สามารถนำเสนอในรูปแบบของสไลด์เวิร์ดได้	สัปดาห์ 2-3 คำแนะนำการเขียนบรรยายลงใน Mind mapping



1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

1.3.1 การวางแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปฏิบัติตามข้อเสนอแนะที่ได้รับการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในแต่ละชั้น รายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (30 นาที)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยผู้วิจัยเลือกใช้ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยเลือกใช้คลิปวิดีโอที่เป็นเสียงภาษาไทย มีความยาวของคลิปวิดีโอไม่เกิน 10 นาที และผู้วิจัยส่งลิงก์วิดีโอที่ใช้ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ผลกระทบประโยชน์ของบทเรียน (60 นาที)

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนรับชมสารคดีเกี่ยวกับ ภาวะโลกร้อน “The World with KARUNA ตอน ผลกระทบโลกร้อนรุนแรงกว่าคิด” ซึ่งมีทั้งหมด 3 ตอน โดยส่งเป็นลิงก์ให้กับผู้เรียนผ่านกลุ่มเฟซบุ๊กและใช้การอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนถึงสารคดีที่ผู้วิจัยนำเสนอ จากนั้นจึงให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ผลกระทบประโยชน์ในช่วง 30 นาที หลังจากได้ทำใบกิจกรรมแล้ว

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (30 นาที)

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากการวิเคราะห์ผลกระทบประโยชน์ของบทเรียนในขั้นตอนที่ 2 โดยผู้วิจัยเน้นย้ำให้ผู้เรียนต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มากกว่า 2 แหล่ง ผู้วิจัยปรับรูปแบบการบันทึกผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียนจากการจดบันทึกลงในใบกิจกรรมเป็นการบันทึกลงใน google doc แทน เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป (60 นาที)

ผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าของนักเรียน ผ่าน google doc ก่อนเริ่มการทำกิจกรรมในชั่วโมงเรียนโดยแต่ละกลุ่มจะต้องมีแหล่งข้อมูลมากกว่า 2 แหล่งที่มา และเน้นย้ำถึงหลักการเขียน Mind mapping ที่ถูกต้องกับก่อนที่ผู้เรียนจะทำการลงข้อสรุป

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย (60 นาที)

ในสถานการณ์โควิด-19 หากไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้ การนำเสนอหรืออธิบาย Mind Mapping ของผู้เรียน ผู้วิจัยจะปรับรูปแบบการนำเสนอผ่านโปรแกรมออนไลน์ ด้วย Google Meet

1.3.2 การดำเนินการและการสังเกต

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้จากการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่เสร็จเรียบร้อยแล้วมาจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (30 นาที)

ผู้วิจัยส่งลิงก์วิดีโอให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน ซึ่งเป็นสารคดีเกี่ยวกับปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน เรื่อง “จะเกิดอะไรขึ้นถ้าโลกร้อนขึ้น 2 องศา” และ ข่าว “วาระประเทศไทย : วิกฤตภัยแล้งกับภาวะโลกร้อน (1 ก.พ. 59)”

เมื่อถึงชั่วโมงเรียน ผู้วิจัยกล่าวถึงสารคดีเกี่ยวกับปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน เรื่อง “จะเกิดอะไรขึ้นถ้าโลกร้อนขึ้น 2 องศา” และเปิดวิดีโอให้นักเรียนดูซ้ำเพียงสั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงของโลกเมื่อโลกร้อนขึ้น โดยผู้เรียนร่วมกันนำเสนอคำตอบจากการได้รับชมปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอ ดังนี้

“...เกิดการเปลี่ยนแปลงของแผ่นน้ำแข็งทั้งขั้วโลกเหนือและใต้” (S1, 28 มีนาคม 2565)

“...ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น ทำให้น้ำท่วมชายฝั่งต่างๆ” (S15, 28 มีนาคม 2565)

“...การย้ายถิ่นฐาน เนื่องจากหมู่เกาะต่างๆ จมหายไป” (S20, 28 มีนาคม 2565)

“...เกิดภัยแล้งที่รุนแรงและยาวนานขึ้น” (S26, 28 มีนาคม 2565)

จากการนำเสนอคำตอบของผู้เรียน ผู้วิจัยอภิปรายสรุปประเด็นจากสารคดี “จะเกิดอะไรขึ้นถ้าโลกร้อนขึ้น 2 องศา” วิวัฒนาการของโลกจากอดีตจนถึงปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงหลักของโลกตั้งแต่อดีตคือ ก๊าซคาร์บอนไดร็อกไซด์ หรือ CO₂ เมื่อมีปริมาณที่เข้มข้นมากในชั้นบรรยากาศ จะทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น มนุษย์เป็นผู้ปล่อยให้มีคาร์บอนไดร็อกไซด์เพิ่มมากขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกแพร่กระจายและโลกร้อนขึ้นตลอด ซึ่งทำให้แผ่นน้ำแข็งทั้งเหนือและใต้ลดลงอย่างรวดเร็ว น้ำทะเลสูงขึ้นทั่วโลก พื้นที่ และหมู่เกาะจะหายไป ฝนจะตกมากขึ้นกลายเป็นพายุ และส่งผลเสียต่อชีวิต ภัยแล้งขยายตัวกว้างขึ้น

จากนั้นผู้วิจัยกล่าวถึงข่าว “วาระประเทศไทย : วิกฤตภัยแล้งกับภาวะโลกร้อน (1 ก.พ. 59)” แล้วถามคำถามกระตุ้นความคิดของผู้เรียน “ประเทศไทยได้รับผลกระทบอย่างไรจากภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นนี้” โดยนักเรียนตอบคำถามดังนี้

“...วัฏจักรของน้ำมีการเปลี่ยนแปลง ที่ให้ฤดูกาลมีการเปลี่ยนแปลง” (S6, 28 มีนาคม 2565)

“...พายุรุนแรงมากขึ้น น้ำป่าไหลหลาก” (S14, 28 มีนาคม 2565)

“...ภัยแล้งยาวนานขึ้น” (S17, 28 มีนาคม 2565)

“...เกษตรกรได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำ” (S21, 28 มีนาคม 2565)

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตพบว่าผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอ เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนและในบริบทของนักเรียนเองก็ประสบกับปัญหาภัยแล้งที่มีผลจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงกล่าวถึงการที่อุณหภูมิร้อนขึ้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างรวดเร็วเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งแก๊สเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุดได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นั่นเอง

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ขั้นที่ 1 พบว่าการจัดกิจกรรมใช้ระยะเวลาได้ตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ 30 นาที ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามที่ผู้วิจัยถามได้เป็นอย่างดี ครูผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่า

“ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนที่ผู้วิจัยนำเสนอเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนจึงทำให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นได้” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 25 มีนาคม 2565)

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ในขั้นตอนที่ 1 ขั้นเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เลือกควรเป็นวิดีโอภาษาไทย หรือมีคำบรรยายภาษาไทยประกอบ โดยส่งลิงก์ให้กับผู้เรียนได้ศึกษาล่วงหน้าก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน
2. ระยะเวลาของคลิปวิดีโอควรมีความยาวประมาณไม่เกิน 10 นาที
3. การนำเสนอคลิปวิดีโอสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกันควรเลือกที่มีความแตกต่างกันชัดเจนหรือเป็นในรูปแบบของสารคดีที่มีการอธิบายได้ชัดเจน
4. การนำเสนอปรากฏการณ์ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆได้ดี

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน (60 นาที)

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนรับชมสารคดีเกี่ยวกับ ภาวะโลกร้อน “The World with KARUNA ตอน ผลกระทบโลกร้อนรุนแรงกว่าคิด” ซึ่งมีทั้งหมด 3 ตอนเป็นสารคดีที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากภาวะโลกร้อนในพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก โดยส่งเป็นลิงก์ให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับชมมาก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน เมื่อถึงขั้นตอนนี้ผู้วิจัยกล่าวถึงสารคดีที่ส่งให้ผู้เรียนได้ดูโดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่ได้รับชม จากนั้นจึงให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์อรรถประโยชน์

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนสามารถร่วมกันอภิปรายประเด็นต่างๆ จากสิ่งที่ได้รับชมได้ดี โดยผู้วิจัยสรุปการอภิปรายของผู้เรียนได้ดังนี้

“...จากสารคดีกล่าวถึงหลายพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ส่งผลกระทบถึงวิถีชีวิตความเป็นอยู่ ทั้งในญี่ปุ่น ยุโรป สหรัฐอเมริกา การเกิดไฟป่า ทั้งในเขตอาร์คติก ที่เป็นเขตแถบขั้วโลกเหนือ ในประเทศสหรัฐอเมริกา คลื่นความร้อนมีความถี่ขึ้น นานขึ้น รุนแรงมากขึ้น ในประเทศกรีซ เกิดไฟป่าครั้งใหญ่ ส่งผลให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก อีกทั้งความร้อนยังทำลายพืชผลการเกษตรจนเสียหาย อาหารสำหรับสัตว์เลี้ยงลดลง การคมนาคมต่างๆ หยุดชะงัก เศรษฐกิจเสียหาย”

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน จากการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 นี้ ผู้วิจัยพบว่าระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเป็นไปตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ 60 นาที จุดเด่น ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงสารคดีที่ผู้วิจัยนำเสนอและสามารถร่วมกันสรุปประเด็นต่างๆ จากสารคดีได้ ครูผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นดังนี้

“...ผู้เรียนมีความเข้าใจในปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนจากการรับชมสารคดี “The World with KARUNA ตอน ผลกระทบโลกร้อนรุนแรงกว่าคิด” และสามารถบอกถึงผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อนได้” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 29 มีนาคม 2565)

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ในขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้หรือการลงมือปฏิบัติกิจกรรมก่อนที่นักเรียนจะวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอมากขึ้น

2. หากเป็นการทดลองครูต้องเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมและต้องคำนึงถึงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการทดลอง อย่างเช่นในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้คำนึงถึงความสว่างของห้อง จึงทำให้ผู้เรียนสังเกตเปลวไฟได้ไม่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (30 นาที)

ในขั้นตอนนี้ก่อนที่นักเรียนจะดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยเน้นย้ำกับผู้เรียนว่าควรเลือกค้นหาจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และสืบค้นจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างดำเนินกิจกรรม ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบได้ดี โดยมีการปรึกษาหารือร่วมกัน มีการอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ขั้นที่ 3 จุดเด่น ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกันอย่างชัดเจน มีการร่วมกันปรึกษาหารือถึงการใช้แหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ในขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างนี้

1. ครูควรเน้นย้ำการใช้แหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย ในการดำเนินการค้นคว้ากับนักเรียนทุกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากที่สุด
2. ครูตรวจสอบความถูกต้องของการใช้แหล่งข้อมูลที่นักเรียนใช้
3. ครูอาจปรับรูปแบบการดำเนินการค้นคว้าเป็นรูปแบบออนไลน์ ผ่านแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น Google doc, Padlet เป็นต้น เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วต่อการทำกิจกรรม ขึ้นอยู่กับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป (60 นาที)

ในขั้นที่ 4 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้นำมาดำเนินการศึกษาค้นคว้า และผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อสรุปองค์ความรู้ เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภูมิอากาศโลกอย่างไร โดยใช้คำถาม ดังนี้

1. ภาวะโลกร้อนเกิดจากสาเหตุใด
2. ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน
3. จากภาวะโลกร้อนในปัจจุบันส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกมีแนวโน้มเป็นอย่างไร
4. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในวงจรที่ 3 ขั้นที่ 4 ในการตอบคำถามของผู้วิจัย ผู้เรียนสามารถตอบได้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนได้ดังนี้

1. ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนเกิดจากสาเหตุใด

“...ภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นจากการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจกอื่นๆ อย่างต่อเนื่อง แก๊สเรือนกระจกจะดูดซับและกักเก็บความร้อนที่แผ่ออกจากโลก ทำให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น” (G1, 29 มีนาคม 2565)

2. ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน

“...สามารถเกิดได้ทั้งจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การตัดไม้ทำลายป่า และการทำปศุสัตว์เชิงอุตสาหกรรมเร่งให้เกิดภาวะโลกร้อนและในที่สุดนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นอันตราย” (G3, 29 มีนาคม 2565)

3. จากภาวะโลกร้อนในปัจจุบันส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกมีแนวโน้มเป็นอย่างไร

“...ความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นจากภาวะโลกร้อน มีแนวโน้มจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้เกิดสภาพอากาศสุดขั้ว เช่น 1. ยิ่งร้อน ยิ่งเกิดคลื่นความร้อนนานกว่าเดิม 2. ภาวะแล้งที่หนักกว่าเดิม 3. ไฟป่ารุนแรง 4. ฝนตกหนักกว่าเดิม” (G5, 29 มีนาคม 2565)

4. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

“...การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาณและรูปแบบการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนไป ฤดูกาลขยับเลื่อน หรือภาวะอากาศแปรปรวนมากขึ้น” (G4, 29 มีนาคม 2565)

“...สิ่งมีชีวิตขาดแคลนอาหาร เกิดการขยายตัวของทะเลทราย เกิดอุทกภัย พืชและสัตว์เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์” (G2, 29 มีนาคม 2565)

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามได้ดี มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ในขั้นตอนที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ครูต้องกำกับติดตามการบันทึกใบกิจกรรมของผู้เรียนให้มากขึ้น
2. ครูควรชี้แจงให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบเพื่อให้งานประสบความสำเร็จ
3. การลงข้อสรุปในลักษณะของ Mind mapping ครูควรสอนหลักการการเขียนที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย

ในขั้นที่ 5 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ Mind Mapping ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนโดยผู้วิจัยใช้คำถามเชื่อมโยงไปยังการเปลี่ยนภูมิอากาศโลก ดังนี้

1. ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนส่งผลต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอย่างไร
2. ตัวอย่างผลกระทบต่องานชีวิตและสิ่งแวดล้อมจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้แก่อะไรบ้าง

จากการสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอและตอบคำถามของผู้เรียนในขั้นตอนที่ 5 ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถจัดทำชิ้นงาน Mind Mapping ได้ดีขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์และสามารถนำเสนอเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อนได้ครอบคลุม ครูผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่า

“...ผู้เรียนมีการพัฒนาชิ้นงานที่ดีขึ้น มีเนื้อหาสาระที่ครอบคลุมปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 29 มีนาคม 2565)

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในขั้นตอนที่ 5 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ครูยกนำเสนอเป็นรายกลุ่มเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
2. ครูซักถามสมาชิกในกลุ่มเป็นรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

ตาราง 12 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามขั้นตอน

ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ			
การนำเสนอสถานการณ์ที่ผู้เรียนบางส่วนยังแยกความผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรณีวิดิโอ แตกต่างของพายุไม่ได้ ซึ่งอาจภาษาอังกฤษร่วมกับภาษาไทย เกิดจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเปิดคำบรรยายภาษาไทย เลือกใช้มีลักษณะใกล้เคียงกันในครั้งแรกผู้เรียนอ่านคำ คือ เป็นพายุที่ทำให้เกิดฝนตกบรรยายไม่ทันทำให้ผู้วิจัยหนัก มีลมพัดรุนแรงต้องนำเสนอสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับชมอีกครั้ง จึงจะเข้าใจสถานการณ์		-	1. สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เลือกควรเป็นวิดิโอภาษาไทย หรือมีคำบรรยายภาษาไทยประกอบ โดยส่งลิงก์ให้กับผู้เรียนได้ศึกษาล่วงหน้าก่อนเริ่มชั่วโมงเรียน 2. ระยะเวลาของคลิปวิดิโอควรมีความยาวประมาณไม่เกิน 10 นาที 3. การนำเสนอกรณีวิดิโอสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกันควรเลือกที่มีความแตกต่างกันชัดเจนหรือเป็นในรูปแบบของสารคดีที่มีการอธิบายได้ชัดเจน 4. การนำเสนอปรากฏการณ์ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆได้ดี

ตาราง 12 (ต่อ) แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามขั้นตอน

ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ผลกระทบของบทเรียน			
ลำดับขั้นตอนการจัดการ การสังเกตการหมุนเป็นเกลียว เรียนรู้ยังดูซับซ้อนเนื่องจาก ของแบบจำลองเห็นได้ไม่ชัดเจน ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เรียน เท่าที่ควร เนื่องจากห้องมีความ วิเคราะห์ผลกระทบ โชนน์ สว่างมากกว่าเปลวไฟที่ใช้เป็น ก่อนเรียน แล้วผู้วิจัยจึง แบบจำลอง บรรยายเกี่ยวกับพายุฝนฟ้า คำนอง และให้ผู้เรียน วิเคราะห์ผลกระทบโยชน์อีก ครั้งหลังจากการบรรยาย ของผู้วิจัย		-	1. การจัดการเรียนรู้หรือการลงมือปฏิบัติ กิจกรรมก่อนที่นักเรียนจะวิเคราะห์ อรรถประโยชน์ของบทเรียนทำให้นักเรียน มีความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ผู้สอน นำเสนอมากขึ้น 2. หากเป็นการทดลองครูต้องเตรียม อุปกรณ์ให้พร้อมและตั้งคำถามถึงปัจจัยที่ จะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการทดลอง อย่างเช่นในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้ คำนึงถึงความสว่างของห้องจึงทำให้ ผู้เรียนสังเกตเปลวไฟได้ไม่ชัดเจน

ตาราง 12 (ต่อ) แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามขั้นตอน

ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า			
ระยะเวลาในการดำเนินงาน ผู้เรียนอีก 3 กลุ่มที่ใช้ข้อมูลจากกิจกรรมไม่เพียงพอต่อการ เพียงแหล่งข้อมูล เดียว ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เนื่องจากผู้เรียนขาดสมรรถนะในการบันทึกใบกิจกรรม ตามประเด็นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกำหนดไว้ผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาค้นคว้าต่อที่บ้าน	-	1. ครูควรเน้นย้ำการใช้แหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย ในการดำเนินการค้นคว้ากับนักเรียนทุกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากที่สุด 2. ครูตรวจสอบความถูกต้องของการใช้แหล่งข้อมูลนักเรียนใช้	

ตาราง 12 (ต่อ) แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามขั้นตอน

ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป			
1. ผู้เรียนยังใช้แหล่งข้อมูล ในการลงข้อสรุปโดยการจัดทำในการสืบค้นเพียงแหล่ง Mind mapping ผู้เรียนไม่มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการลงข้อสรุป	-	1. ครูผู้สอนควรแนะนำนักเรียนให้ตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูลทีมนักเรียนสืบค้น ซึ่งนักเรียนควรสืบค้นแหล่งที่มาของข้อมูลมากกว่า 2 แหล่ง และให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการค้นคว้าของกลุ่มตนเอง	
2. ผู้เรียนบางกลุ่ม ไม่ได้สืบค้นข้อมูลมาที่บ้านหรือทำไม่เสร็จ		2. ควรจัดตั้งกลุ่มไลน์หรือเฟสบุ๊กเพื่อติดตามความคืบหน้าของการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม	

ตาราง 12 (ต่อ) แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามขั้นตอน

ปัญหาที่พบ		
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
แนวทางจัดการการเรียนรู้		
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย	การเขียน Mind Mapping ผู้เรียนยังมีการเขียนอธิบายโดยผู้เรียนยังมีการเขียนอธิบายโดยใช้ลักษณะการบรรยาย ยังไม่สามารถ	1. ครูยกนำเสนอเป็นรายการกลุ่มเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
	ของ ผู้เรียน ยังไม่ สามารถ นำเสนอในรูปแบบของ นำเสนอในรูปแบบของ คีย์เวิร์ดได้	2. ครูซักถามสมาชิกในกลุ่มเป็นรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
เท่าที่ควร		3. ในสถานการณ์โควิด-19 หากไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้ การนำเสนอหรืออธิบาย Mind Mapping ของผู้เรียน ผู้วิจัยจะปรับรูปแบบการนำเสนอผ่านผ่านโปรแกรมออนไลน์ ด้วย Google Meet โดยนัดแนะเวลากับผู้เรียนล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อม ทั้ง ใน การ จัด ท า โทรศัพท์เคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ตสำหรับใช้ในการนำเสนอ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การศึกษการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วยผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1-3 และผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้

1 ผลการประเมินการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรมของผู้เรียนซึ่งผู้วิจัยจัดทำใบกิจกรรมในลักษณะของแบบประเมินวัดสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบของข้อคำถามในใบกิจกรรมเป็นคำถามอัตนัยแบบเขียนตอบที่วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งการให้คะแนนมีรายละเอียดดังนี้ หากผู้เรียนตอบได้ถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน หากผู้เรียนตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนให้ 1 คะแนน หากผู้เรียนตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนรวมที่ได้มาจัดระดับคุณภาพโดยเกณฑ์การผ่านคิดเป็นร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด ในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเรียนนี้ สามารถแสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆ ได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงภาพรวมคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

สมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	คะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ			เฉลี่ย
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	72.50	78.00	80.00	76.83
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	60.00	60.00	62.00	60.67
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	60.00	63.33	68.00	63.78

จากตาราง 13 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆ ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จะเห็นว่าผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในทั้ง 3 สมรรถนะ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติการ โดยนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการ

อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองโดยผู้เรียนสามารถระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองและสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์พายุฝนฟ้าคะนองได้ ดังตัวอย่างคำตอบดังภาพ 25 และภาพ 26

1. พายุฝนฟ้าคะนองเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้ฝนตกหนัก สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นปัจจัยใดบ้าง

ที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

อากาศชื้น ความชื้นสูง / แสงแดด ตัวเย็น กลุ่มใหญ่ / อากาศที่ร้อนอบอ้าว /
 ลมกระแสวิกฤตที่รุนแรง /
 ลมแรง มลพิษทำให้ อากาศ ลมพัดตัวขึ้น /

ภาพ 25 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

จากปัจจัยที่นักเรียนกล่าวมานั้นมีความสัมพันธ์กับกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองอย่างไร

อากาศร้อน ทำให้น้ำระเหยขึ้นไปบนฟ้า ทำให้อากาศเย็นลงมาก
 และเกิดกระแสลมในชั้นบนอากาศ ทำให้อากาศเย็นลงมาก
 มาก และมีลมพัดขึ้นบนอากาศ และทำให้อากาศเย็นลง

ภาพ 26 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 4, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

1.2 ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิด พายุลูกเห็บและผู้เรียนสามารถนำเสนอผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ ดังตัวอย่าง คำตอบดังภาพ 27

2. จากปรากฏการณ์ฝนฟ้าคะนอง มักมีเหตุการณ์ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ และฟ้าร้อง ฝนตกหนัก อากาศที่ปั่นป่วนรุนแรง ทำให้มีลูกเห็บตก การเกิดลูกเห็บในพายุฝนฟ้าคะนองนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

ลูกเห็บมักเกิดจันพร้อมกันอากาศที่ปั่นป่วนรุนแรง กระแสอากาศเคลื่อนที่ขึ้น ทำให้น้ำหยดน้ำถูกพัดพาไปส่วระดับสูง และเมื่อหยดน้ำเริ่มแรงถึงเวลากลายเป็นน้ำแข็ง จะมีหยดน้ำอื่นๆ รวมเข้ามารวมตัวกัน ด้วยขนาดของก้อนน้ำแข็งจะโตขึ้นเรื่อยๆ และในที่สุดก็ตกลงมาเป็นลูกเห็บ

ถูกเห็บที่กัดขึ้นในขณะที่มีพายุฝนฟ้าคะนองนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

ท้าวความเสียงนาง ก่อสัว ก่อสัวว่า... ดีกว่า... ได้วิ่งไปหาเงิน หรือทางใต้... สวรรค์

ปิรณและอื่น ๆ ได้วิ่งความเสียงนาง

ภาพ 27 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้
สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

1.3 ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้พยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่าและนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อหลีกเลี่ยงฟ้าผ่าได้ ดังตัวอย่างคำตอบดังภาพ 28

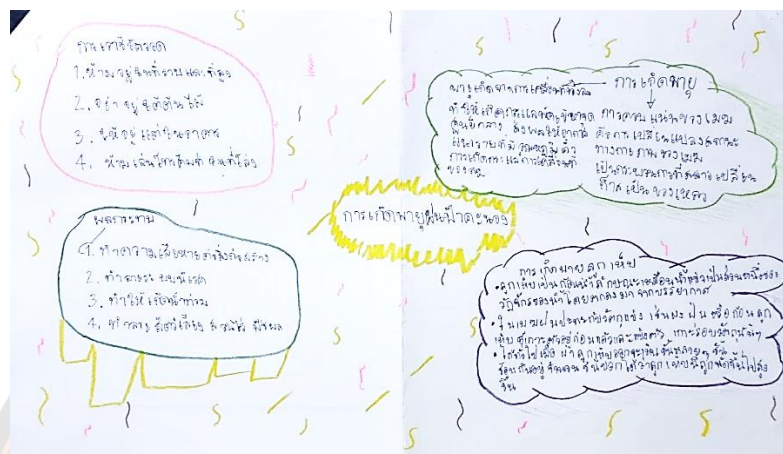
3. เหตุการณ์ฟ้าผ่า ฟาแลบ และฟ้าร้อง มักเกิดขึ้นในขณะมีพายุฝนฟ้าคะนอง ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิต
นักเรียนสามารถพิจารณาเพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่าได้อย่างไร

ไม่อยู่ในที่กึ่งโล่งแจ้ง หากอยู่ในที่กึ่งโล่งแจ้งให้หามหาวัตถุที่มีรูปร่างแหลมปลายทู่
เล็กหุ้มๆ ไม่ใช้เครื่องหีดลวดสาร อยู่ให้ห่างจากกระแสลมเฉพาะ = พายุฝนฟ้า
 $n = 100$ จตุรัสหน่วยพื้นที่จะปลอดภัย

หากนักเรียนอยู่ในพื้นที่โรงเรียนจะมีแนวทางปฏิบัติคนอย่างไรเพื่อหลีกเลี่ยงการถูกฟ้าผ่า
หึ่งมาๆ ฟ้ายังไม่หยุดลงเลยเกาะเก้าอี้เหล็กนอน ไม่ควรอยู่ในใต้ต้นไม้

ภาพ 28 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ฟ้าผ่าในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ (ผู้เรียนกลุ่มที่ 3, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

1.4 ผู้เรียนสามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้และนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 28



ภาพ 29 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้และนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ (ผู้เรียนกลุ่มที่ 4, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบสภาพอากาศจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อยืนยันว่ากำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 30

4. นักเรียนจะอธิบายอย่างไรเพื่อบอกให้เพื่อนของนักเรียนทราบว่าเมฆฝนนี้เป็นเมฆที่กำลังก่อตัวเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง

วิธีสังเกตได้จาก

1. ลักษณะอากาศที่ร้อนอบอ้าว
2. ความชื้นในอากาศสูงและเมฆยวตัว
3. เมฆก่อตัวเหนือในบึง คล้ายดอกกะหล่ำ ท้องฟ้ามืดขึ้น

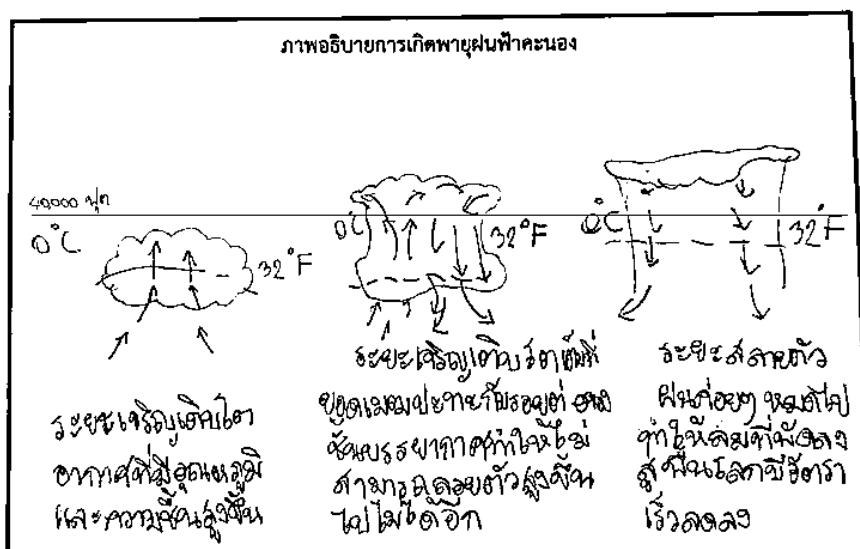
ภาพ 30 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบสภาพอากาศจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 5, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ผู้เรียนสามารถนำเสนอภาพอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้
ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 31

5. "อากาศร้อน น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำได้มาก อากาศร้อนขึ้นจะลอยตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึงระดับที่อุณหภูมิอากาศต่ำ ไอน้ำเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำปริมาณมหาศาล เกิดเป็นเมฆขนาดใหญ่ก่อตัวได้สูงถึง 40,000 - 50,000 ฟุตและฝนตกหนัก" จากข้อความนี้ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และวาดภาพอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง



ภาพ 31 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการนำเสนอภาพอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจาก
ข้อมูลที่กำหนดให้ได้

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 3, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

วจนรปฏิบัติการที่ 2

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายการเกิดพายุหมุนเขตร้อนและสามารถบอกลักษณะที่เหมือนกันของกิจกรรมการเกิดพายุหมุนกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้ ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 32

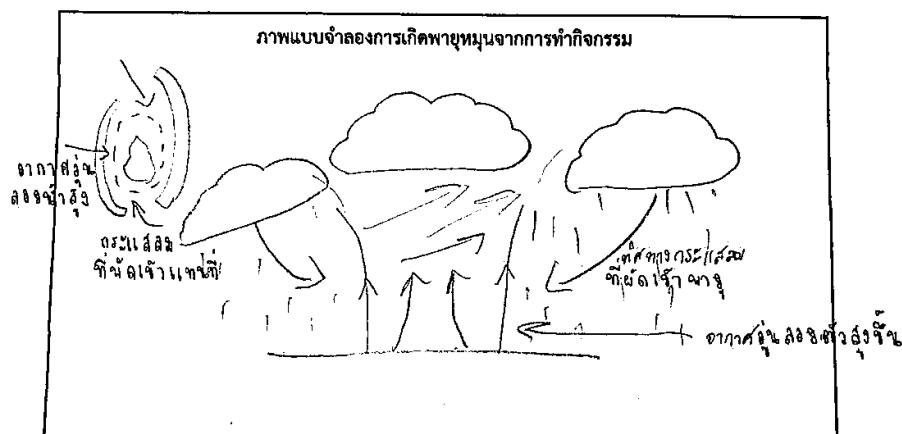
1. จากกิจกรรม การเกิดพายุหมุน มีกระบวนการเกิดเหมือนกันอย่างไรกับ “กระบวนการเกิดพายุหมุนเขตร้อน”

จากการทำกิจกรรม อุดมฤทธิที่เพิ่มสูงจะลอยตัวขึ้นสู่บรรยากาศและมีการไหลผ่านของอากาศเย็นเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดการหมุนเป็นเกลียวกันขึ้น ซึ่งเหมือนกันกับนายสมเจตน์นั้นคือ พายุหมุนที่เกิดขึ้นเหนือมหาสมุทรก็จะเคลื่อนไปตามแนวความกดต่ำ ซึ่งอากาศบริเวณเหนือน้ำทะเลนั้นมีความกดต่ำและอากาศเคลื่อนที่ลอยตัวสูงขึ้น เมื่อพายุหมุนเคลื่อนที่เหนือน้ำทะเลไปเรื่อยๆ จะมีการดึงแรงจลน์เข้ามาเป็นเหตุให้แปรสัณฐาน นางไทรน้อยและนางสุไต้ก็คิดว่าเร็วแล้วสูงขึ้นไปเรื่อยๆ ในที่สุด แต่เมื่อนางสุไต้ลอยตัวขึ้นสูงแล้ว จะลดกำลังลงเรื่อยๆ เนื่องจากไต้มีไอน้ำในอากาศเสิร์ฟแล้วนาง

ภาพ 32 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการสร้างคำอธิบายการเกิดพายุหมุนเขตร้อน (ผู้เรียนกลุ่มที่ 2, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

1.2 ผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลอง การเกิดพายุหมุนเขตร้อน จากการทำกิจกรรมในเชิงอธิบาย โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อน เพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับการปรากฏการณ์นั้น ได้อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 33

2. จากการดำเนินกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 พายุหมุนเกิดขึ้นได้อย่างไร ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองการเกิดพายุหมุนเขตร้อนพร้อมทั้งอธิบายถึงหลักการเกิดพายุจากการทำกิจกรรมที่สัมพันธ์กับการเกิดพายุหมุนเขตร้อน



เปลวไฟ เปรียบได้กับ แสงอาทิตย์ที่ส่องลงสู่ผิวน้ำ
โดยที่ กระแสลม เป็นตัวพาความร้อนจากผิวน้ำเป็นกระแสลม
พัดเข้าหาเส้น ทำให้เกิดการพาความร้อนจากผิวน้ำเข้าหาเส้น
ทำให้เกิด เมฆคิวมูโลนิมบัส พายุหมุน

2

ภาพ 33 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการสร้างแบบจำลองการเกิดพายุหมุนเขตร้อนและสามารถระบุถึงองค์ประกอบของการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้ (ผู้เรียนกลุ่มที่ 2, แบบประเมินสมรรถนะด้านความรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

1.3 ผู้เรียนสามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์พายุหมุนเขตร้อน โดยใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 34

3. “พายุโซนร้อนลูกหนึ่งพัดขึ้นฝั่งที่หมู่เกาะฟิลิปปินส์ ทำความเสียหายมากมาย กรมอุตุนิยมวิทยาแจ้งว่าก่อนที่จะพายุดังกล่าวจะเคลื่อนตัวถึงประเทศไทยจะอ่อนกำลังลง จึงไม่น่าจะทำความเสียหายแก่ประเทศไทยได้ จึงแจ้งประชาชนไม่ต้องวิตก” จากการแจ้งของกรมอุตุนิยมวิทยานักเรียนคิดว่าพายุโซนร้อนที่อ่อนกำลังลงนี้เป็นพายุหมุนเขตร้อนระดับใดและเพราะเหตุใดจึงกล่าวว่าพายุนี้ไม่น่าจะทำความเสียหายแก่ประเทศไทยได้

พายุโซนร้อนที่พัดขึ้นฝั่งที่หมู่เกาะฟิลิปปินส์ น่าอ่อนกำลังลงเพราะเคลื่อนมาถึง
พายุโซนร้อนที่พัดขึ้นฝั่งที่หมู่เกาะฟิลิปปินส์ น่าอ่อนกำลังลงเพราะเคลื่อนมาถึง
พายุโซนร้อนที่พัดขึ้นฝั่งที่หมู่เกาะฟิลิปปินส์ น่าอ่อนกำลังลงเพราะเคลื่อนมาถึง

2

ภาพ 34 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการพยากรณ์ระดับความรุนแรงของพายุโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 3, แบบประเมินสมรรถนะด้านความรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

1.4 ผู้เรียนสามารถเสนอสมมติฐาน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์พายุหมุนเขตร้อน โดยใช้เกณฑ์แหล่งกำเนิด อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 35

4. ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อลมฟ้าอากาศ โดยมีแหล่งกำเนิดจากที่ใดบ้าง และส่วนใหญ่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนที่มีแหล่งกำเนิดจากที่ใด สามารถแบ่งเกณฑ์ความรุนแรงของพายุตามข้อตกลงระหว่างประเทศซึ่งใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์และแบ่งออกเป็นอะไรบ้าง

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน

1) อ่าวเบงกอล ทะเลจีนใต้ และทะเลจีนใต้

2) อ่าวเบงกอล และทะเลจีนใต้

3) พายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อลมฟ้าอากาศส่วนใหญ่มาจากทะเลจีนใต้ และทะเลจีนใต้

เกณฑ์ความรุนแรงของพายุที่ใช้ตามวิธีสากล คือ ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางพายุ หน่วยวัดคือ ความเร็วลมเฉลี่ย

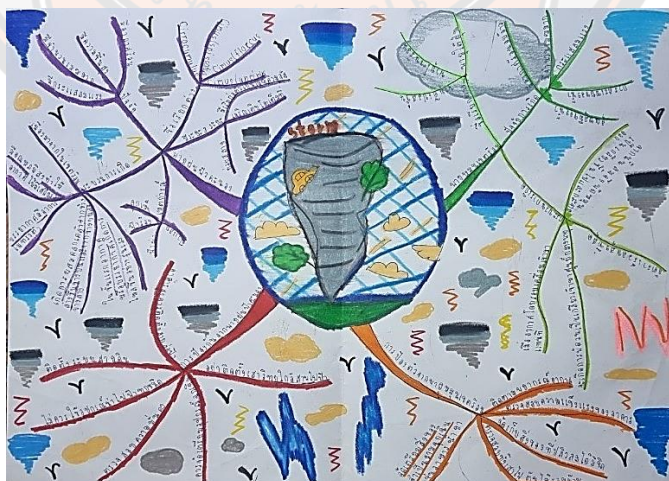
- จากข้อ 1 คือ ระดับ ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง 63 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง

- จากข้อ 2 คือ ระดับ ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง 63 - 119 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง

- ได้ผ่าน ความเร็วลม มากกว่า 119 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมงขึ้นไป

ภาพ 35 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการนักเรียนสามารถเสนอสมมติฐานการเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อนโดยใช้เกณฑ์แหล่งกำเนิดได้อย่างสมเหตุสมผลครบถ้วน (ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

1.5 ผู้เรียนสามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อนที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุหมุนเขตร้อน ในระดับบุคคลและสังคมโดยมีเหตุผลสนับสนุน ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 36



ภาพ 36 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้ถูกต้องและนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุหมุนเขตร้อน (ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผู้เรียนสามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อน โดยแสดงถึงขั้นตอน การสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน และเป็นระบบ ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 37

5.จากสถานการณ์นี้ นักเรียน A กล่าวว่า พายุ 91W มีความรุนแรงมากที่สุด จากสิ่งที่นักเรียน A บอกมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ นักเรียนจะให้วิธีการใดในการตรวจสอบว่า พายุ 91W มีความรุนแรงมากที่สุด

สามารถพิจารณาจากความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อน

1. ลักษณะของพายุหมุนเขตร้อน

2. ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง - พายุต้องมีความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง เกิน 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- พายุโซนร้อนมีความเร็วลม 64-114 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- ไต้ฝุ่นพายุไต้ฝุ่นมีความเร็วลมมากกว่า 114 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป

ภาพ 37 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการนำเสนอหลักเกณฑ์พื้นฐานของพายุหมุนเขตร้อนได้และบอกถึงระดับความรุนแรงด้วยการระบุความเร็วลมสูงสุด

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 3, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

2.2 ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เกณฑ์ในการสำรวจตรวจสอบถึงความรุนแรงของพายุ จากข้อมูลที่กำหนดไว้ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 38

6.จากสถานการณ์ ถ้านักเรียนอยู่ร่วมในกลุ่มนี้ นักเรียนจะใช้เกณฑ์อะไรในการระบุถึงความรุนแรงของพายุที่กำลังพัดผ่านเข้ามายังประเทศไทย

ประเมินจาก ชื่ออยู่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิก หรือ พายุไต้ฝุ่น แล้ว ตามแรงลม ตาม ความเร็วลมตาม ไต้ฝุ่น คือเป็น

1. พายุไต้ฝุ่น

2. พายุไต้ฝุ่น ที่มีความเร็วลมอย่างมาก

3. พายุไต้ฝุ่นรุนแรง / ไซโคลนไต้ฝุ่น

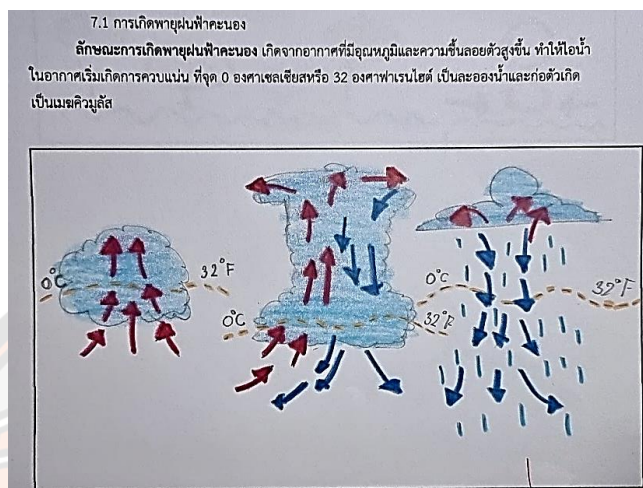
แล้วจะดูความรุนแรงตาม พายุจาก ความเร็วลม ที่พัดต่อเนื่อง ใน 10 นาที ที่วัดตามสูง 10 เมตร

ภาพ 38 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการระบุความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนจากเกณฑ์พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิก

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 4, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

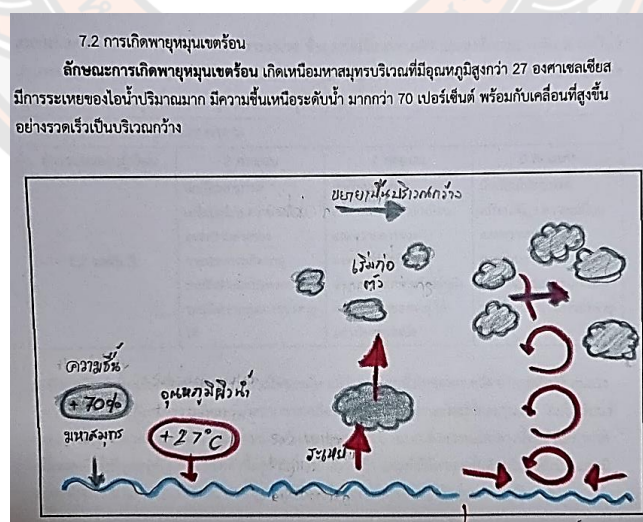
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ผู้เรียนสามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ ภายใต้เงื่อนไขจำกัด แล้วนำเสนอ ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 39, 40



ภาพ 39 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมนักเรียนสามารถเสนอแบบจำลองการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)



ภาพ 40 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมนักเรียนสามารถเสนอแบบจำลองการเกิดพายุหมุนเขตร้อน

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

3.2 ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุว่ามีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร จำแนกประเภท และลงข้อสรุปกล่าวถึงความรุนแรงของพายุ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 41

8. จากภาพให้นักเรียนจำแนกประเภทของพายุทั้ง 3 ภาพนี้เป็นพายุประเภทใด พายุประเภทใดมีความรุนแรงมากที่สุดโดยใช้ความเร็วลมเป็นเกณฑ์ และเปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุว่ามีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

1. เป็นพายุประเภทพายุฝนฟ้าคะนอง

2. เป็นพายุหมุนเขตร้อน

3. เป็นพายุทอร์นาโด

พายุทอร์นาโดมีความรุนแรงมากที่สุด

แตกต่างกัน เพราะ พายุฝนฟ้าคะนอง อาจเกิดได้ตลอดเวลา

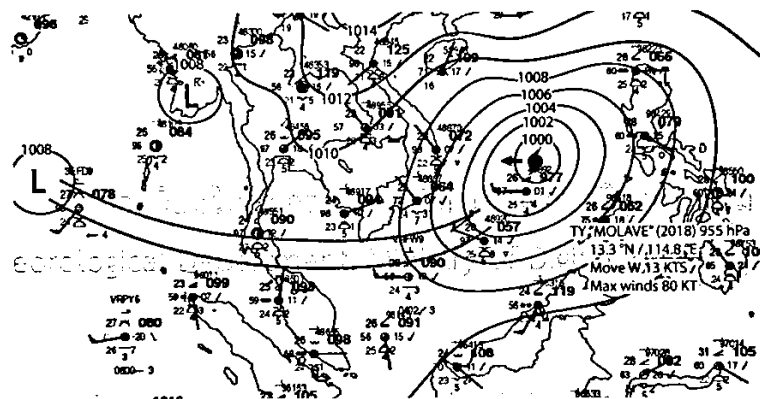
และ ฝนตกหนัก ซึ่งทำให้อากาศชื้น ส่งผลให้สภาพ ลม พายุหมุนเขตร้อนเกิดจาก ความกดอากาศต่ำที่เกิดขึ้นในเขตร้อน บริเวณเส้นศูนย์

ภาพ 41 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุว่ามีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร จำแนกประเภท และลงข้อสรุปกล่าวถึงความรุนแรงของพายุ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 2, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

3.3 ผู้เรียนสามารถสร้างข้อสันนิษฐาน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับพายุหมุนเขตร้อน โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 42

9. จากแผนที่อากาศนี้นักเรียนคิดว่าประเทศไทยจะได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนนี้หรือไม่เพราะเหตุใดและจากภาพสัญลักษณ์ในแผนที่อากาศนี้พายุหมุนเขตร้อนนี้เป็นพายุหมุนเขตร้อนประเภทใด



ที่มา : <https://www.prachachat.net/general/news-544566>

จากแผนที่อากาศประเทศไทยจะได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนนี้โดย
วิธีไหนหรือลมขนาดไหนมาถึงไทยกลางประเทศไทย ซึ่งนี้การพยากรณ์สัญลักษณ์
ทั่วไปเป็นพายุหมุนเขตร้อนได้

ภาพ 42 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการสามารถสร้างข้อสันนิษฐานถึงการได้รับผลกระทบ
ของพายุหมุนเขตร้อน โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุนได้
(ผู้เรียนกลุ่มที่ 2, แบบประเมินสมรรถนะด้านความรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน ได้อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 43

1. จากวิทัศน์ “จะเกิดอะไรขึ้นถ้าโลกร้อนขึ้น 2 องศา” ทำให้ทราบถึงวิวัฒนาการของโลกจากอดีตจนถึงปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงหลักของโลกตั้งแต่อดีตคือ ก๊าซคาร์บอนไดร็อกไซด์ หรือ CO₂ มีปริมาณที่เข้มข้นมากขึ้น ส่งผลต่อปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน เพราะเหตุใด CO₂ จึงส่งผลต่อปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน และส่งผลอย่างไรต่อสภาพแวดล้อม

คาร์บอนไดร็อกไซด์เจือปนมากขึ้น จึงส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศ ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกแผ่กระจายและโลกอุ่นขึ้น ตลอดจนทำให้แม่น้ำแห้งเหือดและได้ลดส่งน้ำลงเร็ว น้ำทะเลสูงขึ้นทั่วโลก พื้นที่และแหล่งจะหายไป และตึกก็จะกลายเป็นน้ำ และส่งผลกระทบต่อชีวิต สิ่งแวดล้อมต่างๆ

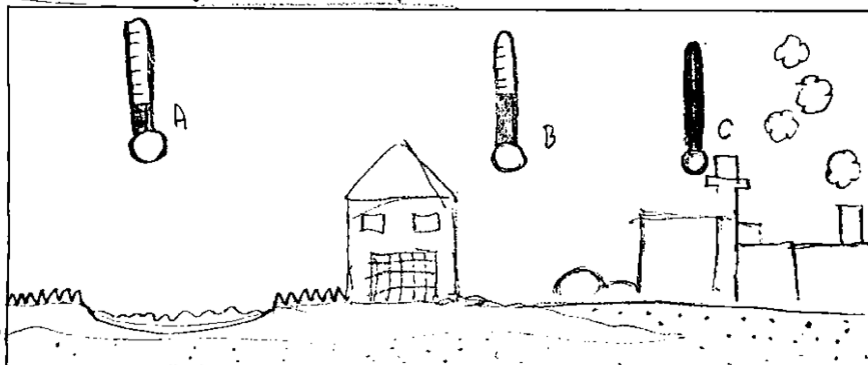
2

ภาพ 43 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการสังเกตการณ์การสังเกตการณ์เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและระบุถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 2, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

1.2 ผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองเชิงอธิบาย ที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อนได้อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 44

2. กำหนดให้องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมประกอบด้วย บ่อน้ำ ภูเขา ดิน ทราย หิน ทราย โชนหิน ครอบแก้ว โรงงาน ฟาร์มปศุสัตว์ เทอร์โมมิเตอร์ A B และ C หากนักเรียนต้องสร้างแบบจำลองจากองค์ประกอบที่กำหนดให้ เพื่ออธิบายผลของสภาพแวดล้อมต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยกำหนดให้ เทอร์โมมิเตอร์ C มีค่าอุณหภูมิที่สูงที่สุด รองลงมาเป็น B และ A นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบใดในแบบจำลองส่งผลให้ค่าอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ C มีค่าสูงกว่า A และ B เพราะเหตุใด



เทอร์โมมิเตอร์ C เป็นที่ตั้งของโรงงาน แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของอากาศ
เป็นพื้นที่หนึ่งใกล้ โรงงาน ปล่อยควันและไอระเหยออกมา ซึ่ง
จะเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ ทำให้อุณหภูมิของ C สูงกว่า A และ B

ภาพ 44 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการทำการสร้างคำอธิบายถึงองค์ประกอบในแบบจำลองและ
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับภาวะโลกร้อน

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

1.3 ผู้เรียนสามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของภาวะโลกร้อนโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 45

3. จากกราฟแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ CO_2 ในชั้นบรรยากาศ หากในอนาคต
ภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ลดใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น นักเรียนคิดว่า
แนวโน้มความเข้มข้นของ CO_2 ในชั้นบรรยากาศ จะเป็นอย่างไร เพราะอะไร
ในอนาคตภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ปริมาณความ
เข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แนวโน้มลดลง จากการใช้น้ำมัน
ฟอสซิลเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิง ทำให้อากาศคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น
หากลดการเผาไหม้ได้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะลดลงไป

ภาพ 45 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น
และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อภาวะโลกร้อนได้

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

1.4 ผู้เรียนสามารถเสนอสมมติฐาน เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 46

4. ก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) ก๊าซไนโตรเจนไดรฟลูออไรด์ (NF₆) ก๊าซเหล่านี้เกิดจากปรากฏการณ์หรือกระบวนการทางธรรมชาติและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะการเผาไหม้เชื้อเพลิง จึงทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศมากที่สุด และก๊าซที่ควรเฝ้าระวังต่อมา คือ ก๊าซมีเทน ที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ก๊าซเรือนกระจกนอกจากจะดูดความร้อนไว้ในบรรยากาศโลกแล้ว ยังไปทำลายชั้นโอโซนให้บางลงด้วย ซึ่งในชั้นโอโซนมีหน้าที่ในการกรองรังสีอันตราย คือ รังสียูวี หรือ Ultraviolet เพราะเหตุใด ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

การสะสมของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศจำนวนมากจะเป็นตัวกักเก็บความร้อน ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนและเมื่อภาวะโลกร้อนนี้มากยิ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกขึ้น การเกิด ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ กล่าวคือ เกิดขึ้นพลังงานจากชั้นพื้นดิน นักวิทยาศาสตร์คาดว่าในระยะเวลาหนึ่งข้างหน้า ซึ่งอันส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศโลกและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

ภาพ 46 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องกันระหว่างก๊าซเรือนกระจกกับภาวะโลกร้อน เพื่ออธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (ผู้เรียนกลุ่มที่ 4, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผู้เรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 48

6. ให้นักเรียน ยกตัวอย่างปัญหาที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม :

และสังคมอย่างน้อย 2 ประเด็น

1. การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
2. ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ
3. การขยายตัวของเมืองและอุตสาหกรรม
4. การทำปศุสัตว์เชิงอุตสาหกรรม

ภาพ 48 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 4, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

2.2 ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นปัญหาจากเหตุการณ์ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยกำหนดได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และพิจารณาจากความสามารถในการวัดปริมาณของตัวแปร ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 49

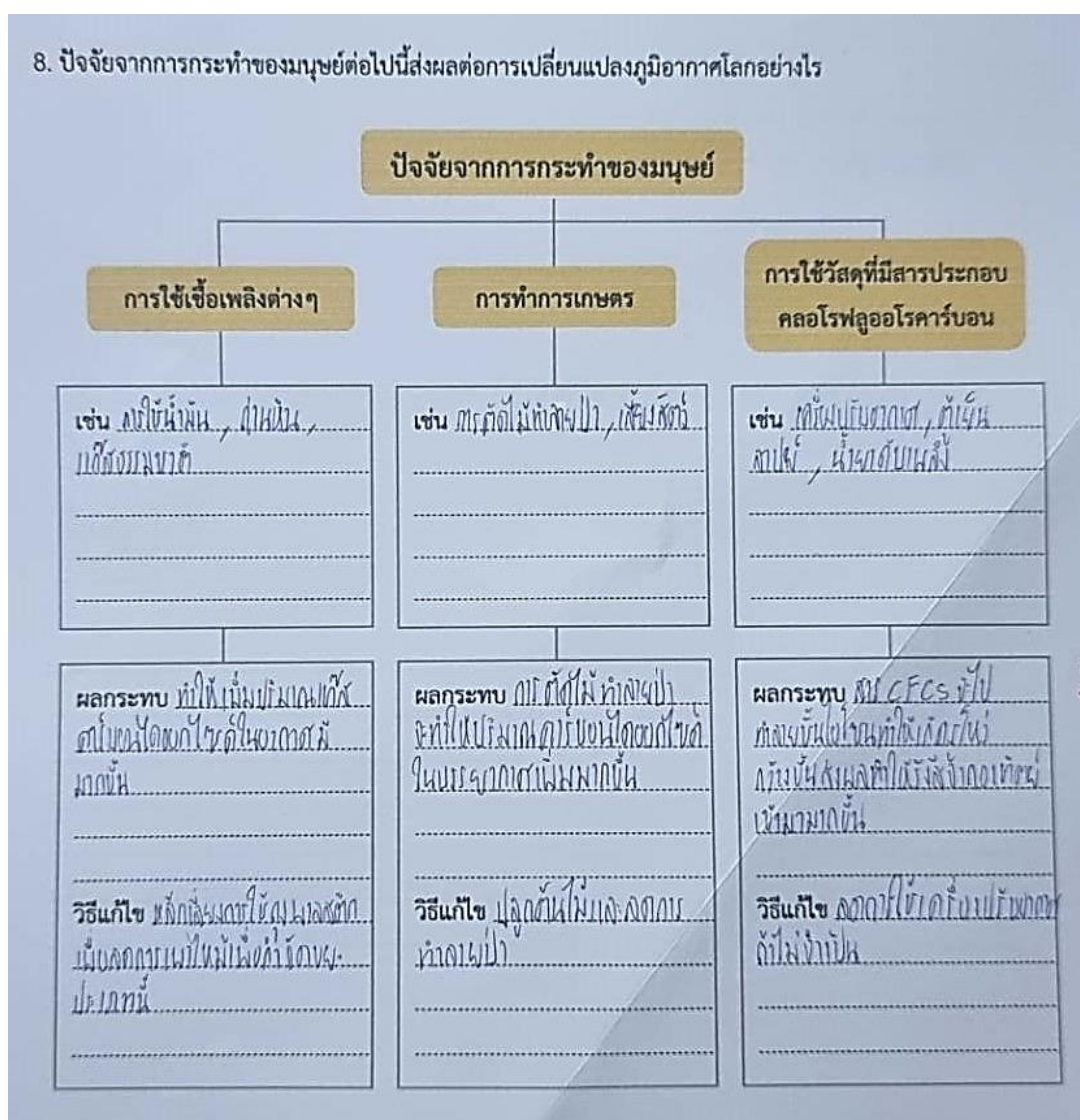
จากข้อกล่าวอ้างถึง “แกรนด์ โซลาร์ มินิมัม” นี้ สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

- 1) ตรวจสอบได้จาก การเปรียบเทียบ ช่วงเวลา อุณหภูมิ ของ ดวงอาทิตย์ ตลอด 1 เดือน กับ อุณหภูมิของพื้นที่ ที่เลือก ของ ม. ๕-๖
- 2) การวัดอุณหภูมิของอากาศ ที่สัมผัสกับผิว ใน ๕ วัน ปรากฏว่า อุณหภูมิของอากาศ ไม่สามารถวัดได้ เพราะอากาศร้อนเกินไป

ภาพ 49 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบได้

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 3, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

2.3 ผู้เรียนสามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ สถานการณ์ภาวะโลกร้อนอย่างง่ายได้ โดยแสดงถึงขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 50



ภาพ 50 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ ปัจจัยจากการกระทำของมนุษย์ต่อภาวะโลกร้อนอย่างง่ายได้ โดยแสดงถึงขั้นตอนการสำรวจผลกระทบและวิธีแก้ไขที่ชัดเจน

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 5, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

2.4 ผู้เรียนสามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ในเหตุการณ์ ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยให้เหตุผลด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 51

9. หนึ่งในวิธีที่ช่วยแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ลดโลกร้อน ที่ทำได้ด้วยตัวเอง คือ การลดการบริโภคเนื้อสัตว์ให้น้อยลง เลือกอาหารในท้องถิ่นและมาจากธรรมชาติเมื่อเป็นไปได้ และซื้ออาหารที่มีบรรจุภัณฑ์น้อย

เพราะเหตุใด การลดการบริโภคเนื้อสัตว์ให้น้อยลง เลือกอาหารในท้องถิ่นและมาจากธรรมชาติเมื่อเป็นไปได้ และซื้ออาหารที่มีบรรจุภัณฑ์น้อย จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการช่วยแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

- การบริโภคเนื้อสัตว์ให้น้อยลง สามารถช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ได้ เพราะ อุณหภูมิของเนื้อสัตว์ สัตว์ ก๊าซเรือนกระจก เป็นต้นออกมาทั่ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ก๊าซมีเทน ดังนั้น หากบริโภคเนื้อสัตว์ให้น้อยลง ก็ช่วยลดปริมาณ ก๊าซเรือนกระจก ได้

- การซื้ออาหารที่บรรจุภัณฑ์น้อย เป็นการช่วยลดปริมาณพลาสติก และขยะจากการกำจัด หากไม่เผาทิ้งก็ก่อให้เกิด ก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น การลดการใช้บรรจุภัณฑ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยลดโลกร้อน

ภาพ 51 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการประเมินวิธีการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่กำหนดให้ โดยให้เหตุผลด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน (ผู้เรียนกลุ่มที่ 3, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

2.5 นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากข้อมูลที่กำหนดให้ ในเหตุการณ์ ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 52

10. การช่วยลดภาวะโลกร้อน นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดที่น่าสนใจ คือ การทำให้ขั้วโลกหยุละลาย และกลับมาเย็นเยะเยือกอีกครั้ง โดยการทำให้เมฆ "สว่างและสะท้อนแสงได้มากขึ้น" โดยการสูบน้ำทะเลขึ้นสู่เสากระโดงเรือไร้คนขับ และฉีดพ่นน้ำขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศด้วยหัวฉีดพ่นละอองน้ำขนาดเล็ก ด้วยวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์นำเสนอนี้ นักเรียนคิดว่า มีความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะช่วยลดภาวะโลกร้อน อย่างไร

- มีความเป็นไปได้ โดยวิธีการนี้จะช่วยให้อนุภาคเกลือขนาดเล็กจี้วถูกฉีดพ่นเข้าสู่เมฆ และทำให้เมฆ สะท้อน ความรังสี จากแสงอาทิตย์ได้มากขึ้น และเดี๋ยวก็นักก็ ทำให้ สภาพ อากาศ บริเวณนั้นเย็นลงด้วย

ภาพ 52 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมนักเรียนสามารถอธิบายถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากเหตุการณ์ที่ระบุขอบเขตการศึกษาที่จำกัด โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 2, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ผู้เรียนสามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขจำกัด แล้วนำเสนอ ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 53

3.3 ผู้เรียนสามารถสร้างข้อสันนิษฐาน เพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้
 ประจักษ์พยาน และเหตุผลสนับสนุน ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 55

13. จากบทความ “มนุษย์.. ต้นเหตุสำคัญของโลกร้อน?” ให้นักเรียนตั้งข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่สอดคล้องกับบทความนี้ โดยใช้ข้อมูลจากบทความนี้พร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุนข้อสันนิษฐานของนักเรียน

[illegible]

ภาพ 55 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการสร้าข้อสันนิษฐาน เพื่ออธิบายเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกโดยนำเสนอข้อมูลด้านจำนวนประชากรและความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 3, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

3.4 ผู้เรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาสิ่งอื่น โดยระบุเหตุผลสนับสนุนการแยกแยะ จากข้อมูลในเหตุการณ์ ภายใต้งैอนไขจำกัด ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 56

14. นายปรกณเจ้าของฟาร์มโคขนาดใหญ่ กล่าวว่าเขาใช้วิธีการปั่นจักรยานเพื่อไปให้อาหารโคในฟาร์มของเขาทุกวัน เป็นวิธีการช่วยลดปัญหามภาวะโลกร้อน แต่นายปรกณบอกว่าการปั่นจักรยานของนายปรกณไปฟาร์มโคไม่เป็นการช่วยลดปัญหามภาวะโลกร้อน เพราะฟาร์มโคขนาดใหญ่ของนายปรกณมีส่วนทำให้เกิดภาวะโลกร้อน จากข้อโต้แย้งของทั้ง 2 คนให้นักเรียนระบุเหตุผลสนับสนุนการข้อโต้แย้งของทั้ง 2 คนนี้

จากข้อกล่าวของนายปรกณ : การปั่นจักรยาน เป็นการลดการเผาไหม้เชื้อเพลิง การรีไซเคิล การลดการใช้รถส่วนตัว ลดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นการช่วยลดมลพิษลงอีกวิธีหนึ่งนอกจากการลดการใช้รถส่วนตัว : ฟาร์มโคขนาดใหญ่มักปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งมาจากสัตว์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปศุสัตว์ขนาดใหญ่ทำไว้เกิดภาวะเรือนกระจกส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนและในระยะเวลาส่วนนี้ใช้เกิดกรปล่อยแก๊สเรือนกระจกอีกทาง

ภาพ 56 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการแยกแยะข้อโต้แย้ง ระหว่างการปั่นจักรยานไปให้
อาหารโค กับ การเลี้ยงโคในฟาร์มขนาดใหญ่ โดยระบุเหตุผลสนับสนุนการแยกแยะ จากข้อมูลใน
เหตุการณ์ ภายใต้เงื่อนไขจำกัด

(ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

3.5 ผู้เรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้ง และประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน และให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้น ตัวอย่างคำตอบดังภาพ 57

15. ระหว่างเรียนในคาบวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มหนึ่งกำลังรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดภาวะโลกร้อน โดยนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้ข้อมูลที่แตกต่างกันดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 กล่าวว่า ภาวะโลกร้อน เกิดจาก ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect)

นักเรียนคนที่ 2 กล่าวว่า ภาวะโลกร้อน เกิดจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

นักเรียนคนที่ 3 กล่าวว่า ภาวะโลกร้อน เกิดจาก ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ดังนั้นภาวะโลกร้อน เกิดมาจากสาเหตุใด? คำกล่าวของนักเรียนคนใดได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด เพราะเหตุใด
ภาวะโลกร้อนเกิดจากดาว ที่อุณหภูมิเย็นของมหาสมุทรโลกสูงขึ้น หรือ
จลาจลหรือ อันเป็นเหตุให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นผล
มาจากกิจกรรมในการค้าเงินกู้ยืม ของมนุษย์ ทำให้ปริมาณก๊าซเรือน
กระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น จนก่อให้เกิดเป็นภาวะเรือนกระจก
ดังนั้น นักเรียนคนที่ 1 มีความเข้าใจผิด

ภาพ 57 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมประเมินข้อโต้แย้ง และประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับ ภาวะโลกร้อน ภาวะเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้น
 (ผู้เรียนกลุ่มที่ 1, แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3)

ตอนที่ 2 ผลการประเมินพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกวงจรปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยทำการวัดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกวงจรปฏิบัติการแล้ว ในการวัดความฉลาดรู้ครั้งนี้จัดกระทำภายใต้สถานการณ์โควิด ผ่านโปรแกรมการประชุมออนไลน์ Google meet และจัดทำเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยแอปพลิเคชัน Google Form มีผู้เรียนเข้าร่วมการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ทั้งหมด 25 คน ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 36.80

วิเคราะห์ผลตามสมรรถนะย่อย ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตอบข้อคำถามเชิงซ้อนในสมรรถนะย่อย A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ แสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังภาพ 58

คำถามที่ 3/3 : จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ ในข้อที่ 1 หากปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นมีการพัฒนาและก่อตัวเป็นปรากฏการณ์ที่มีสภาวะอากาศที่รุนแรงมากขึ้น ปรากฏการณ์ซึ่งเกิดขึ้นตามมานี้ก่อให้เกิดความเสี่ยงและอันตรายอย่างใหญ่หลวงต่อประชากรโลกและสภาพภูมิประเทศ จงคำตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้ออธิบายคำอธิบายใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สามารถพัฒนาและก่อตัวเป็นสภาวะอากาศที่รุนแรงขึ้นได้จากสถานการณ์ในข้อ 1 *

	ใช่	ไม่ใช่
A : ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเฉพาะในโซนร้อนของมหาสมุทร หรือทะเลที่มีอุณหภูมิสูง ตั้งแต่ 26°C. หรือ 27°C. ขึ้นไป เกิดการพัฒนาและก่อตัวเป็นสภาวะอากาศที่รุนแรง คือ พายุไต้ฝุ่น	☐	☒
B : ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นจากลมร้อนและลมเย็นมาเจอกันและก่อตัวให้เกิดลมหมุน และเมื่อลมหมุนในระดับที่ไม่คงที่ ทำให้ปลายข้างหนึ่งลงมาสัมผัสที่พื้นก่อให้เกิดเป็นทอร์นาโด	☒	☐
C : ปรากฏการณ์ที่หยดน้ำถูกพัดพาไปสู่ระดับสูงมาก และเริ่มแข็งตัวเป็นเกล็ดเป็นน้ำแข็งมีหยดน้ำอื่น ๆ รวมเข้ามาและในที่สุดก็ตกลงมาเป็นลูกเห็บ	☒	☐

ภาพ 58 แสดงตัวอย่างคำตอบการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ ได้ถูกต้องทุกข้อคำถาม

และผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามแบบเขียนตอบ ในส่วนสมรรถนะย่อย A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย แสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังภาพ 59

คำถามที่ 2/3 : นักศึกษาอีกคนหนึ่งชื่อจินตนา ไม่เห็นด้วยกับการสรุปของอัจฉริยะ เธอเปรียบเทียบกราฟทั้งสองและบอกว่า มีกราฟบางส่วนไม่สนับสนุนข้อสรุปของอัจฉริยะ จงยกตัวอย่างว่า กราฟส่วนใดไม่สนับสนุนข้อสรุปของอัจฉริยะ พร้อมทั้งอธิบายคำตอบ *

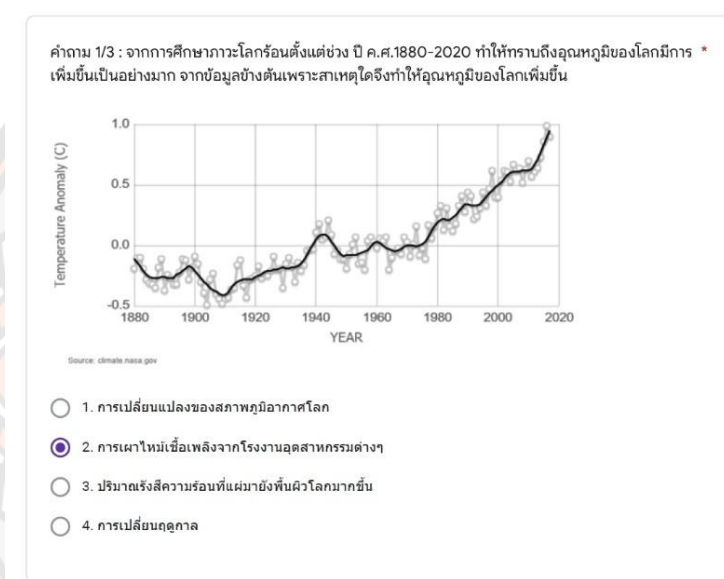
ในเมื่ออากาศบนมมมีส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดจะเป่าไปใต้โถงหลุมภูมิโลก

ภาพ 59 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ผู้เรียนไม่สามารถเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายได้

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 40

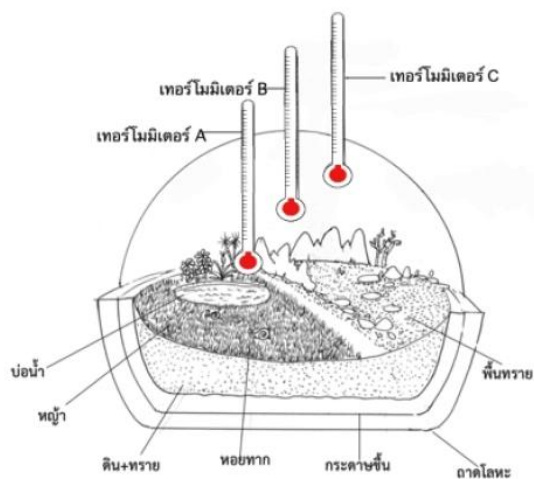
วิเคราะห์ผลตามสมรรถนะย่อย ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตอบข้อคำถามแบบเลือกตอบ ในสมรรถนะย่อย B1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ แสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังภาพ 60



ภาพ 60 แสดงตัวอย่างคำตอบการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

และผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามแบบเขียนตอบ ในส่วนสมรรถนะย่อย B2 แยกแยะได้ว่า ประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังภาพ 61

คำถาม 2/3 อ้างอิงจาก "ความร้อนกับภาวะโลกร้อน" นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองเลียนแบบโลก ที่มี *
ลักษณะเป็นโดม ดังภาพ



นำแบบจำลองเลียนแบบโลกที่ตั้งไว้กลางแจ้ง ปรากฏว่าเทอร์โมมิเตอร์ A B และ C มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยเทอร์โมมิเตอร์ A B และ C นั้นมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่เท่ากันในแต่ละจุด การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ไม่เท่ากันนี้มีผลมาจากสภาพแวดล้อม และถ้าต้องการลดอุณหภูมิ ภายในโดมโดยไม่เปลี่ยนแปลงสถานที่ตั้งหรือสภาพแวดล้อมภายนอก นักเรียนสามารถดำเนินการลดอุณหภูมิได้อย่างไร

ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศในรอบวันคือ ... ทั้งนี้เนื่องจากพื้นดินและบรรยากาศต้องการอาศัยเวลาในดูดกลืนและคายความร้อน

ภาพ 61 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ผู้เรียนไม่สามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 24.40

วิเคราะห์ผลตามสมรรถนะย่อย ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตอบข้อคำถามแบบเชิงซ้อน ในสมรรถนะย่อย C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย แสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังภาพ 62

คำถามที่ 2/3 : ระหว่างเรียนในคาบวิทยาศาสตร์ นักเรียน 3 คน กำลังรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตของพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน โดยนักเรียนแต่ละคนได้ข้อมูลดังนี้ จึงเลือกตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำอธิบาย คำอธิบาย : ข้อมูลที่รวบรวมได้ของนักเรียนคนใดมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ *

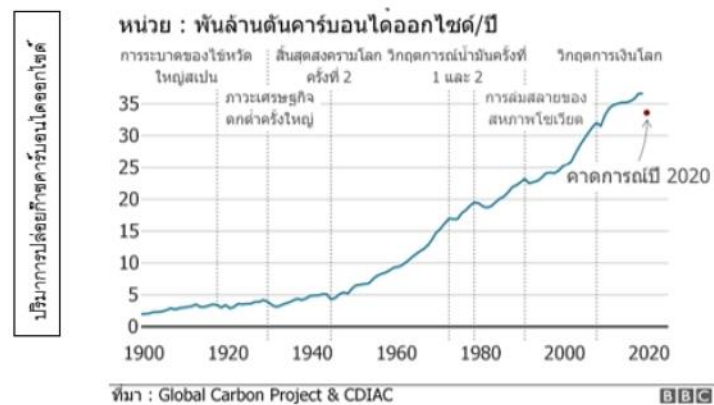
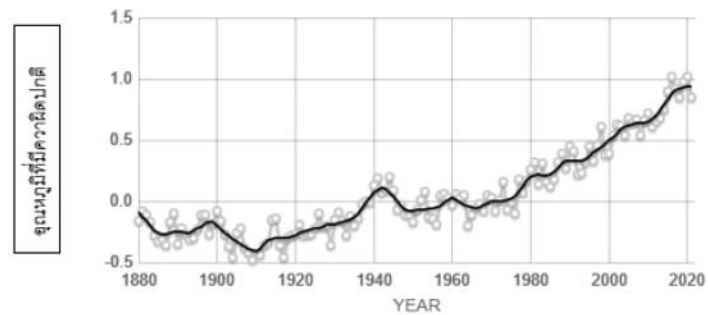
- A: การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทำให้พื้นผิวโลกเย็นลง เนื่องจากน้ำที่ระเหยขึ้นนำพาความร้อนขึ้นไปพร้อมกับไอน้ำ
- B: พายุที่อ่อนกำลังลงเป็นดีเปรสชันมีประโยชน์ในแง่ที่ก่อให้เกิดฝนตกปริมาณมากช่วยคลี่คลายสภาวะความแห้งแล้ง
- C: พายุฝนฟ้าคะนองที่มีความเร็วลม >118 กม/ชม จะกลายเป็นพายุไต้ฝุ่นที่สร้างความเสียหายต่อบ้านเรือน

	ใช่	ไม่ใช่
A : การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทำให้พื้นผิวโลกเย็นลง เนื่องจากน้ำที่ระเหยขึ้นนำพาความร้อนขึ้นไปพร้อมกับไอน้ำ	☒	☐
B : พายุที่อ่อนกำลังลงเป็นดีเปรสชันมีประโยชน์ในแง่ที่ก่อให้เกิดฝนตกปริมาณมากช่วยคลี่คลายสภาวะความแห้งแล้ง	☒	☐
C : พายุฝนฟ้าคะนองที่มีความเร็วลม >118 กม/ชม จะกลายเป็นพายุไต้ฝุ่นที่สร้างความเสียหายต่อบ้านเรือน	☐	☒

ภาพ 62 แสดงตัวอย่างคำตอบการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย ได้ถูกต้องทุกข้อคำถาม

และผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามแบบเขียนตอบ ในส่วนสมรรถนะย่อย C1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น แสดงตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังภาพ 63

อัจฉริยะสรุปจากกราฟสองรูปนี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกที่สูงขึ้น เป็นเพราะ
คาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาสู่โลกเพิ่มมากขึ้น คำถามที่ 1/3 : ให้นักเรียนตอบคำถาม ข้อมูลส่วนใด
ของกราฟที่สนับสนุนการสรุปของอัจฉริยะ



ตอบ อุณหภูมิที่มีความผิดปกติ ของปี 2020 เพราะมีความเพิ่มขึ้นจากเดิม

ภาพ 63 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ผู้เรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่
รูปแบบอื่น

จากการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ จากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สามารถแสดงผลคะแนนเฉลี่ย ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

ตัวบ่งชี้	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	10	3.68	36.80
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	10	4.00	40.00
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	10	2.44	24.40
คะแนนรวมเฉลี่ยจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	30	10.12	33.73

จากการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ พบว่าคะแนนที่ผู้เรียนทำได้คิดเป็นร้อยละ 33.73 คะแนนเฉลี่ย 10.12 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยสมรรถนะที่ผู้เรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมา คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 36.80 และ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็น 24.40 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่เหมาะสมกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จำนวน 3 แผนและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผลจากการศึกษาพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ควรประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ โดยครูผู้สอนนำเสนอปรากฏการณ์ในรูปแบบคลิปวิดีโอและร่วมกันกับผู้เรียนอภิปรายถึงปรากฏการณ์ โดยปรากฏการณ์ที่นำเสนอควรเป็นปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน ไม่ซับซ้อนจนเกินไป สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาและระดับของผู้เรียน เพื่อสร้างความคุ้นเคยและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน 2) วิเคราะห์หรือลดประโยชน์ของบทเรียน ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่นำเสนอ เช่น การบรรยาย การใช้สื่อการสอน การทดลอง เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่ผู้สอนต้องการนำเสนอ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมกันวิเคราะห์ถึงปรากฏการณ์ตามความสนใจของผู้เรียนว่าจะสามารถเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องใดได้บ้างและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้

อย่างไร 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนดำเนินกิจกรรมการศึกษา ค้นคว้าตามหัวข้อที่กลุ่มของผู้เรียนได้กำหนดไว้ในขั้นที่ 2 ตามลำดับความสนใจของแต่ละกลุ่ม ผู้เรียน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละหัวข้อ ดำเนินการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์หรือแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ ผู้สอนคอยให้คำแนะนำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้น มาร่วมกันอภิปรายความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่นำไปสู่การลง ข้อสรุป 4) สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นข้อมูล และบันทึกผล นำความรู้ที่ได้ค้นคว้าหาคำตอบมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล สังเคราะห์ ความรู้ที่ได้มาและลงข้อสรุปผู้เรียนนำข้อสรุปของกลุ่มตนเองจัดทำชิ้นงานนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ ของ แผนผังความคิด (mind mapping) หรือรูปแบบอื่นตามความสนใจของผู้เรียน 5) ตรวจสอบ ความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานต่อครูผู้สอน โดยครูผู้สอนประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริงผ่านการนำเสนอปากเปล่า เพื่อสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ รวมถึงผู้เรียนสามารถนำกระบวนการหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลจากกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง ได้

2. ผลการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์คิด เป็นร้อยละ 76.83, 63.78 และ 60.67 ตามลำดับ โดยผู้เรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ และเมื่อประเมินพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน หลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้เรียนมีคะแนนรวมเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ ร้อยละ 33.73 ซึ่งผู้เรียนมีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขออภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี 5 ขั้นตอน รายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ร่วมกันศึกษาปรากฏการณ์ ผ่านการนำเสนอของครูผู้สอนในรูปแบบคลิปวิดีโอและร่วมกันอภิปรายถึงปรากฏการณ์ที่ครูผู้สอนนำเสนอ โดยปรากฏการณ์ที่น่าสนใจควรเป็นปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียน ไม่ซับซ้อนจนเกินไป สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาและระดับของผู้เรียน เพื่อสร้างความคุ้นเคยและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2552) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ บริบทหรือใกล้เคียงกับผู้เรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ผลกระทบประโยชน์ของบทเรียน ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ เช่น การบรรยาย การใช้สื่อการสอน การทดลอง เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่ผู้สอนต้องการนำเสนอ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมกันวิเคราะห์ถึงปรากฏการณ์ตามความสนใจของผู้เรียนว่าจะสามารถเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องใดได้บ้างและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้อย่างไร สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลอยนันทา ผาไชย (2561) ว่าการใช้บริบทในการจัดกิจกรรมจะช่วยให้ให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมในการวิเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้รับเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การ อภิปรายเพื่อลงข้อสรุปในบริบทนั้นๆ ได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนดำเนินกิจกรรมการศึกษา ค้นคว้าตามหัวข้อที่กลุ่มของผู้เรียนได้กำหนดไว้ในขั้นที่ 2 ตามลำดับความสนใจของแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละหัวข้อ ดำเนินการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์หรือแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ ผู้สอนคอยให้คำแนะนำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้นมาร่วมกันอภิปรายความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่นำไปสู่การลงข้อสรุป สอดคล้องกับ เกตน์สิริ สุวรรณ์ (2563) การแนะนำสื่อที่ผู้เรียนสามารถนำไปปรับใช้และส่งเสริมให้เลือกสื่อที่เหมาะสมกับข้อมูลในการนำมาอธิบายปรากฏการณ์ ควรทบทวนและกำหนดประเด็นนำเสนอให้ชัดเจน สามารถช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงไปสู่การอธิบายต่อปรากฏการณ์หลักได้ดี

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลและบันทึกผล นำความรู้ที่ได้ค้นคว้าหาคำตอบมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาและลงข้อสรุปผู้เรียนนำข้อสรุปของกลุ่มตนเองจัดทำชิ้นงานนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของ แผนผังความคิด (mind mapping) หรือรูปแบบอื่นตามความสนใจของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานต่อผู้สอน โดยผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริงผ่านการนำเสนอปากเปล่า การเขียนคำอธิบาย เพื่อสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ รวมถึงผู้เรียนสามารถนำกระบวนการหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลจากกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้

ผลการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.83, 63.78 และ 60.67 ตามลำดับ โดยผู้เรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ซึ่งการพัฒนาความฉลาดรู้ที่เกิดจากการที่ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เริ่มจากสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ จะสามารถเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน 2 ชั้น ได้แก่ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน และขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า ทั้ง 2 ขั้นนี้ ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปรากฏการณ์เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์หรือบริบทอื่น และร่วมกันดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล สอดคล้องกับ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2552, หน้า 33-45) ได้กล่าวว่า นักเรียนมีโอกาสดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหรือ หลักฐานต่างๆ มาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติยังสอดคล้องกับการพัฒนาการรู้ วิทยาศาสตร์ (Sampson and Gleim, 2009) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จะถูกพัฒนาขึ้นในขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป ผู้เรียนนำความรู้ ที่ได้ค้นคว้าหาคำตอบมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลร่วมกับผู้สอน และสังเคราะห์ความรู้ที่ ได้มาลงข้อสรุป ซึ่งการจัดทำชิ้นงานเพื่อนำเสนอข้อสรุปในรูปแบบของแผนผังความคิด (mind mapping) เป็นการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง สอดคล้องกับ Sampson, et al.

(2009) ที่กล่าวว่านักเรียนได้เรียนรู้มากขึ้นหากได้แสดง ความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อน มีการสื่อสารข้อกล่าวอ้างในมุมมองของตน และสมรรถนะการประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะถูกพัฒนาในขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ซึ่งผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละหัวข้อ ดำเนินการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์หรือแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ ผู้สอนคอยให้คำแนะนำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้นมาร่วมกันอภิปรายความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่นำไปสู่การลงข้อสรุปสอดคล้องกับ Hodson (2008) กล่าวว่า นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ต้องมีความสามารถให้คำอธิบาย และลงข้อสรุปหรือการกล่าวอ้างด้วยหลักฐาน อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ นำไปสู่การเป็นบุคคลรู้วิทยาศาสตร์ในสังคมต่อไป

การประเมินพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ร้อยละ 33.73 ซึ่งผู้เรียนมีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ จากผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้พบว่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ต่ำกว่าที่ประเมินได้ในระหว่างวงจรปฏิบัติการ เนื่องจากว่าในระหว่างการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มเป็นหลัก นักเรียนได้ติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มทั้งในห้องเรียนและผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ จึงมีส่วนทำให้พัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการประเมินหลังการจัดการเรียนซึ่งเป็นการประเมินรายบุคคล อีกทั้งระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ต่อเนื่องกันซึ่งเกิดจากการ เปิด-ปิดของโรงเรียนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และมีผู้เรียนในกลุ่มที่เก็บข้อมูลเป็นผู้สัมผัสเสี่ยงสูง จำเป็นต้องกักตัว ทำให้การประเมินหลังเรียนถูกเว้นระยะห่างจากการจัดการเรียนรู้ชั่วคราว สัปดาห์จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนลืมเนื้อหาและเกิดความสับสนได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลอยนัสดา ผาไชย (2561) การวัดการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนนั้น ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม สามารถระดมความคิดในการทำแบบบันทึกกิจกรรมได้ แต่ในการวัดการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนนั้น นักเรียนจะต้องทำข้อสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ไม่สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มได้ จึงเป็นสาเหตุให้คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 3 เหตุผล อีกประการหนึ่งคือแบบวัดที่ใช้หลังเรียนเป็น ลักษณะของแบบวัดที่นักเรียนอาจไม่คุ้นชินมาก่อน ผู้เรียนต้องอ่านสถานการณ์หรือปรากฏการณ์จำนวนทั้งสิ้น

5 เรื่อง แต่ละสถานการณ์ยาวประมาณหนึ่งในสี่ของหน้ากระดาษ รวมถึงบทความเป็นสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน จึงอาจทำให้นักเรียนบางคน อ่านบทความไม่ถนัด จับประเด็นของสาระได้ไม่ดีเท่าที่ควร รวมถึงมีข้อสังเกตอีกประการหนึ่งว่า ข้อสอบที่ให้เขียนตอบนั้น นักเรียนจะได้คะแนน น้อยกว่าข้อสอบที่เป็นแบบเลือกตอบ ซึ่งอาจมาจากความไม่คุ้นชินของการทดสอบของนักเรียน ที่ไม่ค่อยมีโอกาสดูฝึกเขียนตอบในข้อสอบ จึงทำให้ได้คะแนนจากการเขียนตอบค่อนข้างน้อย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การเลือกใช้สถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนในขั้นเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจนั้นมีความสำคัญ ครูผู้สอนควรเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งอาจจะพบเห็นได้โดยทั่วไปหรือในข่าว โดยครูจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาที่จะสอนกับสถานการณ์จะต้องมีความสอดคล้องกัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้ร่วมกับการนำเทคโนโลยีและเครือข่ายสังคมออนไลน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มมากขึ้น ได้เข้าใจและเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่นำเสนอกับความรู้ใหม่ได้หลากหลายมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.3 การสร้างความคุ้นชินกับรูปแบบข้อสอบตามแนวทางของ PISA และการจัดการวัดผลแบบออนไลน์ให้กับผู้เรียนโดยผ่านเว็บไซต์ PISA STYLE (<https://pisastyle.pisacenterobec.org/>) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อคำถามทั้งในรูปแบบการเลือกตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน และการเขียนตอบ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นชินการตอบข้อคำถามตามแนวทางของ PISA

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าและขั้นสังเคราะห์และลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการทำงานร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มตั้งแต่ การสืบค้นข้อมูล การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล จนไปถึงการลงข้อสรุปและทำชิ้นงานเพื่อนำเสนอ ผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการทำงานเดี่ยว โดยสังเกตได้จากผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระหว่างเรียนมีการพัฒนามากกว่าหลังเรียนที่วัดจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า ปัจจัยในเรื่องการทำงานกลุ่มหรือการทำงานแบบร่วมมือของผู้เรียนร่วมกับการสรุปข้อมูลด้วยแผนผังความคิดมีผลต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรนำไปศึกษาครั้งต่อไป

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์. (2563). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(3), 12-24
- กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น [ม.ป.ท].
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชน สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). นโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2564, จาก <https://www.moe.go.th/จุดเน้นการศึกษา-ปี-63/>
- กุลธิดา ชนาภิมุข. (2563). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(2), 62-73
- เกตน์สิรี สุวรรณ์. (2564). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ระบบหายใจ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์. (การค้นคว้าอิสระปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัท ชัคเชสพับลิเคชั่น จำกัด.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2552). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Teaching and Learning). วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 11(1), 33-45.
- ตะวัน ไชยวรรณ. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน : การเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อส่งเสริมความรู้ของผู้เรียนในโลกแห่งความจริง. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 15(2), 252-262.

- พันธร จัยสวัสดิ์. (2564). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- พิศนา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- พงศธร มหาวิจิตร. (2560). นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์. นิตยสาร สสวท., 45(209), 40-45.
- พงษ์สิทธิ์ สิงห์อินทร์. (2563) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความฉลาดทางสุขภาวะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (การค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารการศึกษา). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- พลอยนัฏดา ผาไชย. (2561) การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- พิมพ์ลอย ตามตระกูล. (2564). การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (การค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารการศึกษา). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- พุทธธีร บวรสถิตวงศ์. (2560). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 21(2) 212-224
- พิกรี กีโร. (2561). การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO MODEL ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต
- ภูรินทร์ แดงน้อย. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตค้นและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาโทบริหารการศึกษาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากล. (2563). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง
กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบ
โต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 11(2), 254-279.
- วรรณิสา ร้อยกรอง. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง
การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 14(3), 135-148.
- วิศรดา เมืองจันทร์. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะ
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องรูปเรขาคณิต. (การ
ค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- วัฒน วัฒนากุล. (2557). การอธิบายปรากฏการณ์รอบตัวด้วยวิทยาศาสตร์. *นิตยสารสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์*, 43(191), 20-22
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี- สฤษดิ์วงศ์.
- วีระยุทธ์ ขาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 29-49
- ศศิณัฐ สรรคบุรณรักษ์. (2563). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงด้วยการสอนแบบ
ปรากฏการณ์เป็นฐาน รูปแบบการเรียนรู้จากประเทศฟินแลนด์. *วารสารจีนศึกษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 13(1), 61-81.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555).
การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาการและภาวะถดถอย. สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการ
ประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ฝ่ายบริหารโครงการริเริ่ม. (2564). *เอกสารประกอบการอบรม
การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์* [ม.ป.ท].
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015
วิทยาศาสตร์ การอ่าน และ คณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*.
กรุงเทพฯ: ชัคเซสพับลิเคชัน.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2555). *นโยบาย
และแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ –
๒๕๖๔)*. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๗๙* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค จำกัด
- สุทธิดา จำรัส. (2555). *การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์กับความจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21*. (เอกสารสำหรับการอบรมโครงการลงทุนด้านการศึกษาและเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์). สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2564, จาก <http://chamrat2012.wordpress.com/2012/04/27sci-for-21-century/>
- สุริยาดี นีกรักษ์. (2559). *การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2561). *การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการสร้างมุมมองแบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความจริงของผู้เรียน. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 4(2), 348-365.*
- Eşref AKKAŞ and Cevat EKER. (2021). The effect of phenomenon-based learning approach on students' metacognitive awareness. *Educational Research and Reviews. 6(5), 181-188*
- Francis, C., Breland, T. A., Østergaard, E., Lieblein, G. & Morse, S. (2013). Phenomenon-based learning in agroecology: A prerequisite for transdisciplinarity and responsible action. *Agroecology and Sustainable Food Systems. 37(1), 60-75.*
- Islakhiyah, K., Sutopo, S. & Yulianti, L. (2018). Scientific Explanation of Light through Phenomenon-based Learning on Junior High School Student. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research. 218(ICoMSE 2017), 173-185.*
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3rd ed.). Geelong, Australia: Deakin University Press
- Kilani, A. B. (2016). *What is Phenomenon-Based Learning?*. [Online]. Retrieved August 16, 2021 from <https://bit.ly/2UStmnS>.
- Kompa, J. S. (2017). *Remembering Prof. Howard Barrows: Notes on Problem-Based Learning and the School of the Future*. [Online]. Retrieved August 16, 2021 from <https://joanakompa.com/tag/phenomenon-based-learning>

- Mattila, P. & Silander, P. (Ed.). (2015). *How to Create the School of the Future– Revolutionary thinking and design from Finland*. Finland: Multprint.
- Nuora, P. & Vålisaari, J. (2019). Kitchen chemistry course for chemistry education students: influences on chemistry teaching and teacher education – a multiple case study. *Chemistry Teacher International*. 2(1), 1–10.
- Prima Warta Santhalia, and Lia Yuliati. (2021). An Exploration of Scientific Literacy on Physics Subjects within Phenomenon-based Experiential Learning. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. 11(01), 72-82
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts and practices in biology. *The American Biology Teacher*, 71(8), 465-472.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry. *The Science Teacher*, 76(8), 42-47.
- Silander, P. (2015). *Phenomenon based learning rubric*. Retrieved August 20, 2021 from <http://nebula.wsimg.com/c58399e5d05e6a656d6e74f40b9e0c09?AccessKeyId=3209BE92A5393B603C75&disposition=0&alloworigin=1>
- Silander, P. (2015). *Phenomenon Education*. Retrieve August 20, 2021 from <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>
- Symeonidis, V., & Schwarz, J. F. (2016). *Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland*.
- Valanne, E., Al Dhaheri, R., Kylmalahti, R. & Sandholm-Rangell, H. (2016). Phenomenon Based Learning Implemented in Abu Dhabi School Model. *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 9(3): 1-17.
- Zhukov, T. (2015). *Phenomenon-Based Learning: What is PBL?* Retrieved August 20, 2021 from <https://www.noodle.com/articles/phenomenon-based-learning-what-is-pbl>.



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง จัดการเรียนรู้โดยใช้
ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลม
ฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. นางสาวกมลพร จิตต์จำนงค์

ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ กลุ่มงานนิเทศ ติดตาม และวัดประเมินผลการจัดการศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาดาก เขต 2

3. นายศักดิ์รินทร์ สุกันทา

ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนสรรพวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาตาก



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง

รายการ ประเมินข้อที่	ระดับความเหมาะสม				ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	จากผู้เชี่ยวชาญ			รวม			
	1	2	3				
	15						
1.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
2.4	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.1	0	5	5	10	3.33	2.89	ปานกลาง
3.2	0	5	5	10	3.33	2.89	ปานกลาง
4.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.3.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.3.3	4	3	4	11	3.67	0.58	มาก
4.3.4	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.3.5	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
6.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.4	3	5	5	13	4.33	1.15	มาก
รวม					4.46	0.66	มาก

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน

รายการ ประเมินข้อที่	ระดับความเหมาะสม				ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	จากผู้เชี่ยวชาญ			รวม			
	1	2	3				
	15						
1.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	4	5	4	13	4.33	0.58	มากที่สุด
2.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มาก
2.4	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.1	0	5	5	10	3.33	2.89	ปานกลาง
3.2	0	5	5	10	3.33	2.89	ปานกลาง
4.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มาก
4.3.2	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
4.3.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มาก
4.3.4	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
4.3.5	4	5	4	13	4.33	0.58	มากที่สุด
5.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มาก
6.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.4	3	5	5	13	4.33	1.15	มาก
รวม					4.56	0.66	มากที่สุด

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

รายการ ประเมินข้อที่	ระดับความเหมาะสม				ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	จากผู้เชี่ยวชาญ			รวม			
	1	2	3				
	15						
1.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
2.4	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.1	0	5	5	10	3.33	2.89	ปานกลาง
3.2	0	5	5	10	3.33	2.89	ปานกลาง
4.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.1	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
4.3.2	4	5	5	14	4.67	0.58	มาก
4.3.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
4.3.4	4	5	5	14	4.67	0.58	มาก
4.3.5	4	5	4	13	4.33	0.58	มากที่สุด
5.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
6.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.4	3	5	5	13	4.33	1.15	มาก
รวม					4.52	0.69	มากที่สุด

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 18 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ ที่	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์							
1	A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
11	A4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	A5 อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
4	B1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
5	B2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
13	B3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14	B4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
15	B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง

รายการ ประเมินข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก				ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม			
	1	2	3	15			
1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
2.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4	4	3	4	11	3.67	0.58	มาก
5	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
	รวม				4.38	0.58	มาก

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน

รายการ ประเมินข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก				ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม			
	1	2	3	15			
1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
2.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
					4.43	0.49	มาก

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

รายการ ประเมินข้อ ที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
รวม					4.57	0.58	มากที่สุด

ภาคผนวก จ ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับ
ข้อคำถามในใบกิจกรรม

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อ
คำถามในใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พายุฝนฟ้าคะนอง

ข้อ ที่	ความฉลาดรู้ด้านด้านวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์							
1	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบาย ที่สมเหตุสมผล (A1)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
2	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบาย ที่สมเหตุสมผล (A1)	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
3	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ (A3)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
5	ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์							
6	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น (C1)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
รวม						0.78	สอดคล้อง

ตาราง 24 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ข้อ ที่	ความฉลาดรู้ด้านด้านวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์							
1	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบาย ที่สมเหตุสมผล (A1)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
2	ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและตัวแทนเชิง อธิบาย (A2)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
3	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ (A3)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A4)	0	0	1	1	0.33	ไม่ สอดคล้อง
5	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
6	สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้ (B1)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
7	แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (B2)	0	0	0	0	0.00	ไม่ สอดคล้อง
8	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ (B3)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
9	ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4)	0	1	0	1	0.33	ไม่ สอดคล้อง
10	บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุป อ้างอิง จากคำอธิบาย (B5)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 24 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับ
ข้อคำถามในใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ข้อ ที่	ความฉลาดรู้ด้านด้านวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์							
11	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป (C2)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
14	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น (C4)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
15	ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (C5)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
						0.69	สอดคล้อง

ภาคผนวก ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง
2. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
(Phenomenon-based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว21102

รายวิชา วิทยาศาสตร์ 2

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

เวลา 12 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน สิบเอกกฤษฎี เพียรมาก

โรงเรียนบ้านปางล้าน

เป้าหมายการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลกธรณีพิบัติภัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ม.1/3 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย

ม.1/4 อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ

สาระสำคัญ

พายุฝนฟ้าคะนองเกิดจากการที่อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเคลื่อนที่ขึ้นสู่ระดับความสูงที่มีอุณหภูมิต่ำลง จนกระทั่งไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำ และเกิดต่อเนื่องเป็นเมฆขนาดใหญ่พายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดฝนตกหนักลมกรรโชกแรงฟ้าแลบฟ้าผ่าซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้

สมรรถนะย่อย A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระดับ

3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล

2. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บและผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

สมรรถนะย่อย A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระดับ

3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บและผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล

ด้านทักษะกระบวนการ

3. นักเรียนสามารถนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้

สมรรถนะย่อย A5 อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ระดับ 3 นักเรียนสามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ในระดับบุคคลและสังคมโดยมีเหตุผลสนับสนุน

4. นักเรียนสามารถอธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้

สมรรถนะย่อย A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ ระดับ 3 นักเรียนสามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของพายุฝนฟ้าคะนอง โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล

5. นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่กำหนดให้แล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย

สมรรถนะย่อย C1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ระดับ 3 นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

6. นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ

สมรรถนะย่อย B4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
ระดับ 2 นักเรียนสามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้

1. พายุฝนฟ้าคะนอง
2. พายุลูกเห็บและผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ด้านทักษะกระบวนการ

3. การปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
4. อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่าย
5. นำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

6. คุณค่าของการพยากรณ์อากาศโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สิ่งที่จะได้เรียนรู้และนำไปใช้
- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง Make a Thunderstorm
- Mind Mapping เรื่อง กระบวนการเกิดพายุฟ้าคะนองและการเอาชีวิตรอดจากพายุฝนฟ้าคะนอง
- แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พายุฝนฟ้าคะนอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กระบวนการเรียนรู้ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
(Phenomenon Based Learning)

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (30 นาที)

1. คุณครูให้นักเรียนชมวิดีโอเกี่ยวกับ พายุฝนฟ้าคะนอง Thunderstorms 101 | National Geographic จากนั้นครูถามคำถามสร้างความสนใจ “พายุนี้มีลักษณะอย่างไร สร้างอันตรายต่อมนุษย์อย่างไรบ้าง”



ที่มา : <https://youtu.be/zUNEFefftt8>

หลังจากดูจบครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิดีโอ (แนวคำตอบ พายุฝนฟ้าคะนอง หรือ Thunderstorms เป็นพายุฝนที่ตกพร้อมกับเกิดฟ้าแลบและฟ้าร้อง เกิดขึ้นได้ทั่วโลกในช่วงเวลาใดก็ได้ มี 4 ประเภท 1) Single Cell เซลล์เดี่ยวมีขนาดเล็ก 2) Multi Cell พายุทั่วไปที่มีการกระจุกตัวรวมกัน 3) Squall line กลุ่มพายุที่ก่อตัวกันเป็นแนวยาวหลายร้อยไมล์ 4) Super Cell เป็นพายุที่รุนแรงที่สุดสามารถทำให้เกิดพายุทอร์นาโดได้ พายุฝนฟ้าคะนองเกิดจาก อากาศอุ่นในชั้นบรรยากาศด้านล่างสูงขึ้น ทำให้น้ำจากพื้นผิวระเหยขึ้น และก่อตัวเป็นก้อนเมฆขนาดใหญ่ อากาศเย็นและแห้งจากด้านบนดึงความชื้นในก้อนเมฆลงด้านล่างทำให้ฝนตก พายุฝนฟ้าคะนองยังช่วยรักษาสมดุลของพลังงานและไฟฟ้า พลังงานเฉพาะในรูปของความร้อนทำให้น้ำระเหย ความร้อนถูกพาขึ้นไปพร้อมกับไอน้ำ เมื่อควบแน่นและก่อตัวเป็นหยดน้ำจะปล่อยความร้อนออกสู่ชั้นบรรยากาศระดับสูงทำให้พื้นผิวโลกเย็นลง พายุฟ้าคะนองยังช่วยควบคุมความสมดุลทางไฟฟ้าระหว่างชั้นบรรยากาศและโลก ในขณะที่พายุก่อตัวประจุบวกและประจุลบจะก่อตัวในก้อนเมฆ เมื่อถึงจุดหนึ่งการสะสมของประจุที่ตรงข้ามกันนี้จะนำไปสู่การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในรูปแบบของฟ้าผ่าซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนทำลายกำแพงเสียงทำให้เกิดฟ้าร้องนอกจากช่วยรักษาสมดุลในบรรยากาศ ก็อาจเป็นอันตราย เช่น ฟ้าผ่าทำให้เกิดไฟไหม้ น้ำฝนที่มากเกิดไปทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน และลมความเร็วสูงจากพายุทอร์นาโดสามารถทำลายบ้านเรือน)

2. ครูอธิบาย “นอกจากพายุฝนฟ้าคะนองที่ทำให้ฝนตกหนัก ฟ้าผ่า ฟ้าร้องและยังมีปรากฏการณ์ที่ยังสามารถเกิดขึ้นได้ในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองร่วมด้วย” โดยครูให้นักเรียนชมวิดีโอข่าวปรากฏการณ์ พายุลูกเห็บ ที่ตกในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก



ที่มา : <https://www.bugaboo.tv/news/488486>

<https://youtu.be/1JiWJkrrkE>

ครูถามคำถามสำคัญ ว่า “กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดปรากฏการณ์พายุลูกเห็บได้อย่างไร”

(แนวคำตอบ อากาศมีความเย็นมากทำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง ลมพัดแรงจนน้ำเกาะตัวกันเป็นน้ำแข็ง เป็นต้น)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน (30 นาที)

3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยครูให้สมาชิก แต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์อรรถประโยชน์ของบทเรียน ด้วยคำถามว่า “จากปรากฏการณ์ที่ได้รับชมนักเรียนคาดว่าจะได้ความรู้อะไรจากการเรียนรู้เกี่ยวกับพายุลูกเห็บและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร” โดยให้แต่ละกลุ่มบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 (แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับนักเรียน เช่น)

สิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้	การนำความรู้ไปใช้
การเกิดพายุลูกเห็บ	การพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บ
การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	การพยากรณ์การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
ปรากฏการณ์ในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	การเตรียมความพร้อมขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง	การถ่ายเทประจุไฟฟ้า อาจสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในอนาคต
ผลกระทบจากพายุฝนฟ้าคะนอง	-การใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรกรรม -ความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต
ผลกระทบจากพายุลูกเห็บ	การป้องกันความเสียหายจากพายุลูกเห็บ

4. ครูจัดการเรียนรู้โดยใช้การบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากปรากฏการณ์กับบริบทอื่นๆได้มากขึ้น

5. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเกิดเมฆที่ทำให้เกิดฝนตก เพื่อตรวจเช็คโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดฝนตกหนักและเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่องพายุฝนฟ้าคะนองและปรากฏการณ์พายุลูกเห็บ โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- เมฆที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก คือเมฆอะไร และมีลักษณะอย่างไร

(แนวคำตอบ เมฆคิวมูโลนิมบัส มีลักษณะเป็นก้อนขนาดใหญ่ เป็นเมฆระดับต่ำ)

- เมฆที่ทำให้เกิดฝนตกหนักดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สอน เช่น เกิดจากอากาศที่ร้อนจัด ทำให้เกิดการระเหยของน้ำปริมาณมาก จึงเกิดเป็นเมฆขนาดใหญ่)

- นอกจากเมฆดังกล่าวทำให้เกิดฝนตกหนักฟ้าแลบ ฟ้าผ่า และ ฟ้าร้องแล้ว ยังทำให้เกิดปรากฏการณ์ได้อีกบ้าง

(แนวตอบ พายุลูกเห็บ)

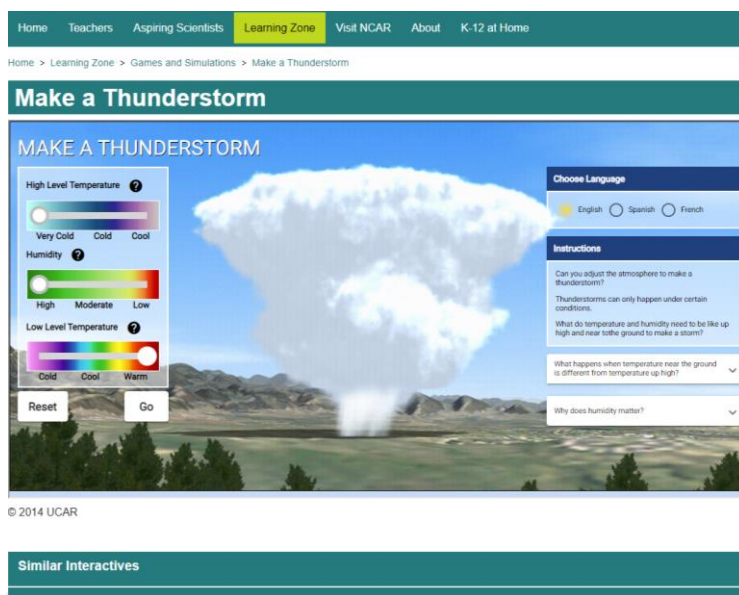
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้ จากใบกิจกรรมที่ 1 โดยให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้นักเรียนได้เพิ่มเติมถึงสิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้ และให้นักเรียนลำดับความสำคัญของเนื้อหาที่ต้องการดำเนินการศึกษา ลำดับที่ 1-3 แล้วนำเสนอร่วมกันในห้อง โดยแต่ละกลุ่มควรจะได้ สิ่งทีคาดว่าจะได้รับการเรียนรู้ ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ประเด็น เพื่อให้ได้แนวทางการศึกษาที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น (แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับนักเรียน เช่น)

สิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้	การนำความรู้ไปใช้
การเกิดพายุลูกเห็บ	- การพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บ
การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	- การพยากรณ์การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
ปรากฏการณ์ในขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	- การเตรียมความพร้อมขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง	- การถ่ายเทประจุไฟฟ้า อาจสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในอนาคต
ผลกระทบจากพายุฝนฟ้าคะนอง	- การใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรกรรม - ความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต - การประกอบอาชีพที่เหมาะสมสภาพภูมิประเทศ
ผลกระทบจากพายุลูกเห็บ	- การป้องกันความเสียหายจากพายุลูกเห็บ
สภาพภูมิประเทศที่สามารถเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้	- การพยากรณ์การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ	- การป้องกันความเสียหายจากพายุฝนฟ้าคะนอง
การคมนาคมระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	- การเตรียมความพร้อมขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงประเด็นของสิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้ตามลำดับความสำคัญ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (90 นาที)

8. ครูนำเข้าสู่ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าโดยให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเงื่อนไขในการก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองโดยใช้ Simulations เรื่อง Make a Thunderstorm โดยบันทึกผลการดำเนินกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1



ที่มา : <https://scied.ucar.edu/interactive/make-thunderstorm>

Key word ใน Simulations

จะเกิดอะไรขึ้นเมื่ออุณหภูมิใกล้พื้นดินแตกต่างจากอุณหภูมิที่อยู่สูงขึ้น?

เมื่ออากาศที่พื้นผิวอุ่นขึ้น อุณหภูมิจะเย็นลง ซึ่งอาจทำให้ลมอีกครั้ง ถ้าอากาศสูงขึ้นอากาศก็จะสูงขึ้นต่อไป การเคลื่อนไหวยนี้เรียกว่าการพาความร้อน สามารถนำไปสู่การเกิดเมฆคิวมูลัสและพายุฝนฟ้าคะนอง

ทำไมความชื้นถึงมีความสำคัญ?

เพื่อให้เกิดพายุ อากาศบนพื้นผิวจะต้องขึ้น เมื่ออากาศขึ้นสูงขึ้น อากาศจะเย็นลงเล็กน้อย ก่อตัวเป็นเมฆ แต่จะอุ่นกว่าอากาศแห้ง อากาศที่อุ่นขึ้นมีโอกาสมากขึ้น

High Level Temperature

อากาศที่หนาวเย็นจากที่สูงทำให้อากาศควบแน่นเป็นหยดน้ำ ซึ่งประกอบเป็นเมฆจากพายุฝนฟ้าคะนอง อากาศเย็นไหลลงด้านล่าง

Humidity

ความชื้นในอากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเมฆและฝน เมื่ออากาศอุ่นและชื้นสูงขึ้น คิวมูลัสและเมฆคิวมูโลนิมบัสในท้ายที่สุดก็จะก่อตัวเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรม (แนวคำตอบ พายุฝนฟ้าคะนองสามารถเกิดขึ้นได้ภายใต้เงื่อนไข

- อุณหภูมิระดับสูงมีความหนาแน่นมาก มีความชื้นในอากาศสูง และอุณหภูมิอากาศระดับต่ำที่อบอุ่น

- อากาศร้อน น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำได้มาก อากาศร้อนชื้นจะลอยตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึงระดับที่อุณหภูมิลดต่ำลง ไอน้ำเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำปริมาณมหาศาล เกิดเป็นเมฆขนาดใหญ่ และฝนตกหนัก

10. ครูกระตุ้นนักเรียนแต่ละกลุ่มให้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ “พายุลูกเห็บ” โดยระบุว่า “นอกจากพายุฝนฟ้าคะนองที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า และ ฟ้าร้อง ยังมีปรากฏการณ์พายุลูกเห็บที่เกิดขึ้นในขณะมีพายุฝนฟ้าคะนองซึ่งสามารถสร้างความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้”

11. ครูให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่เชื่อถือได้ผ่านแหล่งข้อมูลเครือข่าย Internet เพิ่มเติม โดยใช้ประเด็นจากสิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้ ในใบกิจกรรมที่ 1 สำหรับการวิเคราะห์กระบวนการเกิดพายุลูกเห็บและหาคำตอบจากประเด็นที่สนใจของกลุ่มตนเอง ตามลำดับความสำคัญ โดยบันทึกผลการดำเนินกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 2

ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้และลงข้อสรุป (30 นาที)

12. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์พายุลูกเห็บ ผลกระทบ แนวทางการปฏิบัติตน รวมไปถึง ประเด็นที่สนใจของกลุ่มตนเอง มาอภิปรายร่วมกันและเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

12.1 กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองลักษณะใดที่ก่อให้เกิดพายุลูกเห็บขึ้นได้

แนวคำตอบ “อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้น้ำระเหยเพิ่มขึ้นและลอยสูงขึ้น

ไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำเกิดเป็นเมฆขนาดใหญ่ จากนั้นจะ

เกิดฝนตกหนัก ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า หรืออาจเกิดลูกเห็บตก”

12.2 ปัจจัยใดบ้างที่นักเรียนค้นพบเกี่ยวกับการเกิดพายุลูกเห็บ

แนวคำตอบ “ลูกเห็บมักจะมากับ พายุฝนที่รุนแรง และมักจะมีอากาศเย็น”

“ฝนตกหนัก ลมพัดแรง”

12.3 เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

แนวคำตอบ “พายุฝนฟ้าคะนองมีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมทั้งด้านบวกและลบ เช่นเกิดฝนตกช่วยในการทำการเกษตร หรือ เกิดน้ำท่วม เกิดลูกเห็บ สร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก”

12.4 เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บนักเรียนจะมีแนวทางปฏิบัติตัวอย่างไร

แนวคำตอบ “สำรวจที่อยู่อาศัยและรีบทำการซ่อมแซมวัสดุที่ไม่มั่นคงให้มีความแข็งแรง

และทนทานต่อพายุลูกเห็บได้”

“หาที่หลบในบ้านหรือเพดานและหลังคาที่แข็งแรง และปิดประตู หน้าต่างให้สนิท เพื่อป้องกันการกระแทกและสิ่งของปลิวเข้ามาในบ้านเรือน”

“หากอยู่ในรถยนต์ควรจอดรอให้อยู่ห่างไกลจากบริเวณที่น้ำอาจท่วมได้ ไม่ควรจอดรอใกล้ต้นไม้ใหญ่ เสาไฟ หรือสิ่งปลูกสร้างที่ไม่แข็งแรง”

“ ในกรณีที่อยู่ในป่า ในทุ่งราบ หรือในที่โล่ง ควรคุกเข่าและโน้มตัวไปข้างหน้าแต่ไม่ควรนอนราบกับพื้น เนื่องจากพื้นเปียกเป็นสื่อไฟฟ้า และไม่ควรรูยในที่ต่ำ เพราะอาจเกิดน้ำท่วมฉับพลัน”

“ห้ามหลบบริเวณหลังคากระຈหรืออยู่ใกล้ประตูและหน้าต่างที่เป็นกระຈ”

“ดูแลเด็กมิให้ออกไปเก็บลูกเห็บเล่น เพราะอาจได้รับอันตรายจากลูกเห็บตกได้”

“อยู่ให้ห่างจากวัตถุที่เป็นสื่อไฟฟ้าทุกชนิด ไม่สวมใส่เครื่องประดับ เช่น ทองคำ ทองแดง เงิน เป็นต้น งดเว้นการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดชั่วคราว เพราะในช่วงที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง มักเกิดฟ้าผ่า อาจทำให้เกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้”

“ดูแลสิ่งของต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรงและปลอดภัยอยู่เสมอ โดยเฉพาะสิ่งของที่อาจจะหักโค่นได้ เช่น หลังคาบ้าน ต้นไม้ ป้ายโฆษณา เสาไฟฟ้า”

12.5 ประเด็นอื่นๆตามที่แต่ละกลุ่มสนใจ

13. เมื่อได้ข้อสรุปของแต่ละกลุ่มแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดโดยนำข้อสรุปจากข้อมูลของเพื่อนแต่ละกลุ่ม มาสร้าง Mind Mapping เรื่อง กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง การเอาชีวิตรอดจากพายุฝนฟ้าคะนอง และผลกระทบต่อสังคม

ขั้นที่ 5. ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการอธิบาย (60 นาที)

14. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทนออกมานำเสนอ Mind Mapping เรื่อง พายุฟ้าคะนองและการเอาชีวิตรอดจากพายุฝนฟ้าคะนองของแต่ละกลุ่ม

15. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- พายุฝนฟ้าคะนองมีขั้นตอนการเกิดอย่างไร

(แนวคำตอบ เกิดจากอากาศที่ร้อนจัด ทำให้เกิดการระเหยของน้ำปริมาณมาก จึงเกิดเป็นเมฆขนาดใหญ่ ละอองน้ำในเมฆเกิดการรวมตัวเป็นหยดน้ำฝนปริมาณมากตกลงสู่พื้นดิน)

- นักเรียนจะสามารถสังเกตสภาวะอากาศที่อาจจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้จากอะไร

(แนวคำตอบ อุณหภูมิอากาศสูง เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสขนาดใหญ่ มีความชื้นในอากาศสูง)

- ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง เกิดจากสาเหตุใด

(แนวคำตอบ ฟ้าแลบเกิดจากการเหนี่ยวนำระหว่างประจุในก้อนเมฆ ฟ้าผ่าเกิดจากการเหนี่ยวนำระหว่างประจุในก้อนเมฆและพื้นดิน ส่วนฟ้าร้องเกิดจากอากาศขยายตัวอย่างรวดเร็วจากการเกิดฟ้าผ่าและฟ้าแลบ)

- ลูกเห็บ เกิดจากสาเหตุใด

(แนวคำตอบ ช่วงเวลาที่เกิดพายุ ภายในก้อนเมฆจะมีกระแสอากาศที่หมุนวนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรง ทั้งกระแสลมที่ไหลขึ้นและกระแสลมที่ไหลลง ไหลเวียนกันอยู่ในก้อนเมฆ กระแสลมที่ไหลขึ้นจะพัดพาเม็ดฝนหรือละอองน้ำขึ้นไปบริเวณใกล้กับยอดเมฆ ซึ่งบริเวณนั้นมีอุณหภูมิที่ต่ำมาก ละอองน้ำจึงเกิดการเย็นตัวกลายเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดเล็ก และตกลงมาเป็นลูกเห็บ หากลูกเห็บก้อนนั้นถูกกระแสลมพัดวนขึ้นไปอีก ถูกละอองน้ำเกาะผิวซ้ำ และพัดพาขึ้นไปบนยอดเมฆ เจอกับอากาศเย็นจัด ก็จะทำให้ลูกเห็บนั้นกลายเป็นก้อนน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไปอีก

- นักเรียนจะป้องกันอันตรายจากพายุฝนฟ้าคะนองได้ด้วยวิธีใด

(แนวคำตอบ หลบอยู่ในอาคาร โดยอยู่ห่างจากหน้าต่าง หรือของที่อาจตกหล่นลงมา หลีกเลี่ยงการอยู่ในบริเวณกลางแจ้ง เป็นต้น)

วัสดุอุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

สื่อ

1. วิดีโอ พายุฝนฟ้าคะนอง และข่าว พายุลูกเห็บ

- Thunderstorms 101 | National Geographic

ที่มา : <https://youtu.be/zUNEFefftt8>

- ข่าวปรากฏการณ์พายุลูกเห็บ

ที่มา : <https://www.bugaboo.tv/news/488486>

<https://youtu.be/1JiWJkrrKE>

2. Simulations Make a Thunderstorm

ที่มา : <https://scied.ucar.edu/interactive/make-thunderstorm>

3. หนังสือวิทยาศาสตร์ ม.1 สสวท. เล่ม 2

แหล่งเรียนรู้

การสืบค้นข้อมูลแหล่งเครือข่าย Internet สืบค้นข้อมูลในหัวข้อ พายุฝนฟ้าคะนอง

- การรับมือป้องกันจากพายุฤดูร้อน และพายุลูกเห็บ

ที่มา :

http://www.thaieminfo.com/autopagev4/show_page.php?to_pic_id=563&auto_id=7&TopicPk=

- ลูกเห็บเกิดขึ้นได้อย่างไร ?

ที่มา : <https://www.sp.ac.th/2018/mystery-of-hail-stone/>

- พายุฝนฟ้าคะนอง

ที่มา :

<http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/phenomenon/thunderstorm>

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ (A1)	ตรวจแบบประเมิน สมรรถนะ	แบบประเมิน สมรรถนะด้านการ รู้วิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียน	ผู้เรียนผ่านเกณฑ์การ ประเมิน ร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บและผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ (A1)	ตรวจแบบประเมิน สมรรถนะ	แบบประเมิน สมรรถนะด้านการ รู้วิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียน	ผู้เรียนผ่านเกณฑ์การ ประเมิน ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ			
3. นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ (A5)	การนำเสนอผลงาน หน้าชั้นเรียน Mind mapping เรื่อง พายุฝนฟ้า คะนองและการเอา ชีวิตรอดจากพายุ ฝนฟ้าคะนอง	แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน หน้าชั้นเรียน	นักเรียนผ่านเกณฑ์ การประเมิน ร้อยละ 60 ขึ้นไป
4. นักเรียนสามารถอธิบายการพยากรณ์อากาศ และการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (A3)	ตรวจแบบประเมิน สมรรถนะ	แบบประเมิน สมรรถนะด้านการ รู้วิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียน	นักเรียนผ่านเกณฑ์ การประเมิน ร้อยละ 60 ขึ้นไป
5. นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่กำหนดให้แล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย (C1)	ตรวจแบบประเมิน สมรรถนะ	แบบประเมิน สมรรถนะด้านการ รู้วิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียน	นักเรียนผ่านเกณฑ์ การประเมิน ร้อยละ 60 ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
4. ตระหนักถึงคุณค่าของ การพยากรณ์อากาศ โดย นำเสนอแนวทางการปฏิบัติ ตนและการใช้ประโยชน์จาก คำพยากรณ์อากาศ (B4)	ตรวจแบบประเมิน สมรรถนะ	แบบประเมิน สมรรถนะด้านการ รู้วิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียน	นักเรียนผ่านเกณฑ์ การประเมิน ร้อยละ 60 ขึ้นไป

ความคิดเห็น (รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ / ผู้บริหาร / ผู้ที่ได้รับมอบหมาย)

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....



ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

.....

(.....)

ครูผู้สอน

วันที่

.....

มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ

วิทยาศาสตร์ 2 (ว21102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



รายชื่อสมาชิก

- 1.....ชั้น.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น.....เลขที่.....
- 5.....ชั้น.....เลขที่.....
- 6.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรมที่ 2

Make a Thunderstorm

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม Make a Thunderstorm

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและวางแผนในการกำหนดเงื่อนไขเพื่อให้ได้สภาพบรรยากาศที่เหมาะสมในการทำเพื่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

Key word ใน Simulations

จะเกิดอะไรขึ้นเมื่ออุณหภูมิใกล้พื้นดินแตกต่างจากอุณหภูมิที่อยู่สูงขึ้น?

เมื่ออากาศที่พื้นผิวอุ่นขึ้น อุณหภูมิจะเย็นลง ซึ่งอาจทำให้จุ่มอีกครั้ง ถ้าอากาศสูงขึ้นอากาศก็จะสูงขึ้นต่อไป การเคลื่อนไหวยนี้เรียกว่าการพาความร้อน สามารถนำไปสู่การเกิดเมฆคิวมูลัสและพายุฝนฟ้าคะนอง

ทำไมความชื้นถึงมีความสำคัญ?

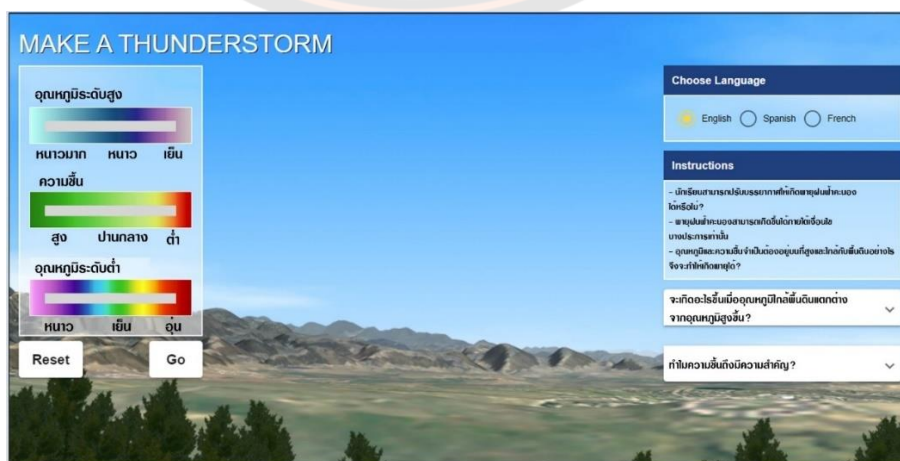
เพื่อให้เกิดพายุ อากาศบนพื้นผิวจะต้องขึ้น เมื่ออากาศขึ้นสูงขึ้น อากาศจะเย็นลงเล็กน้อย ก่อตัวเป็นเมฆ แต่จะอุ่นกว่าอากาศแห้ง อากาศที่อุ่นขึ้นมีโอกาสมากขึ้น

High Level Temperature

อากาศที่หนาวเย็นจากที่สูงทำให้ไอน้ำควบแน่นเป็นหยดน้ำ ซึ่งประกอบเป็นเมฆจากพายุฝนฟ้าคะนอง อากาศเย็นไหลลงด้านล่าง

Humidity

ความชื้นในอากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเมฆและฝน เมื่ออากาศอุ่นและขึ้นสูงขึ้น คิวมูลัสและเมฆคิวโมลูนิมบัสในท้ายที่สุดก็จะก่อตัวเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง



แปลจาก : [Make a Thunderstorm | Center for Science Education \(ucar.edu\)](http://Make a Thunderstorm | Center for Science Education (ucar.edu))

ผลการดำเนินงานกิจกรรม

ครั้งที่ 1			
อุณหภูมิระดับสูง	ความชื้น	อุณหภูมิระดับต่ำ	ผลที่เกิด
ครั้งที่ 2			
อุณหภูมิระดับสูง	ความชื้น	อุณหภูมิระดับต่ำ	ผลที่เกิด
ครั้งที่ 3			
อุณหภูมิระดับสูง	ความชื้น	อุณหภูมิระดับต่ำ	ผลที่เกิด

สรุปผลการดำเนินงานกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่เชื่อถือได้ผ่านแหล่งข้อมูลเครือข่าย Internet เพิ่มเติม โดยใช้ประเด็นจากสิ่งที่คาดว่าจะได้รับการเรียนรู้ ในใบกิจกรรมที่ 1 สำหรับการวิเคราะห์กระบวนการเกิดพยาธิลูกเห็บและหาคำตอบจากประเด็นที่สนใจของกลุ่มตนเอง ตามลำดับความสำคัญ

ปรากฏการณ์พายุลูกเห็บ

ลำดับ ความสำคัญ	ประเด็นที่สนใจ	การนำความรู้ไปใช้

ประเด็นที่ 1

ผลการสืบค้นข้อมูล

แหล่งที่มา 1.
 ของข้อมูล 2.
 3.

ประเด็นที่ 2

.....

.....

ผลการสืบค้นข้อมูล

A decorative graphic at the bottom of the page featuring a rainbow arching over a series of interlocking gears. The gears are rendered in a light gray color with orange and yellow highlights, suggesting a mechanical or industrial theme. The entire graphic is semi-transparent and positioned at the bottom center of the page.

แหล่งที่มา 1.
ของข้อมูล 2.
3.

ของข้อมูล 2.

3.

ประเด็นที่ 3

.....

ผลการสืบค้นข้อมูล



แหล่งที่มา 1.

ของข้อมูล 2.

แบบประเมินสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
 เรื่อง มนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พายุฝนฟ้าคะนอง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

สมรรถนะย่อย A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระดับ 3
 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล (1)

เกณฑ์การให้คะแนนในการตอบคำถาม		
2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ มากกว่า 2 ปัจจัย	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ น้อยกว่า 2 ปัจจัย	นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้

1. พายุฝนฟ้าคะนองเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้ฝนตกหนัก สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นปัจจัยใดบ้างที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

.....

.....

.....

.....

จากปัจจัยที่นักเรียนกล่าวมานั้นมีความสัมพันธ์กับกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะย่อย A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระดับ 3
 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิด
 พายุลูกเห็บและผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
 กับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล (2)

เกณฑ์การให้คะแนนในการตอบคำถาม		
2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บ และระบุถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ มากกว่า 2 เหตุผล	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บ และระบุถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้น้อยกว่า 2 เหตุผล	นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บ และระบุถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

2. จากปรากฏการณ์ฝนฟ้าคะนอง มักมีเหตุการณ์ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ และฟ้าร้อง ฝนตกหนัก อากาศที่ปั่นป่วนรุนแรง ทำให้มีลูกเห็บตก การเกิดลูกเห็บในพายุฝนฟ้าคะนองนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

ลูกเห็บที่เกิดขึ้นในขณะที่มีพายุฝนฟ้าคะนองนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

สมรรถนะย่อย A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ ระดับ 3 นักเรียนสามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล

เกณฑ์การให้คะแนนในการตอบคำถาม		
2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
นักเรียนสามารถพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่า และสามารถนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อหลีกเลี่ยงฟ้าผ่าได้ 2 แนวทาง	นักเรียนสามารถพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่า และสามารถนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อหลีกเลี่ยงฟ้าผ่าได้น้อยกว่า 2 แนวทาง	นักเรียนไม่สามารถพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่า หรือไม่สามารถนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อหลีกเลี่ยงฟ้าผ่า

3. เหตุการณ์ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ และฟ้าร้อง มักเกิดขึ้นในขณะมีพายุฝนฟ้าคะนอง ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิต นักเรียนสามารถพิจารณาเพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่าได้อย่างไร

หากนักเรียนอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งนักเรียนจะมีแนวทางปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อหลีกเลี่ยงการถูกฟ้าผ่า

สมรรถนะย่อย B4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ระดับ 2 สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากข้อมูลที่กำหนดให้ ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผล ด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

เกณฑ์การให้คะแนนในการตอบคำถาม		
2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
นักเรียนสามารถเลือกวิธีการตรวจสอบสภาพอากาศ จากสถานการณ์มากกว่า 2 วิธี เพื่อยืนยันว่ากำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	นักเรียนสามารถเลือกวิธีการตรวจสอบสภาพอากาศ จากสถานการณ์น้อยกว่า 2 วิธี เพื่อยืนยันว่ากำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	นักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีการตรวจสอบสภาพอากาศ จากสถานการณ์ เพื่อยืนยันว่ากำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

จากภาพสถานการณ์ หากนักเรียนกำลังเดินทางกลับจากโรงเรียนมายังบ้านพักกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน แล้วนักเรียนพบเหตุการณ์ท้องฟ้ามีดครึ้ม ดังภาพ



ที่มา : https://www.innnews.co.th/news/news-general/news_91845/

4. นักเรียนมีวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ สภาพอากาศนี้ได้จากสิ่งใดบ้าง เพื่อให้แน่ใจว่าขณะนั้นกำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะย่อย C1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ระดับ 3 นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลดิบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย

เกณฑ์การให้คะแนนในการตอบคำถาม		
2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
นักเรียนสามารถนำเสนอภาพ อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลได้ครบถ้วน	นักเรียนสามารถนำเสนอภาพ อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอภาพ อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลได้

5. “อากาศร้อน น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำได้มาก อากาศร้อนชื้นจะลอยตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึงระดับที่อุณหภูมิอากาศต่ำ ไอน้ำเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำปริมาณมหาศาล เกิดเป็นเมฆขนาดใหญ่ก่อตัวได้สูงถึง 40,000 - 50,000 ฟุตและฝนตกหนัก” จากข้อความนี้ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และวาดภาพอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

ภาพอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

สมรรถนะย่อย A5 อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม
ระดับ 3 นักเรียนสามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุ
ฝนฟ้าคะนองที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝน
ฟ้าคะนอง ในระดับบุคคลและสังคมโดยมีเหตุผลสนับสนุน

เกณฑ์การให้คะแนนในการตอบคำถาม		
2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้ถูกต้องและนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้ถูกต้องหรือนำเสนอเพียงแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้ถูกต้องหรือไม่นำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

- ประเมินจากชิ้นงานการนำเสนอ Mind Mapping เรื่อง กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง การเอาชีวิตรอดจากพายุฝนฟ้าคะนอง และผลกระทบต่อสังคม โดยนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้ถูกต้อง และสามารถนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่ออยู่ในสถานการณ์ของพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้

แบบรายงานผลการประเมินสมรรถนะของผู้เรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ 2 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง

นักเรียนกลุ่มที่.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ตัวบ่งชี้ สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	คำถาม/กิจกรรม	คะแนน ที่ได้
A1 ระดับ 3	พายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นได้อย่างไร นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า ขณะนั้นกำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง สามารถสังเกตจากปัจจัย ใดบ้าง	
A1 ระดับ 3	จากการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลให้เกิด ปรากฏการณ์พายุลูกเห็บที่สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อมในระหว่างมีพายุฝนฟ้าคะนอง	
A3 ระดับ 3	ในขณะที่กำลังเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและมีฟ้าผ่า นักเรียนมีแนวปฏิบัติ ตนเพื่อพิจารณาพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่าและหากนักเรียนอยู่ใน พื้นที่โล่งแจ้งนักเรียนจะมีแนวทางปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อหลีกเลี่ยง การถูกฟ้าผ่า	
A5 ระดับ 3	ประเมินจากชิ้นงานการนำเสนอ Mind Mapping	
B4 ระดับ 2	นักเรียนจะอธิบายอย่างไรเพื่อบอกให้เพื่อนของนักเรียนทราบว่าเมฆ ฝนนี้เป็นเมฆที่กำลังก่อตัวเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง	
C1 ระดับ 3	นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และวาดภาพอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้า คะนองจากข้อความที่กำหนด	
รวมคะแนน		

เกณฑ์การบอกระดับสมรรถนะ

คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
10-12	ดีมาก	นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไปหรือระดับดี ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
7-9	ดี	
4-6	พอใช้	
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง	

แบบประเมินการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ 2 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง

กลุ่ม ที่	เนื้อหาครอบคลุมทุก ประเด็น (5คะแนน)	สามารถสื่อสาร และนำเสนอได้ อย่างถูกต้อง (5คะแนน)	ความสวยงาม ของชิ้นงาน (5คะแนน)	สามารถตอบ คำถามได้ ถูกต้อง (5คะแนน)	รวม (20)
1					
2					
3					
4					
5					

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะของผู้เรียน

การให้ คะแนน	รายละเอียดการตอบ
	สมรรถนะย่อย C1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ระดับ 3 นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มาจากสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย
2 คะแนน	นักเรียนสามารถนำเสนอภาพ อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลได้ครบถ้วน <u>แนวคำตอบ</u>  นักเรียนระบุถึง อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นลอยตัวสูงขึ้น ทำให้ไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำ ก่อตัวเกิดเป็นเมฆคิวมูลัสและระบุน ระดับความสูงของการเกิดเมฆ
1 คะแนน	นักเรียนสามารถนำเสนอภาพ อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอภาพ อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากข้อมูลได้

การให้ คะแนน	รายละเอียดการตอบ
	สมรรถนะย่อย A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล (1)
2 คะแนน	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ มากกว่า 2 ปัจจัย แนวคำตอบ พายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm) เกิดจากเมฆที่ก่อตัวขึ้นในแนวดิ่งขนาดใหญ่ที่เรียกว่า เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดสภาพอากาศรุนแรง เช่น ลมกระโชก ฟ้าแลบ และฟ้าผ่า ฝนตกหนัก อากาศปั่นป่วนรุนแรงทำให้มีลูกเห็บตก และอาจเกิดน้ำแข็งเกาะจับเครื่องบินที่บินอยู่ในระดับสูง การเกิดพายุฝนฟ้าคะนองมีลำดับ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นก่อตัว ขั้นเจริญเต็มที่ และขั้นสลายตัว ปัจจัยที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองได้แก่ - อากาศมีความชื้นสูง และ - อากาศไม่มีการทรงตัวหรือไม่มีเสถียรภาพ (instability) หรือ อากาศไม่มีเสถียรภาพแบบมีเงื่อนไข (Conditional Instability) - มีแรงยกที่ทำให้อากาศลอยตัวขึ้น (Lifting Action) เช่น แรงที่เกิดจากพาความร้อนในแนวดิ่ง แนวปะทะอากาศชนิดใดชนิดหนึ่ง แนวเทือกเขา แนวลมพัดสอเข้าหากัน
1 คะแนน	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และ/หรือ ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ น้อยกว่า 2 ปัจจัย
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้

การให้ คะแนน	รายละเอียดการตอบ
	สมรรถนะย่อย A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บและผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นได้อย่างสมเหตุสมผล (2)
2 คะแนน	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บ และระบุถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ มากกว่า 2 เหตุผล แนวคำตอบ ลูกเห็บ คือ ก้อนน้ำแข็งที่เกิดจากมวลอากาศร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้น และพัดพาเม็ดฝนลอยขึ้นไปปะทะกับมวลอากาศเย็นด้านบน มักเกิดขึ้นในเมฆที่เรียกว่า "คิวโมโลนิมบัส" จากนั้น เม็ดฝนจับตัวเป็นเม็ดน้ำแข็งซึ่งตกลงมาเจอมวลอากาศร้อนที่อยู่ด้านล่าง ความชื้นจะเข้าไปห่อหุ้มเม็ดน้ำแข็งให้เพิ่มขนาดใหญ่ขึ้นและเมื่อมีใหญ่มากจนกระแสนลมพายุไม่สามารถพยุงไว้ได้ ก็จะตกลงยังพื้นดิน จึงเรียกว่า"พายุลูกเห็บ" ส่งผลกระทบ 1.ที่อยู่อาศัยเสียหาย 2. กีดขวางการจราจรหรือการคมนาคม 3. สร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจ พืชผลทางการเกษตรเสียหาย
1 คะแนน	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บ และระบุถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ น้อยกว่า 2 เหตุผล
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายกระบวนการเกิดพายุลูกเห็บ และระบุถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
สมรรถนะย่อย A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นได้ ระดับ 3	สามารถพยากรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ของการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล
2 คะแนน	นักเรียนสามารถพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่าและสามารถนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อหลีกเลี่ยงฟ้าผ่าได้ 2 แนวทาง แนวคำตอบ จุดเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดฟ้าผ่าได้มากที่สุด คือ ที่โล่งแจ้ง เช่น สระน้ำ ชายหาด สนามกอล์ฟ ฯลฯ และจุดที่สูงในบริเวณนั้นๆ เช่น ต้นไม้ อาคารสูง เนื่องจากประจุไฟฟ้ามีโอกาสวิ่งมาเจอกันได้เร็วที่สุด ส่วนวัตถุที่เป็นตัวทำให้ฟ้าผ่าใส่มนุษย์ได้มากที่สุด คือ วัตถุที่อยู่สูงเหนือจากศีรษะมนุษย์ขึ้นไป โดยเฉพาะสิ่งของที่มีปลายแหลม เช่น รั้วที่ด้านปลายบนสุดเป็นเหล็กแหลม เป็นต้น 1. ถ้าอยู่ในที่โล่งแจ้ง ให้นั่งชันเข่า ชูศีรษะเข้าไปประหว่างเข่า เขย่งเท้าเพื่อลดพื้นที่สัมผัสกับพื้นให้น้อยที่สุด ย่อตัวนอนหมอบกับพื้น เพราะกระแสไฟฟ้าอาจวิ่งตามพื้นได้ 2. ไม่ใช้โทรศัพท์มือถือหรือถือร่มที่มีปลายเป็นเหล็กแหลมในพื้นที่โล่งแจ้งเพราะจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่า
1 คะแนน	นักเรียนสามารถพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่าและสามารถนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อหลีกเลี่ยงฟ้าผ่าได้น้อยกว่า 2 แนวทาง
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่าหรือไม่สามารถนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อหลีกเลี่ยงฟ้าผ่า

การให้ คะแนน	รายละเอียดการตอบ
	สมรรถนะย่อย B4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ระดับ 2 สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากข้อมูลที่กำหนดให้ ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน
2 คะแนน	นักเรียนสามารถเลือกวิธีการตรวจสอบสภาพอากาศ จากสถานการณ์ได้มากกว่า 2 วิธี เพื่อยืนยันว่ากำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง แนวคำตอบ สภาพอากาศก่อนพายุฝนฟ้าคะนอง สังเกตได้จาก ▶ อากาศร้อนอบอ้าว ▶ ลมสงบ ▶ ความชื้นในอากาศสูง จนรู้สึกเหนียวตามร่างกาย ▶ เมฆก่อตัวเป็นรูปทรงแท่งสีเทาเข้ม “เมฆคิวมูโลนิมบัส” ยอดเมฆสูงกว่า 10 กม
1 คะแนน	นักเรียนสามารถเลือกวิธีการตรวจสอบสภาพอากาศ จากสถานการณ์ได้น้อยกว่า 2 วิธี เพื่อยืนยันว่ากำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีการตรวจสอบสภาพอากาศ จากสถานการณ์ เพื่อยืนยันว่ากำลังจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

การให้ คะแนน	รายละเอียดการตอบ
	สมรรถนะย่อย A5 อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ระดับ 3 นักเรียนสามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ในระดับบุคคลและสังคมโดยมีเหตุผลสนับสนุน
2 คะแนน	นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้ถูกต้องและนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง แนวคำตอบ จาก Mind mapping ของนักเรียนควรมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ พายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorms) พายุนี้จะเกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อน มักเกิดในราวเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน หรือในช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน โดยเกิดจากเมฆที่ก่อตัวขึ้นในทางตั้ง (แนวตั้ง) ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า เมฆคิวโมลิมบัส (Cumulonimbus) หรือเมฆรูปทั่ง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะอากาศร้ายชนิดต่าง เช่น ลมกระโชก ฟ้าแลบ และฟ้าผ่า ฝนตกหนัก อากาศปั่นป่วนรุนแรง ทำให้มีลูกเห็บตกและอาจเกิดน้ำแข็ง การรับมือป้องกันจากพายุฤดูร้อน และพายุลูกเห็บ มีดังนี้ - สำรวจที่อยู่อาศัยและรีบทำการซ่อมแซมวัสดุที่ไม่มั่นคงให้มีความแข็งแรงและทนทานต่อพายุลูกเห็บได้ - หาที่หลบในบ้านหรือเพดานและหลังคาที่แข็งแรง และปิดประตู หน้าต่างให้สนิทเพื่อป้องกันการกระแทกและสิ่งของปลิวเข้ามาในบ้านเรือน - หากอยู่ในรถยนต์ควรจอดรถให้อยู่ห่างไกลจากบริเวณที่น้ำอาจท่วมได้ ไม่ควรจอดรถใกล้ต้นไม้ใหญ่ เสาไฟ หรือสิ่งปลูกสร้างที่ไม่แข็งแรง - ในกรณีที่อยู่ในป่า ในทุ่งราบ หรือในที่โล่ง ควรคุกเข่าและโน้มตัวไปข้างหน้าแต่ไม่ควรนอนราบกับพื้น เนื่องจากพื้นเปียกเป็นสื่อไฟฟ้า และไม่ควรรู้อยู่ในที่ต่ำ เพราะอาจเกิดน้ำท่วมฉับพลัน - ห้ามหลบบริเวณหลังคากะจกหรืออยู่ใกล้ประตูและหน้าต่างที่เป็นกระจก - ดูแลเด็กมิให้ออกไปเก็บลูกเห็บเล่น เพราะอาจได้รับอันตรายจากลูกเห็บตกได้ - อยู่ให้ห่างจากวัตถุที่เป็นสื่อไฟฟ้าทุกชนิด ไม่สวมใส่เครื่องประดับ เช่น ทองคำ ทองแดง เงิน เป็นต้น งดเว้นการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดชั่วคราว เพราะในช่วงที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง มักเกิดฟ้าผ่า อาจทำให้เกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้ - ดูแลสิ่งของต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรงและปลอดภัยอยู่เสมอโดยเฉพาะสิ่งของ

	ที่อาจจะหักโค้นได้ เช่น หลังคาบ้าน ต้นไม้ ป้ายโฆษณา เสาไฟฟ้า
1 คะแนน	นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้ถูกต้องหรือนำเสนอเพียงแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุลูกเห็บได้ถูกต้องหรือไม่นำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง



ตัวอย่างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่องมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

คำอธิบาย

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการวัดของ PISA 2015 การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง สสวท. ประกอบด้วย

- 1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม
 - โดยนักเรียนเลือกหนึ่งคำตอบจาก 4 ตัวเลือก
- 2) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน มีลักษณะการตอบคำถาม
 - โดยนักเรียนเลือกตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกต้องทั้งหมดในชุดคำถามนั้น
 - การเลือกหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้และอธิบายการตอบคำถาม
- 3) ข้อสอบแบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม
 - โดยนักเรียนเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค) ดังแสดงในตาราง

เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- | | |
|------------------------------|---|
| 1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ | ถ้าตอบถูกต้องให้ 2 คะแนน
ถ้าตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน |
| 2) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน | ถ้าตอบถูกต้องทั้งหมดให้ 2 คะแนน
ถ้าตอบถูกแต่ไม่ครบทุกข้อให้ 1 คะแนน
ถ้าตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน |
| 3) ข้อสอบแบบเขียนตอบ | ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน
ถ้าตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนให้ 1 คะแนน
ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน |

นำคะแนนจากการตรวจคำตอบมาหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละสมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกวัน เหนือพื้นผิวโลก โดยการก่อตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่จะเป็นไปตามฤดูกาล ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้ตลอดปี เนื่องจากมีสภาพอากาศในเขตร้อนจึงมีอากาศร้อน อบอ้าว และมีความชื้นมาก ปรากฏเมฆที่มีลักษณะปุยคล้ายก้อนสำลี ยอดมนกลมคล้ายกะหล่ำดอก ฐานเมฆแบนเรียบ สำหรับประเทศไทยก่อตัวได้เกือบตลอดเวลาและในทุกพื้นที่ เนื่องจากมีภูมิอากาศในเขตร้อน (Tropic) โดยเฉพาะในเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม จะมีความรุนแรงกว่าปกติ มีการถ่ายเทประจุไฟฟ้า ระหว่างประจุบวกและประจุลบ

คำถามที่ 1/3 : ปรัชญาการณ้ทางธรรมชาติ

จากข้อมูลปรากฏการณ์ทางธรรมชาติดังกล่าวนักเรียนคิดว่าเป็นปรากฏการณ์ใด ระหว่าง พายุฝนฟ้าคะนอง หรือ พายุฝนเขตร้อน และมีสมมติฐานใดที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นักเรียนเลือก



คำถามที่ 3/3 : ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

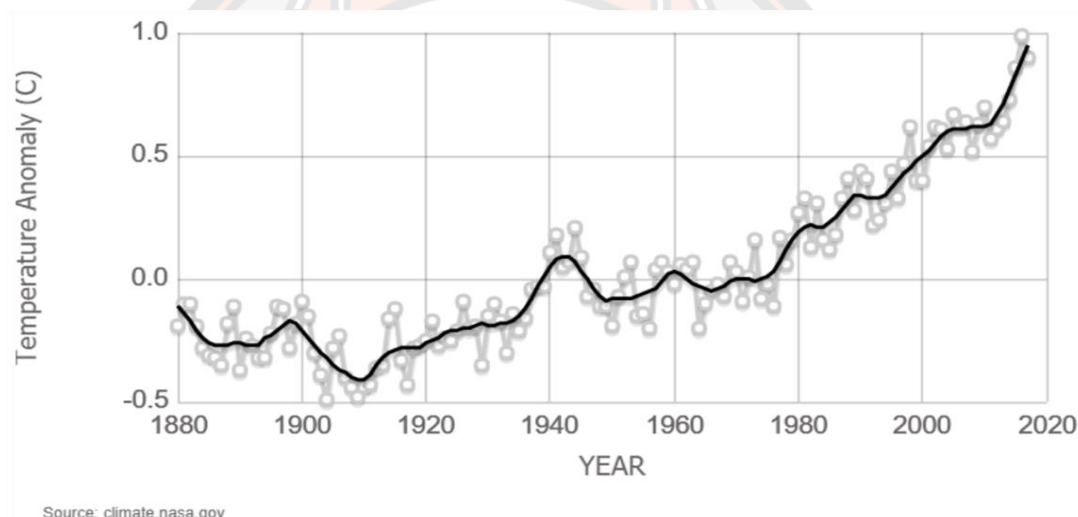
จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ ในข้อที่ 1 หากปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นมีเกิดการพัฒนาและก่อตัวเป็นปรากฏการณ์ที่มีสภาวะอากาศที่รุนแรงมากขึ้น ปรากฏการณ์ซึ่งเกิดขึ้นตามมานี้ก่อให้เกิดความเสี่ยงและอันตรายอย่างใหญ่หลวงต่อประชากรโลกและสภาพภูมิประเทศ

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำอธิบาย

คำอธิบาย : คำอธิบายใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สามารถพัฒนาและก่อตัวเป็นสภาวะอากาศที่รุนแรงขึ้นได้จากสถานการณ์ในข้อ 1	ใช่ หรือ ไม่ใช่
A : ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเฉพาะในโซนร้อนของมหาสมุทร หรือทะเลที่มีอุณหภูมิสูง ตั้งแต่ 26°C. หรือ 27°C. ขึ้นไป เกิดการพัฒนาและก่อตัวเป็นสภาวะอากาศที่รุนแรง คือ พายุไต้ฝุ่น	ใช่ / ไม่ใช่
B : ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นจากลมร้อนและลมเย็นมาเจอกันและก่อตัวให้เกิดลมหมุน และเมื่อลมหมุนในระดับที่ไม่คงที่ ทำให้ปลายข้างหนึ่งลงมาสัมผัสที่พื้นก่อให้เกิดเป็นทอร์นาโด	ใช่ / ไม่ใช่
C : ปรากฏการณ์ที่หยดน้ำถูกพัดพาไปสู่ระดับสูงมาก และเริ่มแข็งตัวเป็นเกล็ดเป็นน้ำแข็งมีหยดน้ำอื่น ๆ รวมเข้ามาและในที่สุดก็ตกลงมาเป็นลูกเห็บ	ใช่ / ไม่ใช่

ความร้อนกับภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หมายถึง การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ผลกระทบของภาวะโลกร้อนนั้นก็มีให้เราเห็นกันอยู่บ่อยๆ สภาพลมฟ้าอากาศที่ผิดแปลกไปจากเดิม ภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น การทำกิจกรรมของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นการเผาผลาญถ่านหินและเชื้อเพลิงรวมไปถึงสารเคมีที่มีส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ใช้ และอื่นๆอีกมากมาย จึงทำให้ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลกทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสมกลับถูกก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กักเก็บไว้ทำให้อุณหภูมิของโลกค่อยๆสูงขึ้นจากเดิม



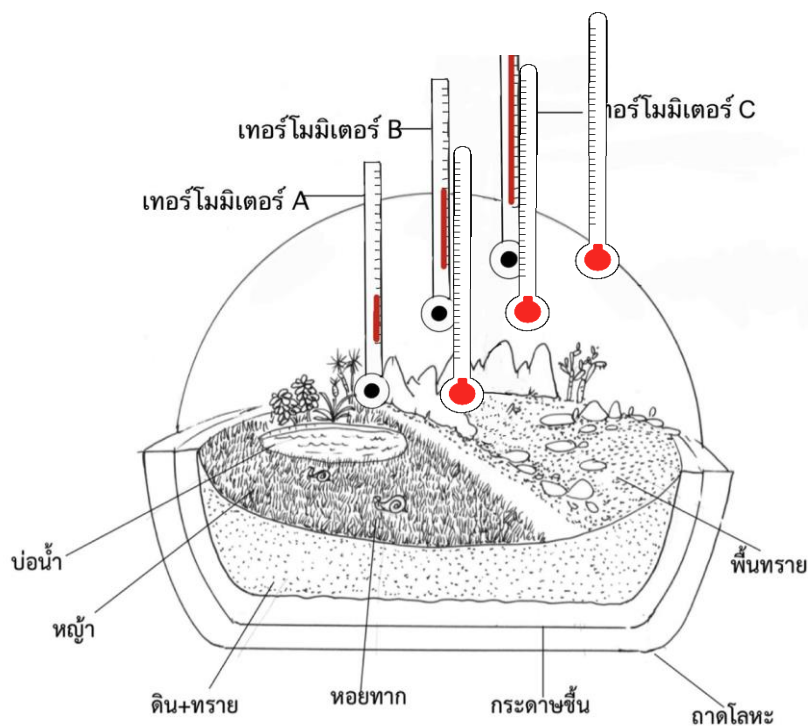
คำถาม 1/3 : ความร้อนกับภาวะโลกร้อน

จากการศึกษาภาวะโลกร้อนตั้งแต่ช่วง ปี ค.ศ.1880-2020 ทำให้ทราบถึงอุณหภูมิของโลกมีการเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก จากข้อมูลข้างต้นเพราะสาเหตุใดจึงทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น

1. การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก
2. การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ
3. ปริมาณรังสีความร้อนที่แผ่มายังพื้นผิวโลกมากขึ้น
4. การเปลี่ยนฤดูกาล

คำถาม 2/3 : ความร้อนกับภาวะโลกร้อน

อ้างอิงจาก "ความร้อนกับภาวะโลกร้อน" นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองเลียนแบบโลกที่มีลักษณะเป็นโดม ดังภาพ



นำแบบจำลองเลียนแบบโลกตั้งทิ้งไว้กลางแจ้ง ปรากฏว่าเทอร์โมมิเตอร์ A B และ C มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยเทอร์โมมิเตอร์ A B และ C นั้นมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่เท่ากันในแต่ละจุด การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ไม่เท่ากันนี้มีผลมาจากสภาพแวดล้อมใด และถ้าต้องการลดอุณหภูมิ ภายในโดมโดยไม่เปลี่ยนแปลงสถานที่ตั้งหรือสภาพแวดล้อมภายนอก นักเรียนสามารถดำเนินการลดอุณหภูมิได้อย่างไร

.....

.....

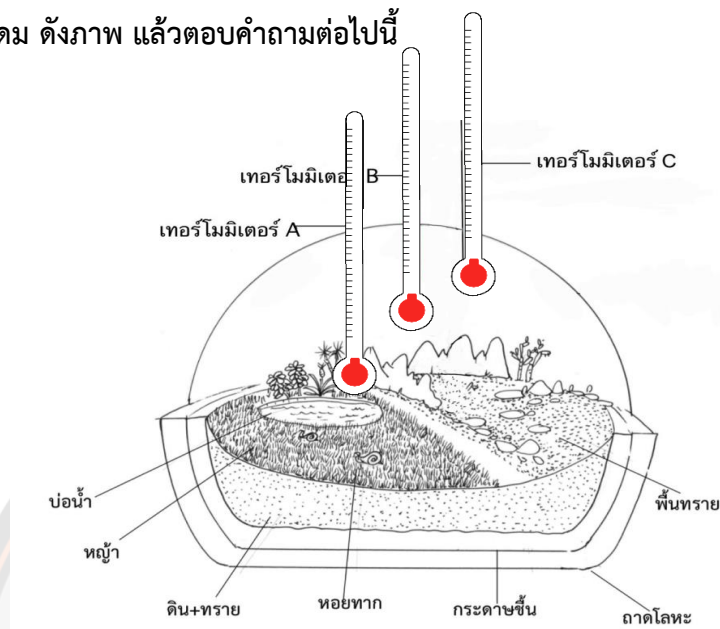
.....

.....

.....

คำถาม 3/3 : ความร้อนกับภาวะโลกร้อน

อ้างอิงจาก "ความร้อนกับภาวะโลกร้อน" นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองเลียนแบบโลก ที่มีลักษณะเป็นโดม ดังภาพ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



จากภาพให้พิจารณาเทอร์โมมิเตอร์ ทั้ง 3 อัน โดยวางเทอร์โมมิเตอร์ไว้ในระดับความสูงเท่ากัน เมื่ออ่านค่าเทอร์โมมิเตอร์ A B และ C นักเรียนคิดว่าเทอร์โมมิเตอร์ใดมีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด โดยให้นักเรียนเรียงลำดับให้ถูกต้องโดยเรียงลำดับจากอุณหภูมิสูงไปหาอุณหภูมิต่ำและระบุสาเหตุที่สอดคล้องกันในแต่ละพื้นที่ตามตัวเลือกที่นักเรียนเลือกตอบ

1. $C > B > A$

2. $C > A > B$

3. $B > C > A$

4. $A > B > C$

พายุ

พายุ คือ สภาพบรรยากาศที่ถูกรบกวนแบบใด ๆ ก็ตาม โดยเฉพาะที่มีผลกระทบต่อพื้นผิวโลก และบ่งบอกถึงสภาพอากาศที่รุนแรง เวลากล่าวถึงความรุนแรงของพายุ จะมีปัจจัยสำคัญอยู่บางประการ คือ ความเร็วใกล้ศูนย์กลาง ซึ่งอาจสูงถึง 400 กม./ชม. ความเร็วของการเคลื่อนตัว ทิศทางการเคลื่อนตัวของพายุ และขนาดความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวพายุ ซึ่งบ่งบอกถึงอาณาบริเวณที่จะได้รับความเสียหายว่าครอบคลุมเท่าใด ความรุนแรงของพายุจะมีมาตราวัดความรุนแรงคล้ายมาตราริกเตอร์ของการวัดขนาดแผ่นดินไหว มักจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีการเกิดได้ทุกที่



พายุ (Storms) เกิดจากแรงดันในอากาศต่ำลงมากกว่าในบริเวณรอบๆ พื้นที่หนึ่ง พร้อมกับมีแรงดันอากาศสูงเกิดขึ้นรอบ ๆ พื้นที่นั้น การรวมของแรงปะทะต่าง ๆ ก่อให้เกิดลม อันส่งผลให้เกิดการเคลื่อนตัวเปลี่ยนรูปของพายุเมฆ เช่น รูปแบบก้อนเมฆดำทะมึนหนาทึบอันเต็มไปด้วยประจุไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดฝนฟ้าคะนอง

ซึ่งแรงดันอากาศต่ำอาจเกิดจากจุดเล็ก ๆ ที่พื้นที่ใด ๆ อันเกิดจากอากาศร้อนลอยล่องขึ้นจากพื้นดิน ส่งผลให้เกิดการปั่นป่วนน้อย ๆ เช่น การเกิดพายุฝุ่น (dust devils) หรือลมหมุน (whirlwinds)

คำถามที่ 2/3 : พายุ

ระหว่างเรียนในคาบวิทยาศาสตร์ นักเรียน 3 คน กำลังรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตของพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน โดยนักเรียนแต่ละคนได้ข้อมูลดังนี้

A: การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทำให้พื้นผิวโลกเย็นลง เนื่องจากน้ำที่ระเหยขึ้นนำพาความร้อนขึ้นไปพร้อมกับไอน้ำ

B: พายุที่อ่อนกำลังลงเป็นดีเปรสชันมีประโยชน์ในแง่ที่ก่อให้เกิดฝนตกปริมาณมากช่วยคลี่คลายสภาวะความแห้งแล้ง

C: พายุฝนฟ้าคะนองที่มีความเร็วลม >118 กม/ชม จะกลายเป็นพายุไต้ฝุ่นที่สร้างความเสียหายต่อบ้านเรือน

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำอธิบาย

คำอธิบาย : ข้อมูลที่รวบรวมได้ของนักเรียนคนใดมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
A : การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทำให้พื้นผิวโลกเย็นลง เนื่องจากน้ำที่ระเหยขึ้นนำพาความร้อนขึ้นไปพร้อมกับไอน้ำ	ใช่ / ไม่ใช่
B : พายุที่อ่อนกำลังลงเป็นดีเปรสชันมีประโยชน์ในแง่ที่ก่อให้เกิดฝนตกปริมาณมากช่วยคลี่คลายสภาวะความแห้งแล้ง	ใช่ / ไม่ใช่
C : พายุฝนฟ้าคะนองที่มีความเร็วลม >118 กม/ชม จะกลายเป็นพายุไต้ฝุ่นที่สร้างความเสียหายต่อบ้านเรือน	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 3/3 : พายุ

พายุฝนฟ้าคะนอง เป็นอีกหนึ่งของประเภทของพายุที่สามารถเกิดขึ้นได้ ได้ทั่วไป ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการเกิด พายุฝนฟ้าคะนอง

ฟ้าผ่า ฟ้าร้อง เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุอิเล็กตรอนภายในก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ หรือเกิดขึ้นระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน การเคลื่อนที่ขึ้นลงของกระแสอากาศ (updraft/downdraft) ภายในเมฆคิวมูโลนิมบัส ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าในแต่ละบริเวณของก้อนเมฆและพื้นดินด้านล่าง เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตำแหน่งทั้งสองที่มีค่าระดับหนึ่ง จะก่อให้เกิดสนามไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยมีประจุบวกอยู่ทางด้านบนของก้อนเมฆ ประจุลบอยู่ทางตอนล่างของก้อนเมฆ พื้นดินบางแห่งมีประจุบวก พื้นดินบางแห่งมีประจุลบ ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า



ที่มา : เปิดสถิติฟ้าผ่าเกิดวันเสาร์ เวลาบ่าย 2-5 โมงมากที่สุด

เผยแพร่: 19 ก.ค. 2556 16:56 โดย: MGR Online

เปิดสถิติพบขาวนาเสี่ยงฟ้าผ่าสูงสุด มักเกิดขึ้นในวันเสาร์มากที่สุด ช่วงเวลา 14.00-17.00 น.สร.เตือนอย่าอยู่ที่โล่งแจ้งขณะฝนตกฟ้าคะนอง งดเล่นมือถือ คอมพ์ เน็ต ที่บ้านระหว่างฟ้าร้อง เผยห้ามออกจากรถหากถูกฟ้าผ่า แนะนำหากพบคนถูกฟ้าผ่าให้โทร.1669

นักเรียนจะแนะนำขาวนาในพื้นที่เสี่ยงฟ้าผ่าอย่างไร หากขาวนาอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งขณะกำลังเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ควรปฏิบัติตนอย่างไรจึงจะปลอดภัยที่สุดเมื่ออยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง

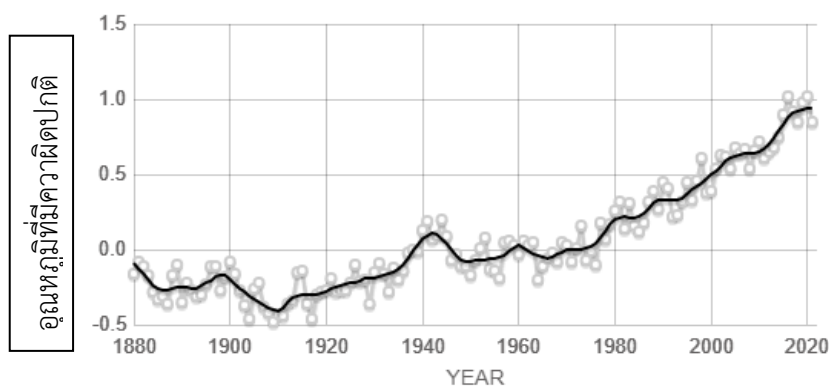
1. อยู่ในที่โล่ง เช่น ทุ่งนา ควรนอนราบกับพื้น เพราะฟ้าจะผ่าในจุดที่มีความสูง จึงต้องรีบนอนราบลงบนพื้น
2. ในพื้นที่โล่งหากมีต้นไม้ให้รีบเข้าไปหลบใต้ต้นไม้ เพราะเมื่อฟ้าผ่าลงมาจะโดนต้นไม้ก่อนจึงทำให้ปลอดภัยมากกว่า
3. การถ่ายทอดประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆจะถ่ายทอดไปยังวัตถุที่เป็นโลหะนำไฟฟ้าเท่านั้นหากในตัวไม่มีโลหะก็สามารถอยู่ในที่โล่งอย่างปลอดภัยได้โดยไม่โดนฟ้าผ่า
4. ขณะเกิดฟ้าผ่าในที่โล่งแจ้งให้รีบย่อตัวลง นั่งยอง ๆ เขย่งปลายเท้า มือปิดหู เพื่อป้องกันเสียง เพื่อลดความเสี่ยงกรณีกระแสไฟฟ้าไหลมาตามพื้น

ปรากฏการณ์เรือนกระจก

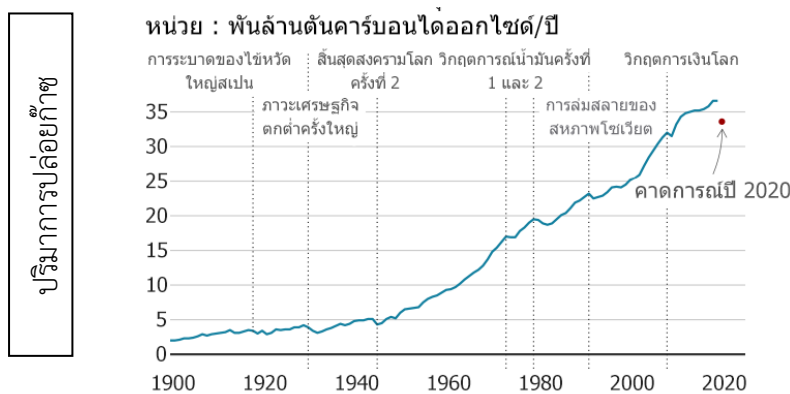
สิ่งที่มีชีวิตต้องการพลังงานในการดำรงชีวิต และพลังงานสำหรับสิ่งมีชีวิตบนโลกมาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งแผ่มาในอวกาศได้เพราะร้อนมาก แต่พลังงานที่มาถึงโลกมีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น บรรยากาศของโลกทำตัวเหมือนผ้าห่มคลุมป้องกันผิวโลกของเรา คอยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งจะเกิดขึ้นหากโลกนี้ไม่มีอากาศ

พลังงานที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะผ่านบรรยากาศของโลก โลกจะดูดซับพลังงานไว้บางส่วน และสะท้อนพลังงานบางส่วนกลับไป พลังงานที่สะท้อนกลับนี้บางส่วนจะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศ ผลที่เกิดขึ้นคือ หากไม่มีบรรยากาศดังกล่าว อุณหภูมิโดยเฉลี่ยเหนือผิวโลกจะสูงกว่าที่เป็นอยู่นี้ ทำให้บรรยากาศของโลกเกิดผลทำนองเดียวกับเรือนกระจก จึงเรียกว่า "ปรากฏการณ์เรือนกระจก" ปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีการกล่าวถึงกันมากในศตวรรษที่ 20

อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นจริง หนังสือพิมพ์และวารสารต่างๆ มักบอกว่า ตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 คือ การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนคนหนึ่งชื่ออัจฉริยะ สนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ที่อาจเป็นไปได้ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลก และ ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาบนโลก เขาค้นพบกราฟ 2 รูป ในห้องสมุดดังต่อไปนี้



Source: climate.nasa.gov



ที่มา : Global Carbon Project & CDIAC

BBC

อัจฉริยะสรุปจากกราฟสองรูปนี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกที่สูงขึ้น เป็นเพราะคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาสู่โลกเพิ่มมากขึ้น

คำถามที่ 1/3 : ปรากฏการณ์เรือนกระจก

จากเรื่อง "ปรากฏการณ์เรือนกระจก" ให้นักเรียนตอบคำถาม ข้อมูลส่วนใดของกราฟที่สนับสนุนการสรุปของอัจฉริยะ

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2/3 : ปรากฏการณ์เรือนกระจก

2. นักศึกษาอีกคนหนึ่งชื่อจินตนา ไม่เห็นด้วยกับการสรุปของอัจฉริยะ เธอเปรียบเทียบกราฟทั้งสองและบอกว่า มีกราฟบางส่วนไม่สนับสนุนข้อสรุปของอัจฉริยะ

จงยกตัวอย่างว่า กราฟส่วนใดไม่สนับสนุนข้อสรุปของอัจฉริยะ พร้อมทั้งอธิบายคำตอบ

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3/3 : ปรากฏการณ์เรือนกระจก

3. อัจฉริยะยืนยันข้อสรุปของเขาที่ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกสูงขึ้น เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ แต่จินตนาคิดว่าการสรุปของอัจฉริยะไม่มีข้อมูลพอ เธอบอกว่า "ก่อนที่จะยอมรับข้อสรุปนี้ คุณต้องแน่ใจว่าปัจจัยอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกต้องมีค่าคงที่" จงบอกปัจจัยที่จินตนากล่าวถึงมา 1 อย่าง

.....

.....

.....

ชาวประมง

ในช่วงเช้าของวัน ชาวประมงกำลังจะออกเรือไปหาปลา แต่ปรากฏว่าเมื่อกำลังจะออกเรือ เพื่อนชาวประมงได้บอกว่ามีพายุฝนกำลังพัดเข้ามายังประเทศไทยหากต้องอยู่ในทะเลเป็นระยะเวลา 1-2 วันอาจได้รับความเสียหายจากพายุฝนที่กำลังจะพัดเข้ามาลูกนี้ได้ ควรงดออกจากฝั่ง แต่ชาวประมงจำเป็นต้องออกเรือเพื่อหาปลามาเลี้ยงชีพ และในขณะนั้นไม่สามารถตรวจสอบสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาได้

คำถามที่ 1/3 : ชาวประมง

เพื่อให้สามารถออกเรือไปหาปลาภายในวันนี้ได้อย่างปลอดภัย นักเรียนจะช่วยเหลือชาวประมงตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการเกิดพายุลูกนี้ได้อย่างไร หากสามารถสังเกตได้จากท้องฟ้าเพียงอย่างเดียว

1. สังเกตชนิดของก้อนเมฆในท้องฟ้าในขณะนั้นเพียงอย่างเดียว หากท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนใหญ่แสดงว่าจะไม่เกิดพายุฝน ชาวประมงจะสามารถออกเรือได้โดยไม่ต้องรับผลกระทบจากพายุ
2. สังเกตชนิดของก้อนเมฆในท้องฟ้าแต่ต้องระบุชนิดของเมฆ หากปรากฏของเมฆคิวมูโลนิมบัส ตั้งแต่ช่วงเช้าของวัน ชาวประมงไม่ควรออกจากฝั่ง
3. สังเกตชนิดของก้อนเมฆในท้องฟ้าแต่ต้องระบุชนิดของเมฆ หากปรากฏของเมฆคิวมูโลนิมบัส ตั้งแต่ช่วงเช้าของวันและเพิ่มปริมาณขึ้นในระหว่างวัน ชาวประมงไม่ควรออกจากฝั่ง
4. สังเกตชนิดของก้อนเมฆในท้องฟ้าแต่ต้องระบุชนิดของเมฆ หากปรากฏของเมฆคิวมูลัสก่อตัวสูงตั้งหอคอยประกอบกับลมพัดแรง ชาวประมงสามารถออกจากฝั่งได้

คำถามที่ 2/3 : ชาวประมง

การตรวจสอบสภาพอากาศที่ไม่สามารถติดตามได้จากรับฟังข่าวสารได้ การสังเกตสภาพแวดล้อมจึงเป็นวิธีการที่สามารถพยากรณ์การเกิดพายุได้

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำอธิบาย

คำอธิบาย : วิธีการใดกล่าวได้ถูกต้องในการตรวจสอบสภาพอากาศ เพื่อใช้ในการพยากรณ์อากาศว่ากำลังจะเกิดพายุฝน	ใช่ หรือ ไม่ใช่
A : สังเกตทิศทางลม ลมตะวันออกซึ่งพัดมาจากทางทิศตะวันออกนั้นชี้ว่ามีพายุเข้า	ใช่ / ไม่ใช่
B : สังเกตพฤติกรรมสัตว์ หากนกบินสูงบนท้องฟ้า แสดงว่ากำลังจะเกิดพายุฝน	ใช่ / ไม่ใช่
C : สังเกตได้จากเมฆ เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส เมฆคิวมูลัส แสดงว่ากำลังจะเกิดพายุฝน	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 3/3 : ชาวประมง

ชาวประมงสังเกตท้องฟ้าในยามรุ่งเช้าก่อนจะออกเรือพบว่าท้องฟ้า มีเมฆมากแต่ไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มใหญ่ ท้องฟ้าเป็นสีแดงในทางทิศตะวันออก ซึ่งหมายถึงลมแล้งนั้นได้พัดผ่านและที่กำลังเคลื่อนเข้ามาก็คือความกดอากาศต่ำที่นำพาความชื้นมาทำรู้สึกเย็นสบาย นักจำนวนมากบินสูงบนท้องฟ้า เมื่อเห็นดังนั้นจึงตัดสินใจออกทะเลไปทำการประมง เพราะคิดว่าอากาศปลอดโปร่ง ไม่มีพายุฝน

นักเรียนคิดว่าการตัดสินใจในการออกเรือของชาวประมงมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....