Received: May 21, 2026 Revised: June 14, 2026
Accepted: June 15, 2026 Published: June 29, 2026

การพัฒนาความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Development of Scientific Explanation Ability on Earth and its Changes through Model-Based Learning Management of Grade 8 Students

ภัครมัย เปลินทร์[1*]และ คณิสร ต้นสีนนท์[2]
Pakkaramai Pelin[1*] and Kanisron Tonseenon[2]

[1]สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปและเคมี ครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
[2]สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
[1] Program in General Science and Chemistry, Faculty of Education, Udon Thani Rajabhat University
[2] Program in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Udon Thani Rajabhat University
* pakkaramai15329@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลเพ็ญประชานุกูล อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) การวิจัยในครั้งนี้มีแบบแผนการทดลอง (experimental design) กลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังทดลอง (one group pretest – posttest design) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 4 แผน และแบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วย 3 คำถามย่อย คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่แบบไม่อิสระ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X}$ = 24.25 คิดเป็นร้อยละ 80.83) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 16.94 คิดเป็นร้อยละ 56.46) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 ขั้นตอน ส่งเสริมความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิผล โดยขั้นตอนที่ 1 นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนสำรวจและทดลองเพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งฝึกการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนนำเสนอและอภิปรายแบบจำลองแล้วปรับปรุงแก้ไขจนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล และขั้นตอนที่ 4 นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง นำเสนอหลักฐาน และเชื่อมโยงเหตุผลระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน, การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, โลกและการเปลี่ยนแปลง

Abstract

This research aimed to compare the scientific explanation ability of eighth-grade students on the topic "Earth and Changes" before and after learning through model-based learning instruction. The research sample consisted of 32 eighth-grade students from one classroom at Anuban Penprachehanukul School, Phen District, Udon Thani Province, in the second semester of the 2025 academic year, selected through cluster random sampling. This research employed an experimental design using a one-group pretest-posttest design. The research instruments included four model-based learning lesson plans on "Earth and Changes" and a scientific explanation ability test comprising five scenarios, each containing three sub-questions: claim, evidence, and reasoning. Data were analyzed using frequency, mean, percentage, standard deviation, and dependent t-test. The research findings revealed that eighth-grade students who received model-based learning instruction demonstrated scientific explanation ability after learning ($\overline{X}$ = 24.25, representing 80.83%) significantly higher than before learning ($\overline{X}$ = 16.94, representing 56.46%) at the .01 significance level. This was attributed to the four-step model-based learning process that effectively promoted students' scientific explanation ability. In Step 1, students constructed mental models by asking questions about phenomena. In Step 2, students explored and experimented to find empirical evidence and practiced connecting claims with evidence. In Step 3, students presented and discussed their models, then revised and improved them until they could logically explain the phenomena. In Step 4, students applied their models to explain and predict other phenomena. The study found that students' scientific explanation ability after learning was higher than before learning, as they were able to effectively present claims, provide evidence, and connect reasoning between evidence and claims.

Keywords: Model-based learning, Scientific explanation, Earth and changes

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ช่วยพัฒนา ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน (National Research Council, 2012) ประเทศไทยกำหนดให้ “ความฉลาดรู้” เป็นเป้าหมายหลักในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นอกจากนี้มุ่งส่งเสริมให้มีสมรรถนะที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) โดยได้ทำการประเมินทุก 3 ปี อย่างต่อเนื่องเพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

การศึกษาและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบาย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือเรียกว่า “ความฉลาดรู้” (literacy) ใน 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ การประเมินนักเรียนจะวัดทั้ง 3 ด้านดังกล่าวไปพร้อมกัน แต่จะเน้นหนักที่ด้านใดด้านหนึ่ง ในแต่ละรอบการประเมิน ซึ่งความฉลาดรู้ทั้งสามด้านนี้ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิตและเป็นสิ่งที่ประชากรจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยสามารถแบ่งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน ที่สัมพันธ์กัน ดังนี้บริบท (context) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) ประกอบด้วย 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (content knowledge) 2) ความรู้ด้านกระบวนการ (procedural knowledge) (3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (epistemic knowledge) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (science competencies) หรือ ความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science identity) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566)

ผลการประเมินของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล PISA 2022 ของประเทศไทย พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย 409 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบคะแนนกับ PISA 2018 ด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) โดยการการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA มีองค์ประกอบด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่สะท้อนหรือสื่อถึงความรู้ความเข้าใจต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012) ซึ่งการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล โดยกระบวนการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์นั้นจะช่วยให้นักเรียนทราบถึงที่มาของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge acquisition) ที่จะต้องมีการค้นพบข้อพิสูจน์ ซึ่งจะต้องใช้ความพยายามในการหาหลักฐานหรือเหตุผลมาใช้ในการสนับสนุน เนื่องจากหลักฐานและการให้เหตุผลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดังนั้นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่ช่วยสนับสนุนว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความน่าเชื่อถือ (Bayer & Davis, 2008) อีกทั้งความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยังเกิดขึ้นน้อยในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไทยซึ่งส่วนใหญ่จะที่เน้นการสอนบรรยายหรือการจัดกิจกรรมการทดลอง และไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกอธิปรายหรือสร้างคำอธิบายของตนเอง ต่อเนื้อหาที่กำลังศึกษา เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลา เนื้อหา และกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละชั้นปีมีมาก ครูหลายคนจึงไม่ได้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หรืออาจไม่รู้ว่าเริ่มฝึกอย่างไร จึงเห็นได้ว่าหลังจากทำกิจกรรมแต่ละครั้ง ส่วนใหญ่ครูจึงเป็นผู้สรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนในแต่ละกิจกรรม (ณัฐธิดา พรหมยอด, 2562)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในเกณฑ์ที่ต่ำ เพราะนักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนหรือสื่อถึงความรู้ความเข้าใจต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วัยที่สนใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการในการทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านการสร้าง และปรับปรุงแบบจำลองปรากฏการณ์นั้น ๆ อย่างต่อเนื่องโดยหลักการในจัดการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด (produce mental model) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจึงแสดงออกแบบจำลอง (express model) ที่สร้างขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม คำพูด สัญลักษณ์รูปภาพ เป็นต้น ต่อมานักเรียนทำการทดสอบแบบจำลอง (test model) และประเมินแบบจำลอง (evaluate model)

ดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (modifying model) โดยการนำไปทดลองใช้เพื่อนำไปสู่การขยายแบบจำลอง (elaborate model) นักเรียนนำแบบจำลองเติมไปสร้างเพิ่มเติมหรือรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น (Gobert & Buckley, 2000: 891-894 อ้างถึงใน พิชญา พุ่มนวล, 2565: 2) ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้จึงสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของมนุษย์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) นั่นคือการจัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วของนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น (พิชญา พุ่มนวล, 2565: 2)

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อันเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่จะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงที่พัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนอนุบาลเพ็ญประชานุกูล อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ตัวแปรต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตัวแปรตามความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) แบ่งเป็นแผนการเรียนรู้จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้ 1) โครงสร้างภายในโลก 2) การผุพังอยู่กับที่ 3) เรื่อง การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน 4) ชั้นดิน และชั้นหน้าตัดดินระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในดำเนินการวิจัยโดยใช้ระเวลาในการทดลองและดำเนินการวิจัยทั้งสิ้นจำนวน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง (ทั้งนี้ไม่รวมเวลาในการทดสอบ)

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลเพ็ญประชานุกูล อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

แบบแผนการทดลอง (experimental design) กลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังทดลอง (one group pretest – posttest design)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยผู้วิจัยใช้รูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานตามรูปแบบ ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้ ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง (generating model) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดโดยใช้คำถามหรือกิจกรรมกระตุ้น เพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิดเบื้องต้น ครูใช้ข้อมูลนี้เพื่อเข้าใจความคิดของนักเรียน ขั้นที่ 2 การประเมินและการดัดแปลงแบบจำลอง (evaluating model) นักเรียนประเมินแบบจำลองของตนโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เช่น การทดลองหรือการจำลอง ครูส่งเสริมการปรับแบบจำลองให้แม่นยำขึ้น และเชื่อมโยงตัวแปรอย่างมีเหตุผล ขั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) นักเรียนปรับแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อค้นพบหรือข้อมูลใหม่ หรือที่เห็นว่าไม่สามารถอธิบายข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จนเกิดเป็นแบบจำลองที่สามารถอธิบายข้อมูลได้ถูกต้องและเป็นตัวแทนในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้ ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง (elaborating model) นักเรียนใช้แบบจำลองที่ปรับแล้วเพื่อทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งช่วยยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง และเสริมสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง โดยมีการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence : IOC) ความถูกต้องเหมาะสมขององค์ประกอบของแผน ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินผลจำนวน 3 คน โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาตรวจสอบให้คะแนน แสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 คุณภาพของแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

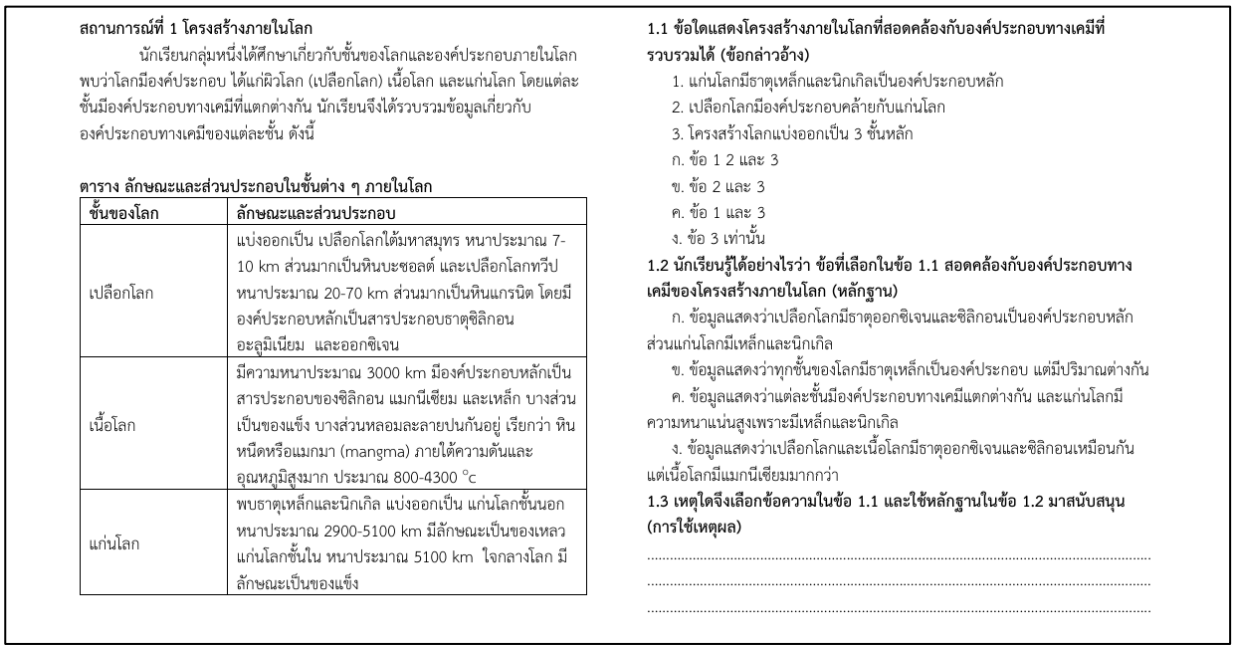
แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	เวลา (ชม.)	ระดับความเหมาะสม
1	โครงสร้างภายในโลก	3	1.0 (เหมาะสมมากที่สุด)
2	การผุพังอยู่กับที่	3	1.0 (เหมาะสมมากที่สุด)
3	การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน	3	1.0 (เหมาะสมมากที่สุด)
4	ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน	3	1.0 (เหมาะสมมากที่สุด)
		12	

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีลักษณะเป็นแบบทดสอบมีสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย โดยมีข้อมูล เช่น ข้อความ รูปภาพ ซึ่งจะใช้เป็นหลักฐานในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 สถานการณ์ในแต่ละสถานการณ์ จะประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill

& Krajcik (2008) โดยองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเป็นแบบ 4 ตัวเลือก ส่วนด้านการให้เหตุผลเป็นการเขียนตอบรวม 15 ข้อ ตรวจด้วยเกณฑ์การประเมินการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงจากแบบประเมินการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill & Krajcik (2008) โดยแบบทดสอบการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence : IOC) ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจสอบแผนจัดการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามของแบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบให้คะแนนแต่ละข้อมีค่าดัชนีสอดคล้องเท่ากับ 1.0 จากนั้นนำข้อสอบที่ผ่านการ ตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาทดสอบหาค่าความ ยากง่ายของแบบทดสอบโดยการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน ที่เคยเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงมาแล้ว ได้ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.25-0.75 และค่าอำนาจจำแนก 0.25–0.63 และหาค่าความเชื่อมั่นได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.85

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ 1) ก่อนการทดลอง ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำ การทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์เป็นคะแนนก่อนเรียน 2) ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน รวม 12 ชั่วโมง 3) เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการทดลองหลังเรียน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โลกและการเปลี่ยนแปลง ชุดเดิมกับทดสอบก่อนเรียนเพื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์เป็นคะแนนหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้เปรียบเทียบผลการทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยนำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคิดคะแนนเป็นร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และทดสอบทีแบบไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) โดยมีตัวอย่างแบบทดสอบข้อที่ 1 ในแบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดังรูปที่ 1 และปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนตามแนวคิดแบบประเมินการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill & Krajcik (2008) สำหรับเป็นเกณฑ์การให้คะแนน ของคำตอบของสถานการณ์ที่ 1 ดังในตาราง 2



สถานการณ์ที่ 1 โครงสร้างภายในโลก

นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับชั้นของโลกและองค์ประกอบภายในโลก พบว่าโลกมีองค์ประกอบ ได้แก่ผิวโลก (เปลือกโลก) เนื้อโลก และแก่นโลก โดยแต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน นักเรียนจึงได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของแต่ละชั้น ดังนี้

ตาราง ลักษณะและส่วนประกอบในชั้นต่าง ๆ ภายในโลก

ชั้นของโลก	ลักษณะและส่วนประกอบ
เปลือกโลก	แบ่งออกเป็น เปลือกโลกใต้มหาสมุทร หนาประมาณ 7-10 km ส่วนมากเป็นหินบะซอลต์ และเปลือกโลกทวีป หนาประมาณ 20-70 km ส่วนมากเป็นหินแกรนิต โดยมีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบธาตุซิลิกอน อะลูมิเนียม และออกซิเจน
เนื้อโลก	มีความหนาประมาณ 3000 km มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียม และเหล็ก บางส่วนเป็นของแข็ง บางส่วนหลอมละลายปนกันอยู่ เรียกว่า หินหนืดหรือแมกมา (mangma) ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงมาก ประมาณ 800-4300 °c
แก่นโลก	พบธาตุเหล็กและนิกเกิล แบ่งออกเป็น แก่นโลกชั้นนอก หนาประมาณ 2900-5100 km มีลักษณะเป็นของเหลว แก่นโลกชั้นใน หนาประมาณ 5100 km ใจกลางโลก มีลักษณะเป็นของแข็ง

1.1 ข้อใดแสดงโครงสร้างภายในโลกที่สอดคล้องกับองค์ประกอบทางเคมีที่รวบรวมได้ (ข้อกล่าวอ้าง)

1. แก่นโลกมีธาตุเหล็กและนิกเกิลเป็นองค์ประกอบหลัก
2. เปลือกโลกมีองค์ประกอบคล้ายกับแก่นโลก
3. โครงสร้างโลกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นหลัก

ก. ข้อ 1 2 และ 3
ข. ข้อ 2 และ 3
ค. ข้อ 1 และ 3
ง. ข้อ 3 เท่านั้น

1.2 นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่า ข้อที่เลือกในข้อ 1.1 สอดคล้องกับองค์ประกอบทางเคมีของโครงสร้างภายในโลก (หลักฐาน)

ก. ข้อมูลแสดงว่าเปลือกโลกมีธาตุออกซิเจนและซิลิกอนเป็นองค์ประกอบหลักส่วนแก่นโลกมีเหล็กและนิกเกิล

ข. ข้อมูลแสดงว่าทุกชั้นของโลกมีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ แต่มีปริมาณต่างกัน

ค. ข้อมูลแสดงว่าแต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน และแก่นโลกมีความหนาแน่นสูงเพราะมีเหล็กและนิกเกิล

ง. ข้อมูลแสดงว่าเปลือกโลกและเนื้อโลกมีธาตุออกซิเจนและซิลิกอนเหมือนกัน แต่เนื้อโลกมีแมกนีเซียมมากกว่า

1.3 เหตุใดจึงเลือกข้อความในข้อ 1.1 และใช้หลักฐานในข้อ 1.2 มาสนับสนุน (การใช้เหตุผล)

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

รูปที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบข้อที่ 1 ในแบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนของคำตอบของสถานการณ์ที่ 1 ในแบบทดสอบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ หรือสร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง **แนวคำตอบ** ก. ข้อ 1 2 และ 3 ข. ข้อ 2 และ 3	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ **แนวคำตอบ** ง. ข้อ 3 เท่านั้น	สร้างข้อกล่าวอ้างครบถ้วนและสมบูรณ์ **แนวคำตอบ** ค. ข้อ 1 และ 3
หลักฐาน	ไม่กำหนดหลักฐาน หรือหลักฐานไม่เหมาะสม **แนวคำตอบ** ค. ข้อมูลแสดงว่าทุกชั้นของโลกมีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ แต่มีปริมาณต่างกัน ง. ข้อมูลแสดงว่าเปลือกโลกและเนื้อโลกมีธาตุออกซิเจนและซิลิกอนเหมือนกัน แต่เนื้อโลกมีแมกนีเซียมมากกว่า	กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง **แนวคำตอบ** ก. ข้อมูลแสดงว่าเปลือกโลกมีธาตุออกซิเจนและซิลิกอนเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนแก่นโลกมีเหล็กและนิกเกิล	กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง **แนวคำตอบ** ข. ข้อมูลแสดงว่าแต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน และแก่นโลกมีความหนาแน่นสูงเพราะมีเหล็กและนิกเกิล

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
การให้เหตุผล	ไม่ให้เหตุผล หรือให้เหตุผลไม่เหมาะสม หรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยระบุหลักการเชิงวิทยาศาสตร์บางประการแต่ไม่เพียงพอ **แนวคำตอบ** โครงสร้างภายในโลกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นหลัก คือ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก ซึ่งแต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน	ให้เหตุผลที่เหมาะสมและเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างและระบุหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ **แนวคำตอบ** โครงสร้างภายในโลกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นหลัก คือ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าเปลือกโลกที่เป็นชั้นนอกสุดมีธาตุออกซิเจนและซิลิกอนเป็นองค์ประกอบหลัก เนื้อโลกมีธาตุออกซิเจน ซิลิกอน แมกนีเซียม และเหล็ก ส่วนแก่นโลกที่อยู่ภายในสุดมีธาตุเหล็กและนิกเกิลเป็นหลัก ซึ่งมีความหนาแน่นสูง ทำให้ทราบว่าองค์ประกอบทางเคมีของแต่ละชั้นแตกต่างกันตามความลึกของโลก

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

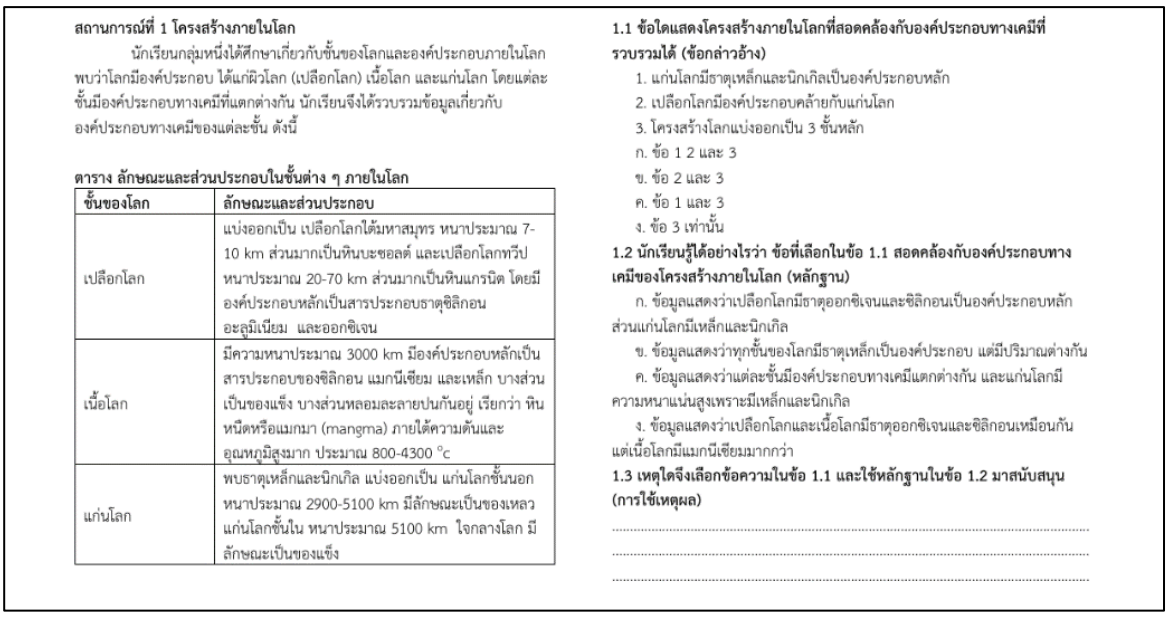
ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 32 คน (ตาราง 3) พบว่า จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ก่อนเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 16.94 คิดเป็นร้อยละ 56.46 หลังเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของความสามารในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 24.25 คิดเป็นร้อยละ 80.83 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนละหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	32	30	16.94	3.52	56.46	10.21**
หลังเรียน	32	30	24.25	3.24	80.83	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการศึกษาความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ประกอบด้วย 5 สถานการณ์ รวม 30 คะแนน ซึ่งนำเสนอตามเนื้อหาเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วย 1) โครงสร้างภายในโลก 2) ภูเขาไฟระเบิด 3) ภูมิประเทศแบบคาสต์ 4) ดินดอนสามเหลี่ยม และ 5) ชั้นหน้าตัดดินและปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของดิน พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบในข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ในด้านหลักฐานมีบางส่วนที่ยังไม่ถูกต้อง และการให้เหตุผลส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง ในส่วนของหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบในข้อกล่าวอ้าง ด้านหลักฐาน และด้านให้เหตุผลได้ถูกต้องมากขึ้นอาจมีไม่สมบูรณ์ในนักเรียนบางคน ตัวอย่างการตอบแบบทดสอบของนักเรียนทั้ง 5 สถานการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2-11



สถานการณ์ที่ 1 โครงสร้างภายในโลก

นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับชั้นของโลกและองค์ประกอบภายในโลก พบว่าโลกมีองค์ประกอบ ได้แก่ผิวโลก (เปลือกโลก) เนื้อโลก และแก่นโลก โดยแต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน นักเรียนจึงได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของแต่ละชั้น ดังนี้

ตาราง ลักษณะและส่วนประกอบในชั้นต่าง ๆ ภายในโลก

ชั้นของโลก	ลักษณะและส่วนประกอบ
เปลือกโลก	แบ่งออกเป็น เปลือกโลกใต้มหาสมุทร หนาประมาณ 7-10 km ส่วนมากเป็นหินบะซอลต์ และเปลือกโลกทวีป หนาประมาณ 20-70 km ส่วนมากเป็นหินแกรนิต โดยมีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบธาตุซิลิกอน อะลูมิเนียม และออกซิเจน
เนื้อโลก	มีความหนาประมาณ 3000 km มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียม และเหล็ก บางส่วนเป็นของแข็ง บางส่วนหลอมละลายปนกันอยู่ เรียกว่า หินหนืดหรือแมกมา (mangma) ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงมาก ประมาณ 800-4300 °c
แก่นโลก	พบธาตุเหล็กและนิกเกิล แบ่งออกเป็น แก่นโลกชั้นนอก หนาประมาณ 2900-5100 km มีลักษณะเป็นของเหลว แก่นโลกชั้นใน หนาประมาณ 5100 km ใจกลางโลก มีลักษณะเป็นของแข็ง

1.1 ข้อใดแสดงโครงสร้างภายในโลกที่สอดคล้องกับองค์ประกอบทางเคมีที่รวบรวมได้ (ข้อกล่าวอ้าง)

1. แก่นโลกมีธาตุเหล็กและนิกเกิลเป็นองค์ประกอบหลัก
2. เปลือกโลกมีองค์ประกอบคล้ายกับแก่นโลก
3. โครงสร้างโลกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นหลัก

ก. ข้อ 1 2 และ 3
ข. ข้อ 2 และ 3
ค. ข้อ 1 และ 3
ง. ข้อ 3 เท่านั้น

1.2 นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่า ข้อที่เลือกในข้อ 1.1 สอดคล้องกับองค์ประกอบทางเคมีของโครงสร้างภายในโลก (หลักฐาน)

ก. ข้อมูลแสดงว่าเปลือกโลกมีธาตุออกซิเจนและซิลิกอนเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนแก่นโลกมีเหล็กและนิกเกิล

ข. ข้อมูลแสดงว่าทุกชั้นของโลกมีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ แต่มีปริมาณต่างกัน

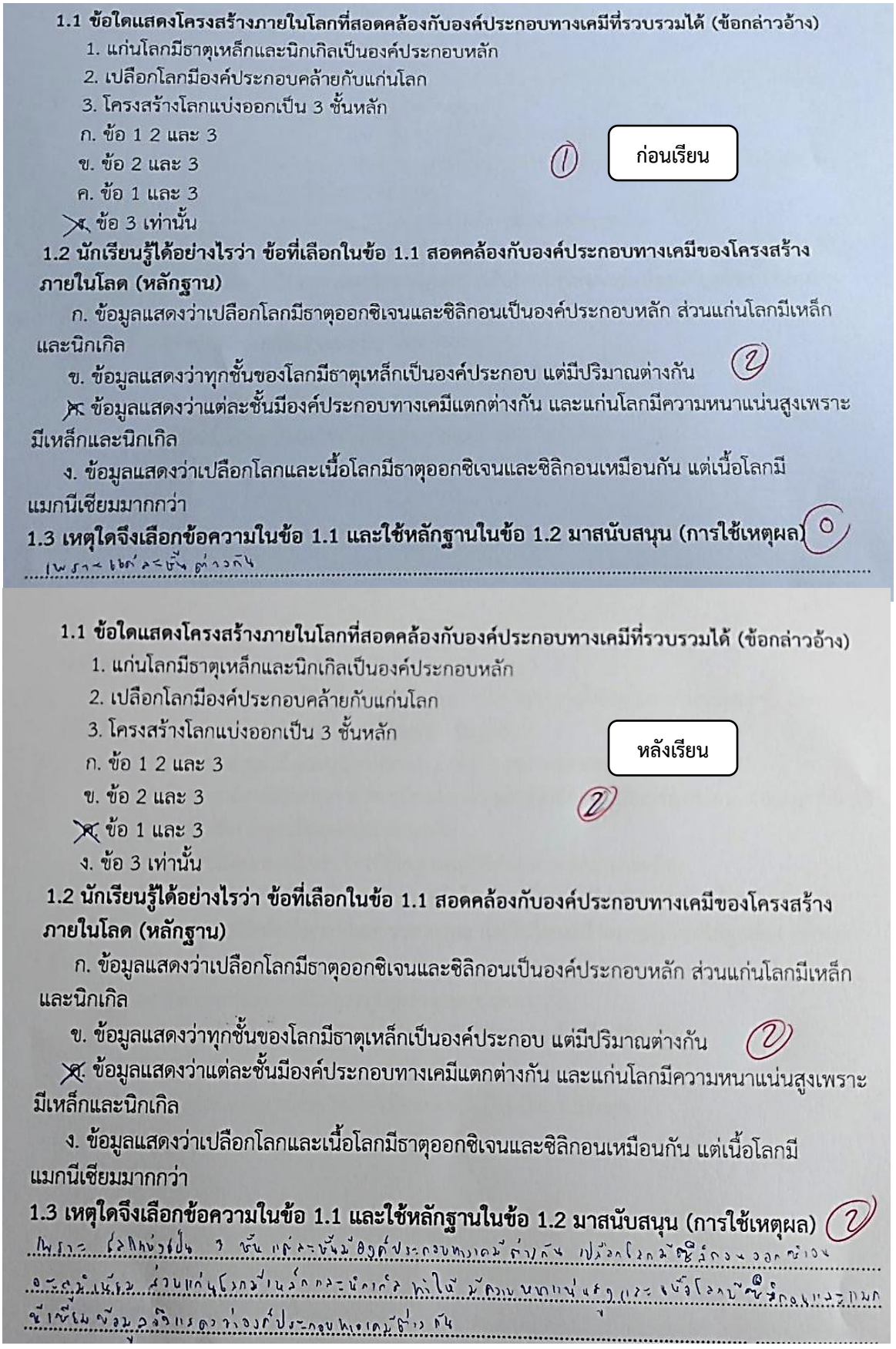
ค. ข้อมูลแสดงว่าแต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน และแก่นโลกมีความหนาแน่นสูงเพราะมีเหล็กและนิกเกิล

ง. ข้อมูลแสดงว่าเปลือกโลกและเนื้อโลกมีธาตุออกซิเจนและซิลิกอนเหมือนกัน แต่เนื้อโลกมีแมกนีเซียมมากกว่า

1.3 เหตุใดจึงเลือกข้อความในข้อ 1.1 และใช้หลักฐานในข้อ 1.2 มาสนับสนุน (การใช้เหตุผล)

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

รูปที่ 2 สถานการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลก



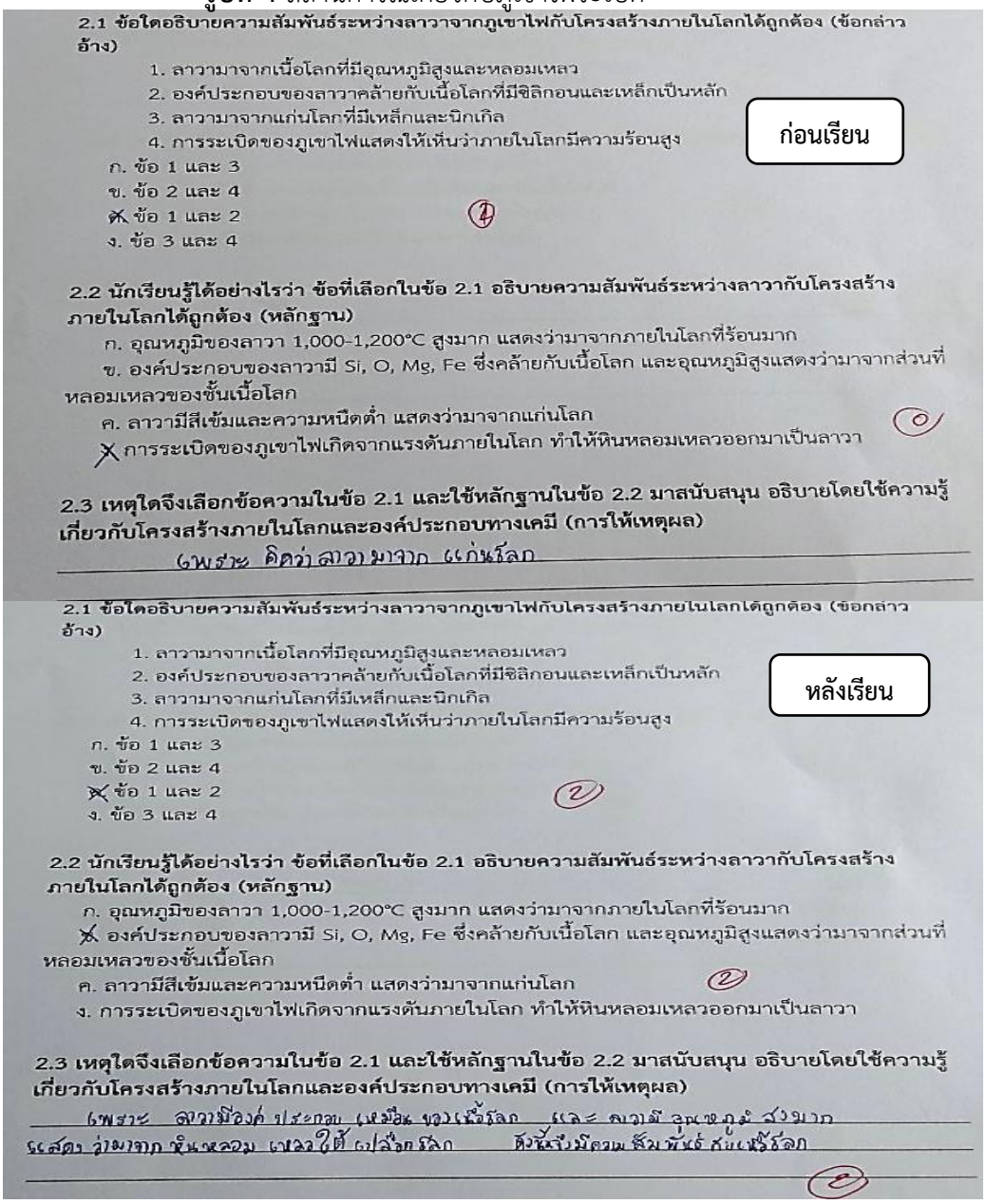
รูปที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในสถานการณ์ที่ 1 โครงสร้างภายในโลก

สถานการณ์ที่ 2 ภูเขาไฟระเบิด
จากสถานการณ์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 2.1-2.3

ในปี พ.ศ. 2561 ภูเขาไฟคิลาเว (Kilauea) บนเกาะฮาวายได้ระเบิดอย่างรุนแรง นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการระเบิดของภูเขาไฟและพบข้อมูลดังนี้

- ลาวาที่ไหลออกมามีอุณหภูมิประมาณ 1,000-1,200 องศาเซลเซียส
- การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลาวา พบว่ามีซิลิกอน (Si) ออกซิเจน (O) แมกนีเซียม (Mg) และเหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบหลัก
- ลาวาชนิดนี้มีความหนืดต่ำ ไหลได้ไกล และมีสีเข้ม (ดำหรือน้ำตาลเข้ม)
- เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลโครงสร้างภายในโลก พบว่าลาวามีองค์ประกอบคล้ายกับเนื้อโลก

รูปที่ 4 สถานการณ์เกี่ยวกับภูเขาไฟระเบิด

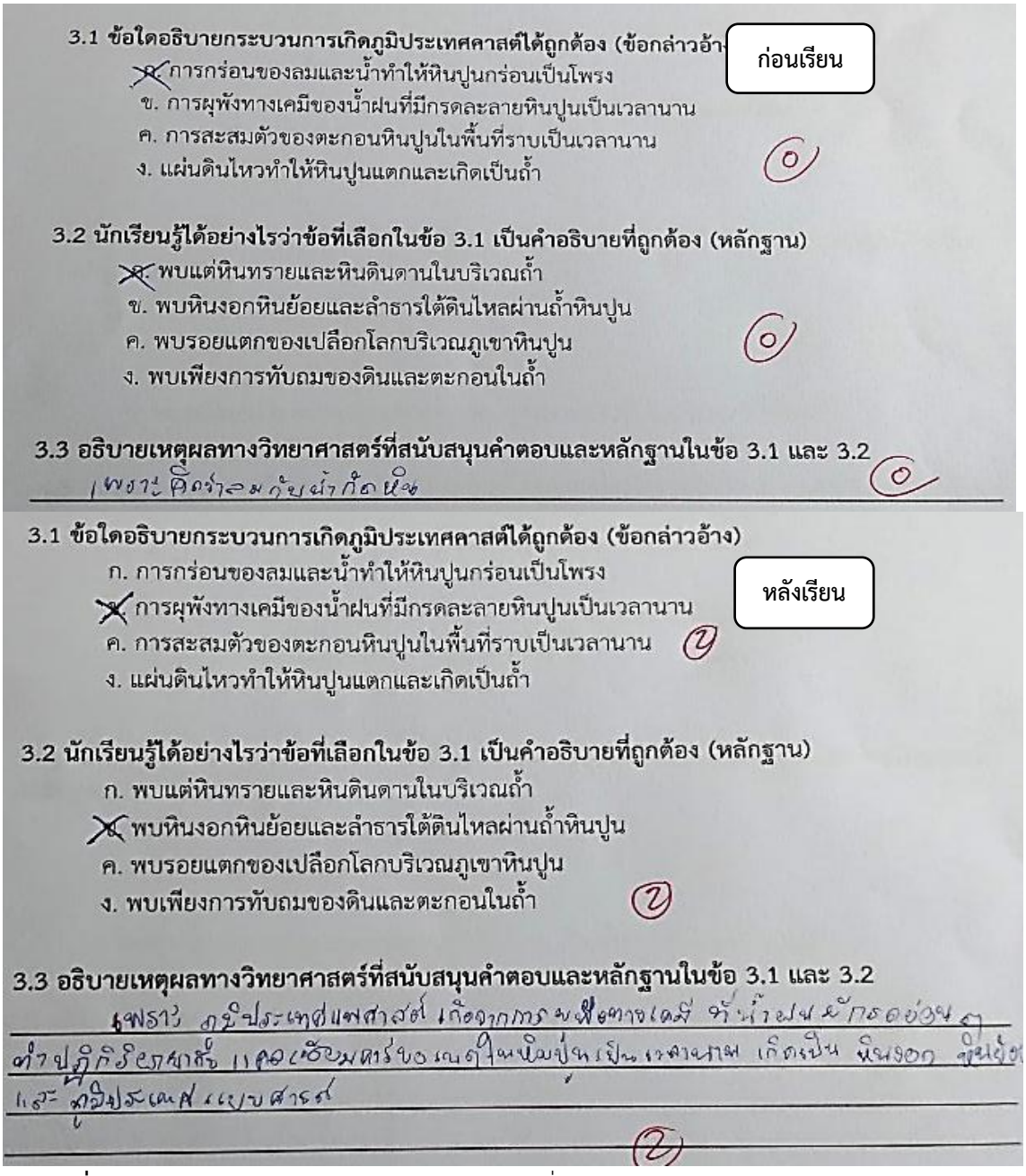


รูปที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในสถานการณ์ที่ 2 ภูเขาไฟระเบิด

สถานการณ์ที่ 3 ภูมิประเทศแบบคาสต์ (Karst)
จากสถานการณ์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 3.1-3.3

"นักท่องเที่ยวไปเที่ยวอุทยานแห่งชาติเขาสก พบภูมิทัศน์ที่มีเอกลักษณ์ คือ มีภูเขาหินปูนสูงชันหลายลูกตั้งอยู่เรียงรายกัน และมีถ้ำหินปูนขนาดใหญ่อยู่ภายในภูเขา เมื่อสำรวจภายในถ้ำพบหินงอกหินย้อยขนาดใหญ่และลำธารใต้ดินไหลผ่าน นักวิทยาศาสตร์อธิบายว่าภูมิประเทศลักษณะนี้เกิดจากกระบวนการผุพังทางเคมี โดยน้ำฝนที่มีกรดอ่อนๆ ละลายหินปูนเป็นเวลานานหลายล้านปี จนเกิดเป็นถ้ำและโพรงใต้ดินขนาดใหญ่"

รูปที่ 6 สถานการณ์เกี่ยวกับภูมิประเทศแบบคาสต์

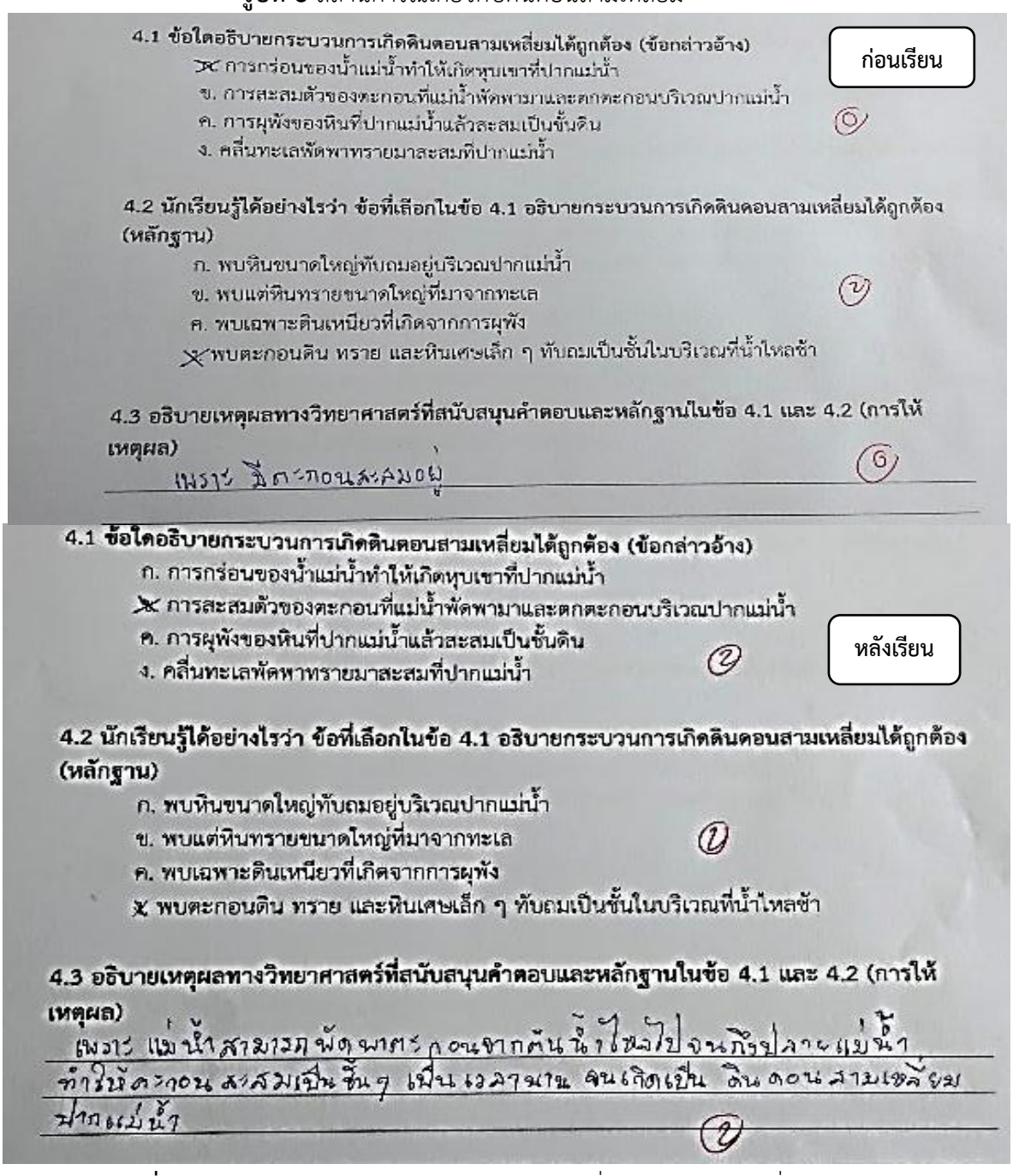


รูปที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในสถานการณ์ที่ 3 ภูมิประเทศแบบคาสต์

สถานการณ์ที่ 4 ดินดอนสามเหลี่ยม
จากสถานการณ์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 4.1-4.3

"บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีพื้นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ที่เรียกว่าดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การเพาะปลูก นักวิทยาศาสตร์อธิบายว่าพื้นที่นี้เกิดจากแม่น้ำพัดพาตะกอนดิน ทราย และหินเศษเล็ก ๆ มาจากต้นน้ำ เมื่อแม่น้ำไหลมาถึงปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำไหลช้าลง ตะกอนเหล่านี้จึงตกตะกอนสะสมทับถมกันเป็นชั้น ๆ เป็นเวลานานหลายพันปี จนกลายเป็นพื้นที่ราบลุ่มขนาดใหญ่ในปัจจุบัน"

รูปที่ 8 สถานการณ์เกี่ยวกับดินดอนสามเหลี่ยม



รูปที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในสถานการณ์ที่ 4 ดินดอนสามเหลี่ยม

สถานการณ์ที่ 5 ชั้นหน้าตัดดินและปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของดิน
จากสถานการณ์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 5.1-5.3

นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้ทำการขุดหลุมดินในสวนของโรงเรียนเพื่อศึกษาลักษณะของชั้นดิน พบว่าดินมีลักษณะแตกต่างกันตามความลึก โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 (O Horizon): ความลึก 0-5 ซม. เป็นชั้นของใบไม้และเศษซากพืชที่ยังไม่ย่อยสลายสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้ม

ชั้นที่ 2 (A Horizon): ความลึก 5-25 ซม. เป็นดินบนสุดที่มีสีเข้ม มีอินทรียวัตถุและธาตุอาหารมาก มีรากพืชจำนวนมาก

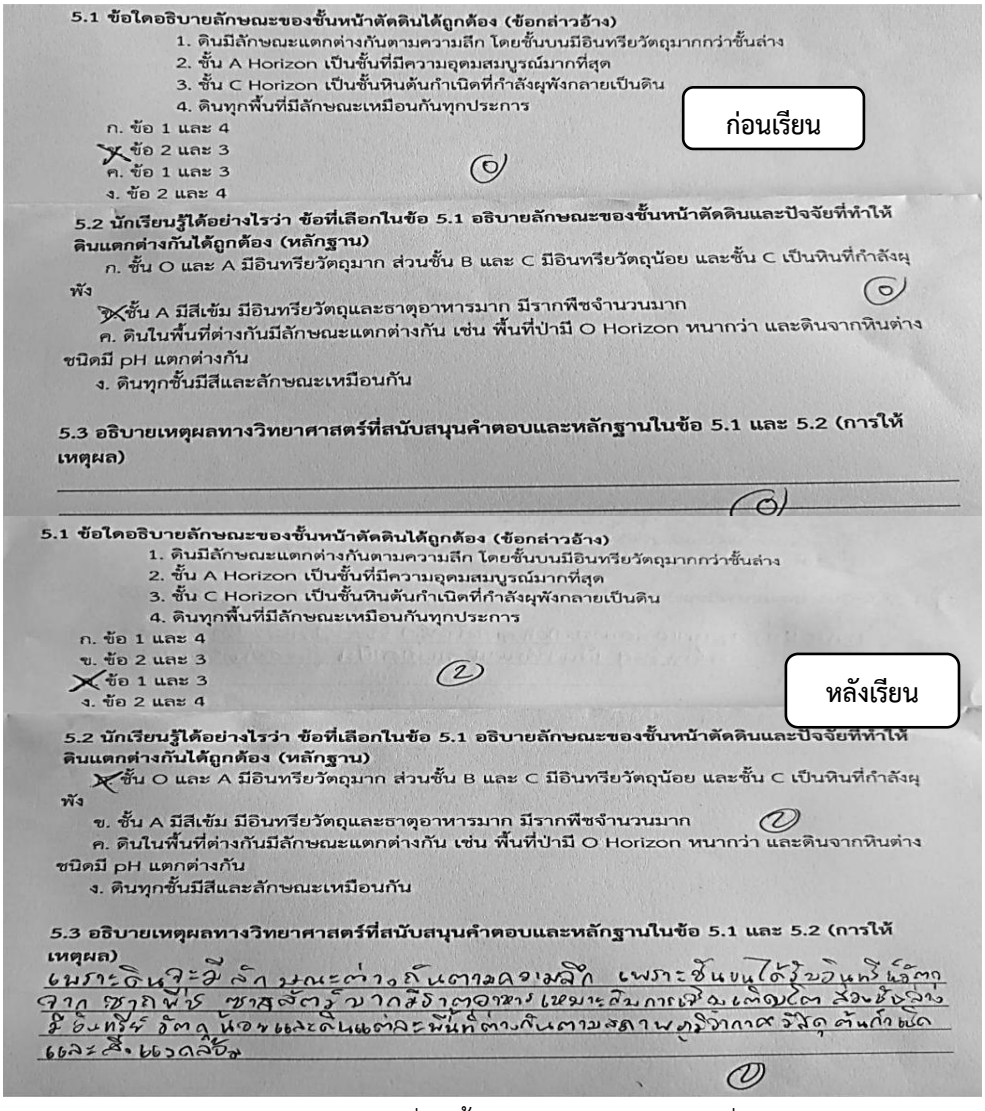
ชั้นที่ 3 (B Horizon): ความลึก 25-60 ซม. เป็นดินชั้นล่างที่มีสีอ่อนกว่า มีแร่ธาตุที่ถูกชะล้างมาจากชั้นบน มีอินทรียวัตถุน้อย

ชั้นที่ 4 (C Horizon): ความลึก 60-100 ซม. เป็นชั้นหินที่กำลังผุพังกลายเป็นดิน ยังคงมีลักษณะของหินต้นกำเนิดอยู่บางส่วน

นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ศึกษาหลุมดินในพื้นที่อื่น ๆ และพบว่าดินแต่ละพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น

- ดินในพื้นที่ป่าไม้มีชั้น O Horizon หนากว่าดินในพื้นที่โล่ง
- ดินในพื้นที่เขตร้อนชื้นมีการชะล้างแร่ธาตุมากกว่าดินในเขตอบอุ่น
- ดินที่เกิดจากหินปูนมีค่า pH เป็นด่าง ส่วนดินที่เกิดจากหินแกรนิตมีค่า pH เป็นกรด

รูปที่ 10 สถานการณ์เกี่ยวกับ ชั้นหน้าตัดดินและปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของดิน



รูปที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในสถานการณ์ที่ 5 ชั้นหน้าตัดดินและปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของดิน

จากการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยเริ่มจากนักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง โดยที่ครูช่วยนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ต้องการจะศึกษา ในขั้นนี้จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสงสัย และตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบเพื่อที่จะนำมาเป็นข้อกล่าวอ้างของปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ จากนั้นในขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมสืบสอบค้นหาหลักฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้รวบรวมข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดยการปฏิบัติ หรือการทดลองเพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์และการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน เพื่อนำ ข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้มา ขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการอธิบายให้เหตุผลสอดคล้องกันระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ได้อธิบายเกี่ยวกับหลักฐานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนคำตอบของคำถามหรือข้อกล่าวอ้าง ในขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น ครูและเพื่อนสามารถซักถาม อภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะได้เห็นความแตกต่างของแบบจำลอง ซึ่งจะเกิดกระบวนการโน้ม น้าวจนมีการดัดแปลงแปลงแก้ไขแบบจำลองจนกระทั่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจในปรากฏการณ์นั้น ๆ มากขึ้นจากการอภิปรายร่วมกันเสริมให้นักเรียนมีความสามรถอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น นักเรียนจะสามารถหาเหตุผลเพื่อมาเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ในขั้นนี้ และในขั้นที่ 4 นักเรียนจะใช้แบบจำลองที่ผ่านการแก้ไขแล้ว มาอธิบายทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมั่นใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์อื่นได้ใน ขั้นนี้นักเรียนจะสามารถอธิบายและยกตัวอย่างปรากฏการณ์อื่นที่นอกเหนือจากปรากฏการณ์ที่ได้สำรวจตรวจสอบ ในขั้นการทดลองได้ ทำให้เป็นการฝึกการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีเหตุผลมาสนับสนุนหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเพิ่มขึ้นอีก ดังนั้นนักเรียนมีโอกาสที่จะปรับปรุงการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้ง 4 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น โดยนักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง ที่เกิดจากข้อสงสัยของนักเรียน จนไปสู่การค้นพบหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง จนกระทั่งเข้าใจในปรากฏการณ์ สามารถบอกเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ ซึ่งจะเห็นได้จากระดับความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียนสอดคล้องกับวิจัยของ ศศิธร โคตะบิน (2566) ได้ศึกษา สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องทรงกลมฟ้าและปรากฏการณ์ดาราศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเมื่อพิจารณาสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ประเด็นประกอบด้วย 1) การระบุตำแหน่งของวัตถุบนท้องฟ้าตามระนาบพิกัดของฟ้า 2) การระบุตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าตามระบบพิกัดศูนย์สูตร 3) ตำแหน่งดวงอาทิตย์วันเปลี่ยนฤดูกาล 4) ตำแหนงดาวจักรราศี และ 5) เขตเวลามาตรฐานของโลก พบวาหลังเรียนนักเรียนมีสมรรถนะในระดับที่สูงขึ้นจากก่อนเรียนทั้ง 5 ประเด็น จิรยุทธ ขุนอักษร (2566) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุงนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับจุฑารัตน์

ปัจจัยโค (2565) ได้ศึกษา การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสสาร ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกคน พบว่าก่อนเรียนอยู่ในระดับปรับปรุง หลังเรียนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 16.94 คิดเป็นร้อยละ 56.46 หลังเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 24.25 คิดเป็นร้อยละ 80.83 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 ขั้นตอน ส่งเสริมความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิผล โดยขั้นตอนที่ 1 นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนสำรวจและทดลองเพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งฝึกการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนนำเสนอและอภิปรายแบบจำลอง แล้วปรับปรุงแก้ไขจนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล และขั้นตอนที่ 4 นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง นำเสนอหลักฐาน และเชื่อมโยงเหตุผลระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร.จันทร์จิรา จูมพลหล้า และ ผศ.คณิสร ต้นสีนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปและเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยด้วยความเอาใจใส่ตลอดกระบวนการดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณครูอรดี โพธิ์สองชั้น ครู วิทยฐานะ ครูชำนาณการพิเศษ คุณครูปพิชญา งามลา ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ และคุณครูจักรพงษ์ เนติปัญญา ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลเพ็ญประชานุกูล ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะตลอดระยะเวลาดำเนินนการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูโรงเรียนอนุบาลเพ็ญประชานุกูลทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจตลอด ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลเพ็ญประชานุกูล ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ประโยชน์และคุณค่าจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกุศลแห่งความดีในครั้งนี้แด่พระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณ และครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในการทำวิจัย ทำให้ผู้วิจัยประความสำเร็จในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรูคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560).* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จุฑารัตน์ ปัจจัยโค. (2565). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง วัสดุและสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, *23*(2), 13.

จิรยุทธ ขุนอักษร. (2566). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุง* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). พัทลุง: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 29*(3), 88-89.

ณัฐธิดา พรหมยอด. (2562). *การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ CER.* สืบค้น 6 กรกฎาคม 2568, จาก www.ipst.ac.th/knowledge/knowledge-article/article-primaryscience/32787/cer-sci.html

พิชญา พุ่มนวล. (2565). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนมติปริมาณสารสัมพันธ์และความสามารถในการสร้างตัวแทนความคิดที่หลากหลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

ศศิธร โคตะบิน. (2566). *สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องทรงกลมฟ้า และปรากฏการณ์ดาราศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566*). กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์*. สืบค้น 6 กรกฎาคม 2568, จาก https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/science_competency_framework/

Beyer, C.J., & Davis, E.A. (2008). Fostering second graders' scientific explanation: A beginning elementary teacher's beliefs and practice. *The Journal of the Learning Science*, *17*(3), 381-414.

McNeilll, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. *Journal of research in science teaching, 45*(1), 53-78

McNeilll, K. L., & Krajcik, J. (2008). *Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning*. Retrieved October 1, 2023, from, https://www.katherinelMcNeilll.com/uploads/1/6/8/7/1687518/McNeilllkrajcik_nsta_inquiry_2008.pdf

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.