

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ภูมิอากาศโลก
เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**The Guidelines for Learning Management using Phenomenon-Based
Learning on Global Climate to promote Climate Change
Literacy for Grade 7 Students**

นันทิพร ปัญญาธม และ สุรีย์พร สว่างเมฆ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Nuntiporn Panyathom and Sureeporn Sawangmek

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: nuntipornp64@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เรื่อง ภูมิอากาศโลก และ 2) ศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ภูมิอากาศโลก กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน บันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า ปรากฏการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เกิดขึ้นจริงในสังคมและใกล้ตัวนักเรียน ที่มีการบูรณาการองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็นผ่านการศึกษาปรากฏการณ์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้เป็นหลักฐานประกอบการตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้พบว่านักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มจากระดับน้อยเป็นระดับมาก โดยองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่นักเรียนมีการพัฒนามากที่สุดคือความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รองลงมาเป็นการสื่อสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

* วันที่รับบทความ : 19 เมษายน 2566; วันที่แก้ไขบทความ 8 พฤษภาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 10 พฤษภาคม 2566

Received: April 19 2023; Revised: May 8 2023; Accepted: May 10 2023

สภาพภูมิอากาศอย่างมีความหมาย และการใช้ข้อมูลเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน; ความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ; การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Abstracts

The purposes of the action research were to 1) study of the guideline for using phenomenon-based learning to develop climate change literacy and 2) study the results of developing climate change literacy by using phenomenon-based learning. The participants were 31 students in grade 7, semester 2, academic year 2022. Research instruments included phenomenon-based learning lesson plans, reflections of learning management, worksheets, and assessment of climate change literacy. The data were analyzed by average, percentage, and content analysis. The triangulation methods were used for trustworthiness.

The results showed that selecting of phenomena used in the learning management should be related to climate change that occurred in society and be accessible to the students through the integration of knowledge in various aspects, allowing students to investigate for information from a variety of reliable sources, and encouraging students to distinguish between facts and opinions through the study of phenomenon, and use the information as evidence for answering questions or explaining phenomena related to climate change. In addition, the students' climate change literacy was developed from low level to high level. The component of climate change literacy that students developed the most was the understanding of climate change, followed by the meaningful communication about climate change, and the data to rectify and reduce the impact of climate change, respectively.

Keywords: Phenomenon-Based Learning; Climate Change Literacy; Climate Change

บทนำ

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากเป็นปัญหาระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ (World Meteorological Organization, 2022 : online) จากการศึกษา และระบุแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมของมนุษย์ เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (U.S. Global Change Research Program, n.d. : online) Bunnag (2022 : online) ได้เสนอว่า การปรับเปลี่ยนการศึกษาเป็นสิ่งที่สามารถรับมือและต่อสู้กับวิกฤตสภาพภูมิอากาศได้ เพราะการศึกษาด้านสภาพภูมิอากาศ จะสร้างความเชื่อมโยงระหว่างนักเรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นจริงบนโลก สร้างความรู้สึกว่านักเรียนมีพลังในการสร้างการเปลี่ยนแปลงนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การตัดสินใจในชีวิตประจำวันที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมมากขึ้น อีกทั้งการจัดการศึกษาที่มีการบูรณาการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังช่วยให้นักเรียนเกิดความฉลาดรู้ด้าน

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Literacy) โดยนักเรียนจะมีความรู้ ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูล รวมทั้งมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (Spence, Poortinga & Pidgeon, 2012 : online)

รายงานผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล ของประเทศไทยในปี 2018 โดยศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564 : 3-4) พบว่านักเรียนไทยมีค่าดัชนีการรับรู้ถึงความสามารถและศักยภาพของตนเองเกี่ยวกับประเด็นปัญหาระดับโลกอยู่ในระดับต่ำและมีค่าดัชนีความตระหนักรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาระดับโลกอยู่ในระดับต่ำมาก โดยนักเรียนไทยยังมีความไม่มั่นใจเมื่อต้องอธิบายว่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกอย่างไร สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยที่พบว่าในการเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมื่อให้นักเรียนระบุผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกกับเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายได้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

จากสภาพปัญหาดังกล่าวเป็นผลมาจากการที่นักเรียนยังขาดความรู้เกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นแนวทางการแก้ไขปัญหา และยังไม่สามารถทำความเข้าใจปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงได้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนของครูที่ขาดการบูรณาการองค์ความรู้ที่หลากหลาย และการจัดเรียนการสอนยังไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างตัวนักเรียนกับปัญหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dz. Iliško and O. Dedels (2018 : 286-288) ระบุว่าการเรียนรู้แบบผสมผสานและรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย รวมทั้งการบูรณาการประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะทำให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและมีความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสังคม ท้องถิ่นและอนาคต

สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะใช้ปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงเชื่อมโยงระหว่างตัวผู้เรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นจริงบนโลก โดยผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการลงมือปฏิบัติ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning) ไม่เพียงแต่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การศึกษาปรากฏการณ์แบบข้ามศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและมีมุมมองแบบองค์รวม ทำให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านปรากฏการณ์เชื่อมโยงไปในโลกแห่งความเป็นจริง (พณิดา เตชะผล, กรวี นันทชาติ และสมสงวน ปัสสาโก, 2564 : 19-36) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งมีการกำหนดคำถามหรือปัญหาผ่านปรากฏการณ์ เช่น

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาหรือการสืบเสาะเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ (อรพรรณ บุตรกตัญญู, 2561 : 348-365)

จากความเป็นมา ความสำคัญ และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้นักวิจัยได้ดำเนินการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้นักเรียนมีทักษะ ความรู้ ความสามารถและเกิดความตระหนักอันจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เรื่อง ภูมิอากาศโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ภูมิอากาศโลก

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ครั้งนี้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart, 1988 อ้างอิงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558 : 40-41) ประกอบด้วยกระบวนการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (planning) 2) การลงมือปฏิบัติการตามแผน (action) 3) การสังเกตการณ์ (observation) และ 4) การสะท้อนกลับ (reflection)

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในโรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาตาก จำนวน 1 ห้องรวม 31 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ภูมิอากาศโลก ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาและปรับปรุงขั้นตอนของ Islakhiyah, Sutopo & Yuliaty (2018 : 173-185)

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี แนวทางการจัดการเรียนรู้ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน รวมทั้งวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

1.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหา รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ภูมิอากาศโลก โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 การสร้างคำอธิบายเบื้องต้น ขั้นที่ 3 การสืบค้นข้อมูล ขั้นที่ 4 การสรุปและเขียนคำอธิบาย ขั้นที่ 5 การให้เหตุผล จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งดำเนินการปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำ

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา รวมทั้งกิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์การพิจารณา 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560 : 121) พบว่ามีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.44$, $S.D. = 0.12$)

1.5 ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.1 กำหนดขอบเขตที่จะบันทึกการสะท้อนผล ได้แก่ ข้อดี ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น แนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.2 ดำเนินการสร้างแบบบันทึกการสะท้อนผล ตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้

2.3 นำแบบบันทึกการสะท้อนผลที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญและดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4 นำแบบบันทึกการสะท้อนผลฉบับสมบูรณ์ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ใบกิจกรรม

3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 ดำเนินการออกแบบและสร้างใบกิจกรรม โดยปรากฏการณ์ที่ใช้ในการนำเข้าสู่กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 3 ปรากฏการณ์ ได้แก่ การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก การลดลงของกาแฟอาราบิก้า และน้ำโขงเปลี่ยนสี

3.3 นำใบกิจกรรมที่สร้างเสร็จสมบูรณ์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของใบกิจกรรม ดำเนินการแก้ไข ปรับปรุงใบกิจกรรมตามข้อเสนอแนะ

3.4 นำใบกิจกรรมที่ดำเนินการปรับปรุง แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยาม หลังจากนั้นนำผลการพิจารณาไปวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00

3.5 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปแก้ไขและปรับปรุงใบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำไปใช้ขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้

4. แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการวัดความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและกำหนดพฤติกรรมที่สังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบ

4.2 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และระบุลักษณะของการประเมินโดยเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ

4.3 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยการกำหนดโครงสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ให้มีความครอบคลุมตามองค์ประกอบ (ปรับมาจากชนิดดา มะโนสร, 2562 : 58-82 ;Niepold, F., et al., 2007 : 1-11 ;Marzetta, K. L., 2016 : 1-18) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

องค์ประกอบ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้
ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ประยุกต์ใช้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อธิบายถึงสาเหตุและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	อธิบายความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สาเหตุและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เชื่อมโยงผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
การใช้ข้อมูลเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ค้นหาหลักฐาน และใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แยกแยะข้อเท็จจริงเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	แยกแยะ และระบุระหว่างข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น เพื่อใช้เป็นหลักฐาน อธิบายและระบุวิธีการดำเนินการในการแก้ปัญหา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้ข้อมูลและหลักฐานมาประกอบการตัดสินใจ
การสื่อสารเกี่ยวกับการ	ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ เพื่อให้บุคคลและชุมชนมี	การเลือกใช้สื่อในการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เหมาะสม

เปลี่ยนแปลงสภาพ	ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพ	และเข้าใจง่ายต่อบุคคลและชุมชน รวมทั้ง
ภูมิอากาศอย่างมี	ภูมิอากาศ และแนวทางในการ	สื่อสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพ
ความหมาย	ปรับตัวหรือลดผลกระทบของการ	ภูมิอากาศอย่างถูกต้อง มีความน่าเชื่อถือ
	เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	

4.4 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์เกี่ยวกับปะการังฟอกขาว โดยเลือกใช้ประเด็นคำถามที่สอดคล้องกับความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 องค์ประกอบ

4.5 นำแบบทดสอบที่ทำการปรับปรุง แก้ไขเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยาม พบว่า แบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

4.6 นำผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงและแก้ไข และนำไปใช้จริงกับนักเรียน

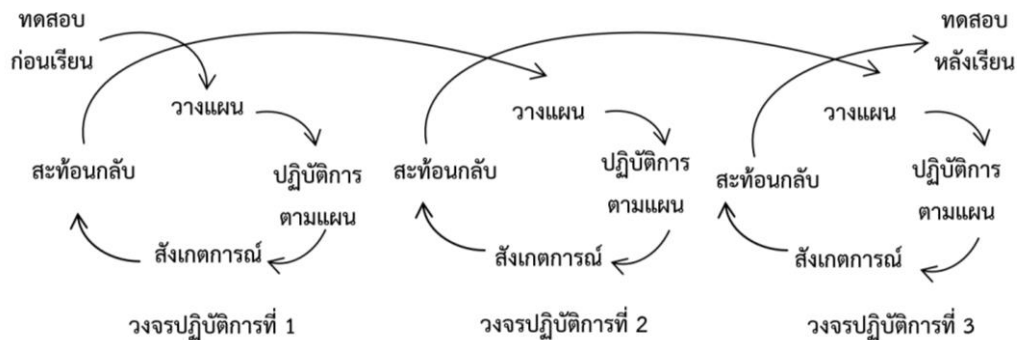
การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการวิจัยในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ดังนี้ **ขั้นการวางแผน** วิเคราะห์สภาพปัญหาและสาเหตุ รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนมาใช้ประกอบในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ **ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน** ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ **ขั้นสังเกตการณ์** ระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม และแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ **ขั้นสะท้อนกลับ** ผู้วิจัยได้มีการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยวิเคราะห์ข้อมูลจาก ใบกิจกรรม และแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในวงจรปฏิบัติการครั้งถัดไป

3. เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะทำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แล้วนำคะแนนที่นักเรียนได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล



แผนภาพที่ 1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

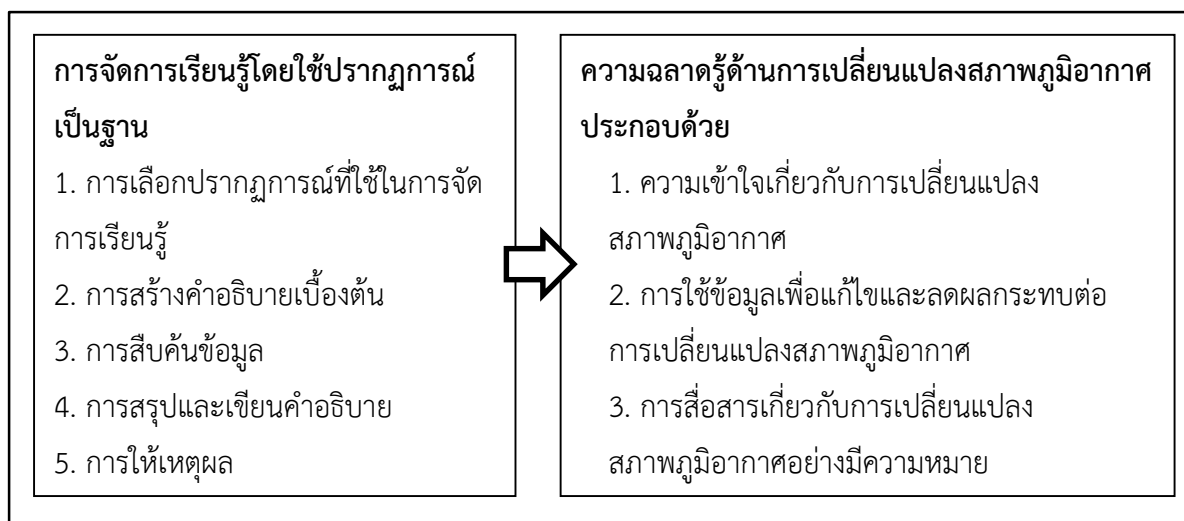
การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ได้จากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่บันทึกโดยผู้วิจัยและครูสังเกตการสอน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา โดยนำข้อมูลที่บันทึกไว้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ จากนั้นดำเนินการตีความหมายข้อมูล เพื่ออธิบายถึงผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในแต่ละขั้นตอน ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) โดยการใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง จากผู้วิจัย และผู้ร่วมสะท้อนวิจัยให้ข้อมูลประเด็นเดียวกัน และใช้เครื่องมือวิจัยเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Resource Triangulation)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ปรับมาจากชนิดดา มะโนสร (2562 : 58-82) ; Niepold, F., et al. (2007 : 1-11) และ Marzetta, K. L. (2016 : 1-18) จากนั้นนำคะแนนมาคิดเป็นร้อยละเพื่อแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับน้อย (คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 25) ระดับพอใช้ (คะแนนร้อยละ 25-50) ระดับปานกลาง (คะแนนร้อยละ 51-75) และระดับมาก (คะแนนสูงกว่าร้อยละ 75)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดทางการศึกษาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Islakhiyah, Sutopo & Yuliati, 2018 : 173-185) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานโดยการสังเกตและเขียนคำอธิบายปรากฏการณ์ จะช่วยเพิ่มเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และแนวคิดการศึกษาเชิงประสบการณ์ (Marzetta, K. L., 2016 : 1-18) ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การใช้ข้อมูลเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการสื่อสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีความหมาย (Johnston, JD., 2018 : online; U.S. Global Change Research Program, n.d. : online)



แผนภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เรื่อง ภูมิอากาศโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูสังเกตการสอน แสดงผลดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2 แสดงปัญหาและการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ขั้นการเลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการ	วงจรปฏิบัติการที่		
จัดการเรียนรู้	1	2	3
การเลือก	ปรากฏการณ์ใกล้ตัวนักเรียน	ใช้ปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัว	เพิ่มการใช้เทคโนโลยีเข้า
ปรากฏการณ์	และคำถามที่ใช้อยู่เป็นคำถาม	นักเรียนมากขึ้น มีการใช้	มาให้นักเรียนได้ร่วมกัน
ที่ใช้ในการ	ที่ขึ้นคำตอบ ส่งผลให้	คำถามที่ไม่ขึ้นคำตอบของ	อภิปรายบน Padlet ซึ่ง
จัดการเรียนรู้	นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้แสดง	นักเรียน	ทำให้นักเรียนสามารถ
	ความคิดเห็นและตั้งคำถาม	แต่เป็นคำถามในลักษณะที่	พิจารณาคำตอบของ
	เกี่ยวกับปรากฏการณ์	กระตุ้นให้นักเรียนได้มีการ	สมาชิกในชั้นเรียนได้ดี
	ยังไม่หลากหลาย	คิดวิเคราะห์	เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นการเลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ปรากฏการณ์ที่ใช้ต้องเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีการบูรณาการองค์ความรู้ในหลากหลายสาขาวิชา เกิดขึ้นจริงในสังคมและใกล้ตัวนักเรียน ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญและสามารถเชื่อมโยงได้ว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายร่วมกันผ่านสื่อหรือเทคโนโลยีที่ส่งเสริมให้นักเรียนระดมความคิด และทำงานร่วมกันเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงปัญหาและการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ขั้นการสร้างคำอธิบายเบื้องต้น

ขั้นตอนการ	วงจรปฏิบัติการที่		
จัดการเรียนรู้	1	2	3
การสร้าง	นักเรียนมีส่วนร่วมในการ	อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ	ผู้วิจัยมีการยกตัวอย่าง
คำอธิบาย	แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ	บทบาทของสมาชิกแต่ละคน	ผลกระทบที่เกิดจาก
เบื้องต้น	ปรากฏการณ์การละลายของ	เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยน	ปรากฏการณ์ ทำให้
	น้ำแข็งขั้วโลกค่อนข้างน้อย ไม่	ความรู้และประสบการณ์	นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความ

มีการอภิปรายร่วมกันภายใน	เกี่ยวกับปรากฏการณ์ และ	เข้าใจและเขียนอธิบาย
กลุ่มเนื่องจากนักเรียนแต่ละ	กระตุ้นให้สมาชิก	ผลกระทบที่เกิดจาก
คนยังไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่	แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	ปรากฏการณ์ได้
ของตนเอง	ร่วมกัน	ชัดเจนขึ้น

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นการสร้างคำอธิบายเบื้องต้น ครูจะต้องให้นักเรียนมีการกำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่มอย่างชัดเจนตามความถนัดและความสามารถ รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคน เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้และสภาวะที่มีเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ มาร่วมกันอภิปราย รวมทั้งครูต้องมีการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์คำตอบของสมาชิก เพื่อนำมาสรุปและสร้างเป็นคำอธิบายเบื้องต้นของกลุ่มนักเรียนเอง

ตารางที่ 4 แสดงปัญหาและการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ขั้นการสืบค้นข้อมูล

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การสืบค้น ข้อมูล	นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อนำ ข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการแก้ไข ปัญหาหรือตอบคำถามที่ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ ใน แหล่งข้อมูลที่ไม่ หลากหลายรวมทั้งไม่ สามารถพิจารณาได้ว่า แหล่งข้อมูลที่สืบค้น เป็น แหล่งข้อมูลที่มีความ น่าเชื่อถือหรือไม่	มีการแนะนำแหล่งข้อมูลที่ นักเรียนสามารถสืบค้นได้ เพิ่มเติม เช่น วารสาร งานวิจัย เป็นต้น ซึ่งพบว่า นักเรียนมี การสืบค้น และอ้างอิง หลักฐานจากแหล่งข้อมูลที่ หลากหลายมากขึ้น	อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การเลือกใช้หลักฐานมา ประกอบการอธิบาย และ ร่วมกันสังเกตลักษณะ ของข้อความที่เป็น ข้อคิดเห็น และข้อเท็จจริง

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นการสืบค้นข้อมูล เป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ ประกอบการอธิบายโดยครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้น และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาหรือตอบคำถามที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ รวมทั้งครูผู้สอนต้องมีการส่งเสริมให้นักเรียนแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็นผ่านการศึกษาปรากฏการณ์

ตารางที่ 5 แสดงปัญหาและการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ขั้นการสรุปและเขียนคำอธิบาย

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การสรุปและ เขียน คำอธิบาย	ชิ้นงานยังไม่มี การแสดงความ เชื่อมโยงระหว่าง ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับการ เปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ และข้อมูลที่ไม่ นำมาสร้างชิ้นงานบางส่วนยัง เป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง	มีการกำหนดเวลาในการ ปฏิบัติกิจกรรมที่ชัดเจนมาก ยิ่งขึ้น และกระตุ้นให้ นักเรียนตรวจสอบความ ถูกต้องของข้อมูลในการ เขียนคำอธิบาย	มีการปรับให้นักเรียนนำ ชิ้นงานที่อธิบายเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ ของแต่ละ กลุ่ม ลงใน Padlet เพื่อ ร่วมกันอภิปรายและ สะท้อนผล

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นการสรุปและเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ และสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่ม รวมทั้งให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในการเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ก่อนนำไปสร้างเป็นชิ้นงาน โดยนักเรียนสามารถเลือกใช้สื่อที่นักเรียนสนใจ เพื่อสะท้อนความคิดรวบยอดของนักเรียนเกี่ยวกับการตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ โดยครูต้องมีการระบุและกำหนดเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมให้ชัดเจน

ตารางที่ 6 แสดงปัญหาและการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ขั้นการให้เหตุผล

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การให้เหตุผล	การเรียบเรียงลำดับเนื้อหาที่ จะนำเสนอไม่ชัดเจน และ ขาด การร่วมกันสะท้อนคิดและ สรุปองค์ความรู้เพื่ออธิบาย เกี่ยวกับปรากฏการณ์	ปรับให้นักเรียนตรวจสอบการ เรียบเรียงลำดับการนำเสนอ เพื่อให้ผู้ฟังเข้าใจได้ง่ายมาก ขึ้น ร่วมกันสรุปองค์ความรู้ และอธิบายปรากฏการณ์	กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วน ร่วมในการแสดงความ คิดเห็นและใช้เหตุผลใน การโต้แย้งเชิงวิชาการ เกี่ยวกับปรากฏการณ์

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ชั้นการให้เหตุผล นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ซึ่งจะต้องมีหลักฐานประกอบการนำเสนอและเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันประเมินการนำเสนอผลงานของเพื่อน และกระตุ้นให้มีการอภิปรายโต้แย้งเชิงวิชาการเกี่ยวกับการอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหาหรือตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น

2. ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ภูมิอากาศโลก โดยเก็บข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมแต่ละวงจรและแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แสดงผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แยกตามองค์ประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการ	ร้อยละของคะแนนความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ								ระดับ
	ความเข้าใจ		การใช้ข้อมูลเพื่อ		การสื่อสาร		คะแนนรวม		ความ
	เกี่ยวกับการ		แก้ไขและลด		เกี่ยวกับการ		เต็ม 28 คะแนน		ฉลาดรู้
	เปลี่ยนแปลง		ผลกระทบต่อ		เปลี่ยนแปลง				ด้านการ
	สภาพ		การเปลี่ยนแปลง		สภาพภูมิอากาศ				เปลี่ยน
	ภูมิอากาศ		สภาพภูมิอากาศ		อย่างมี				แปลง
	ความหมาย								สภาพ
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	ภูมิอากาศ
สอบก่อนเรียน	2.65	22.04	1.55	25.81	2.61	26.13	6.81	24	น้อย
วงจรที่ 1	6.45	53.76	2.03	33.87	4.52	45.16	13.00	46.43	ปานกลาง
วงจรที่ 2	8.39	69.89	3.40	56.99	6.42	64.19	17.06	60.94	มาก
วงจรที่ 3	9.97	83.06	4.35	72.58	7.55	75.48	21.87	78.11	มาก
สอบหลังเรียน	10.06	83.87	4.42	73.66	7.65	76.45	22.13	79.03	มาก

จากตารางที่ 7 การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับมาก และเมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า มีร้อยละของคะแนนเพิ่มขึ้นทุกองค์ประกอบ โดยความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีร้อยละของคะแนนมากที่สุด รองลงมาเป็นการสื่อสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีความหมาย และ การใช้ข้อมูลเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามลำดับ สอดคล้องกับร้อยละของคะแนนความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่วิเคราะห์จากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เรื่อง ภูมิอากาศโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นที่ 1 การเลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จากการดำเนินจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า เมื่อครูผู้สอนใช้ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ใกล้ตัวและมีความสำคัญกับผู้เรียน รวมทั้งมีการบูรณาการองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และสามารถเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ปรากฏการณ์เกี่ยวกับการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก การลดลงของกาแฟอาราบิก้า และน้ำโขงเปลี่ยนสี ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สอดคล้องกับ Dz. Iliško and O. Dedels, (2018 : 286-288) ที่ระบุว่า การบูรณาการประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้นักเรียนมีทักษะชีวิต และมีความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ สอดคล้องกับเกตน์สรี สุวรรณ์ (2564 : 103-104) ที่ระบุว่า ควรใช้ปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน บูรณาการความรู้จากหลายสาขาวิชา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและเห็นความสำคัญต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 การสร้างคำอธิบายเบื้องต้น ครูต้องมีการกระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนระดมความคิด แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ภายในกลุ่ม เพื่อใช้ในการสร้างคำอธิบายเบื้องต้น รวมทั้งกำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่มอย่างชัดเจนตามความถนัดและความสามารถที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์และสถานการณ์ที่ครูกำหนด เพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม โดยในงานวิจัยนี้ได้กำหนดบทบาทของนักเรียน ประกอบไปด้วย นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย และประชาชน เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวิณี เดชเทศ (2561 : 185-191) ที่ระบุว่า การทำงานกลุ่มนักเรียนจะได้ร่วมกัน

แสดงความคิดเห็น และสร้างความร่วมมือในการทำงาน รวมทั้งต้องตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนหรือไม่ เพื่อให้การจัดกิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอน

ขั้นที่ 3 การสืบค้นข้อมูล จากการดำเนินกิจกรรมที่ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ เช่น วารสาร งานวิจัย เป็นต้น รวมทั้งการออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น โดยการให้นักเรียนพิจารณาข้อความและวิเคราะห์ข้อความที่เป็นข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็นโดยต้องระบุเหตุผลประกอบการอธิบาย ส่งผลให้นักเรียนมีหลักฐานและข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและมีความน่าเชื่อถือไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สอดคล้องกับ เกตนัสรี สุวรรณ์ (2564 : 140) ที่ระบุว่า ครูควรแนะนำให้นักเรียนหาข้อมูลที่หลากหลาย มีความน่าเชื่อถือ และสามารถเลือกใช้ข้อมูลที่ต้องการเป็นหลักฐานในการอธิบายหรือตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ และสอดคล้องกับ RCJ Somerville (2020, online) ที่กล่าวว่า การตอบสนองอย่างมีเหตุผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สิ่งสำคัญคือต้องแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

ขั้นที่ 4 การสรุปและเขียนคำอธิบาย ในขั้นนี้ครูมีการกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาร่วมกันอภิปราย และสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลไปใช้ในการเขียนคำอธิบายเพื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหาผ่านปรากฏการณ์ที่กำหนด โดยให้นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในการเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ซึ่งการให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น และสามารถนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาอธิบายเกี่ยวกับการลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากนั้นนำไปสร้างเป็นชิ้นงานเพื่อนำเสนอตามประเด็นต่าง ๆ โดยเลือกใช้สื่อที่นักเรียนสนใจ เพื่อสะท้อนความคิดรวบยอดของนักเรียน สอดคล้องกับ Islakhiyah, Sutopo & Yuliati (2018 : 173-185) ที่ระบุว่า เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตรวจสอบข้อมูลและใช้ความรู้เพื่อพัฒนาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังศึกษามากขึ้น

ขั้นที่ 5 การให้เหตุผล ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน เพื่อสื่อสารเกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะต้องมีหลักฐานประกอบการนำเสนอและเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันประเมินการนำเสนอผลงานของเพื่อนอย่างอิสระ ร่วมกันอภิปรายโต้แย้งเชิงวิชาการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น สะท้อนคิดและสรุปองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยครูมีการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดรวบยอดที่ได้จากการทำกิจกรรมเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ ซึ่งการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและโต้แย้งเชิงวิชาการจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น สอดคล้องกับ

นภสร จุ้ยอินทร์ และสุทธิกัญจน์ ทิพย์เกษร (2559 : 153-166) ที่ระบุว่า การร่วมกันแสดงความคิด และโต้แย้งกันภายในกลุ่มจะทำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดให้เหตุผล เกิดการรวบรวมความรู้จากประสบการณ์เดิมกับข้อมูลความรู้ที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ นำไปสู่ความเข้าใจในเรื่องที่กำลังศึกษามากขึ้น

2. ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ภูมิอากาศโลก

นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งมีการวิเคราะห์จากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสอดคล้องกับร้อยละของคะแนนของใบกิจกรรมในแต่ละวงจร ที่มีการพัฒนาระดับความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร

องค์ประกอบที่มีร้อยละของคะแนนมากที่สุด คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แสดงถึงการที่นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถอธิบายถึงสาเหตุ และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมื่อนำปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความเข้าใจผ่านการศึกษาปรากฏการณ์และสามารถอธิบายเพื่อเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ สอดคล้องกับ พงศธร มหาวิจิตร (2562 : 73-90) ที่กล่าวว่า การเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจมาเชื่อมโยงกับบทเรียนจะเป็นตัวช่วยในการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนเป็นอย่างดี อีกทั้งงานวิจัยของ ชนิตดา มะโนสร (2562 : 108-109) แสดงให้เห็นว่าเมื่อครูมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจึงมีการปรับพฤติกรรมส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศมากขึ้น

องค์ประกอบที่มีร้อยละของคะแนนรองลงมา คือ การสื่อสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีความหมาย แสดงถึงการเลือกใช้สื่อของนักเรียนในการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เหมาะสมและเข้าใจง่ายต่อบุคคลและชุมชน สื่อสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างถูกต้อง มีความน่าเชื่อถือ จากการจัดกิจกรรมขั้นการสรุปและเขียนคำอธิบายและขั้นการให้เหตุผล นักเรียนนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาสรุปเป็นองค์ความรู้และสร้างชิ้นงานโดยเลือกใช้สื่อและเทคโนโลยีที่นักเรียนสนใจในการสื่อสารกับบุคคลและชุมชนเพื่อนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สอดคล้องกับ Johnston, JD. (2018 : online) ที่ระบุว่า การสื่อสารและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับบุคคลและชุมชนในการที่จะทำให้มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

องค์ประกอบที่มีร้อยละของคะแนนน้อยที่สุด คือ การใช้ข้อมูลเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นการค้นหาหลักฐาน และใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมาประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็นจากการจัดกิจกรรมในชั้นการสืบค้นข้อมูลมีกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และมีความน่าเชื่อถือมาใช้ในการอธิบาย รวมทั้งฝึกให้นักเรียนได้วิเคราะห์ลักษณะของข้อความที่เป็นข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น แต่เนื่องจากในการออกแบบและจัดกิจกรรมยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ระบุ อธิบายและตรวจสอบข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นเท่าที่ควร ทำให้นักเรียนขาดการเชื่อมโยงรวมทั้งการตัดสินใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สอดคล้องกับ Nielsen, V & Davies, A., (2018 : online) ที่ระบุว่าการเรียนรู้ในชีวิตจริงเป็นการเรียนผ่านปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และนำปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงมาพัฒนาแนวทางแก้ไขที่สามารถนำไปใช้กับโลกหรือชุมชนของนักเรียนเอง และสอดคล้องกับ Bunnag (2022 : online) ที่กล่าวว่าการศึกษาด้านสภาพภูมิอากาศ จะสร้างความเชื่อมโยงระหว่างตัวผู้เรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นจริงบนโลก นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การตัดสินใจในชีวิตประจำวันของเด็กและเยาวชนที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในชั้นการเลือกปรากฏการณ์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ใกล้ตัวนักเรียน มีการบูรณาการในหลายสาขาวิชา รวมทั้งต้องเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดี และทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น
2. ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนมีการใช้หลักฐานที่นักเรียนรวบรวมได้ มาประกอบการอธิบายเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาองค์ประกอบการใช้ข้อมูลเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
3. ผลของงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการหาแนวทางหรือกำหนดนโยบายในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาผู้เรียนให้มีความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ควรมีการเน้นองค์ประกอบการใช้ข้อมูลเพื่อแก้ไขและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการปรับกิจกรรมหรือใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่สืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมาร่วมกันอภิปรายหรือโต้แย้งโดยมีการใช้หลักฐานมาสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

- เกตน์สิริ สุวรรณ์. (2564). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง ระบบหายใจ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์. การศึกษาค้นคว้าอิสระ หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ชนัดดา มะโนสร. (2562). การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์. คณะครุศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภสร จุ้ยอินทร์ และสุทธิดิถุญจน์ ทิพย์เกษร. (2559). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโอพี. วารสารบัณฑิตวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 7 (2), 153-166.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น จำกัด.
- พงศธร มหาวิจิตร. (2562). การประยุกต์ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานรวมกับการเรียนแบบเชิงรุกในรายวิชาการประถมศึกษาเพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 42 (2), 73-90.
- พนิดา เตชะผล, กรวี นันทชาติ และสมสงวน ปัสสาโก. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้การสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับปรากฏการณ์เป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารครุศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. 3 (1), 19-36.
- ภาวิณี เดชเทศ. (2561). ผลการใช้กระบวนการกลุ่มและการระดมสมองที่มีต่อความสามารถด้านการพูดนำเสนอเป็นภาษาอังกฤษของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสารครูพิบูล มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 6 (2), 184-194.

- วีระยุทธ์ ขาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยปฏิบัติการ Action Research. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*. 2 (1), 29–49.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). บทสรุปสำหรับผู้บริหาร นักเรียนมีความพร้อมเพียงใดที่จะใช้ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อถึงกัน. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 27 กรกฎาคม 2565. แหล่งที่มา <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-ready-to-interconnected-world/>
- อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2561). การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการสร้างมุมมองแบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความจริงของผู้เรียน. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 46 (2), 348–365.
- Bunnag, N. (2022). หลักสูตรการศึกษาถึงเวลาต้องเปลี่ยน–เมื่อการต่อสู้กับ Climate Change เริ่มต้นที่ห้องเรียน. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 27 กรกฎาคม 2565. แหล่งที่มา <https://www.sdgmovement.com/2021/07/06/climate-change-and-education/>
- Dz. Iliško & O. Dedels. (2018). Dealing with Climate Change as a Wicked Issue via Innovative Approaches. In Walter Leal Filho (Eds.), *Climate Literacy and Innovations in Climate Change Education*. (pp. 275-288). Springer International.
- 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.
- Johnston, JD (2018). Climate Change Literacy to Combat Climate Change and Its Impacts. In Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals (Climate Action). Walter Leal Filho, Anabela Marisa Azul, Luciana Brandli, Pinar Gökcin Özuyar and Tony Wall (Eds). Online. Retrieved August 2, 2022. from : https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-95885-9_31
- Marzetta, K. L. (2016). Changing the climate of beliefs: A conceptual model of learning design elements to promote climate change literacy. *Journal of Sustainability Education*, 16, 1-18.
- Niepold, F., Herring, D., & McConville, D. (2007). *The case for climate literacy in the 21st Century*. 5 June 2007. International Symposium on Digital Earth. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://earthtosky.org/content/climate/PDF_Resources/niepold%20et%20al%20case%20for%20climate%20literacy.pdf
- Nielsen, V & Davies, A., (2018). The What, Why, and How of Phenomenon Based Learning. Online. Retrieved March 7, 2023. from : <https://www.onatlas.com/blog/phenomenon-based-learning>
- RCJ Somerville. (2020). Facts and opinions about climate change. Online. Retrieved August 2, 2022. from : <https://thebulletin.org/premium/2020-12/facts-and-opinions-about-climate-change/>

- Spence, A., Poortinga, W., & Pidgeon, N. (2012). The Psychological Distance of Climate Change. *Online*. Retrieved March 7, 2023. from : <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01695.x>
- U.S. Global Change Research Program. (n.d.). Climate Chang What's Happening & Why. *Online*. Retrieved July 13, 2022. from : <https://www.globalchange.gov/climate-change/whats-happening-why>
- World Meteorological Organization. (2022). State of the Global Climate. *Online*. Retrieved July 13, 2022. from : https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11178