

ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1: กรณีศึกษาโรงเรียนป่าตาลบ้านธิพิทยาท จังหวัดลำพูน

Ability to Explain Scientific Phenomena of Mathayomsuksa 1 Students:

A Case Study of Patarnbanthipittaya School, Lamphun Province

อรพรรณ ศรีไม้¹ และทรงพล ผดุงพัฒนากุล¹

Oraphun Srimai¹ and Songpol Phadungphatthanakoon¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป่าตาลบ้านธิพิทยาท จังหวัดลำพูน โดยประเมินตามกรอบแนวคิด Claim-Evidence-Reasoning (CER) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 38 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เครื่องมือวิจัยเป็นแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ การถ่ายโอนความร้อน แรงเสียดทาน และความชื้น การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร่วมกับการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รวมเท่ากับ 5.66 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง นักเรียนร้อยละ 86.84 อยู่ในระดับดังกล่าว เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ด้านหลักฐาน และต่ำที่สุด คือ ด้านการให้เหตุผล นอกจากนี้ยังพบว่า บริบทของสถานการณ์มีอิทธิพลต่อผลการตอบ โดยสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมและใกล้เคียงตัวช่วยให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายได้ดีกว่า สถานการณ์ที่มีความเป็นนามธรรมสูง ผลการวิจัยสะท้อนถึงความจำเป็นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีโครงสร้างและชัดเจน เพื่อพัฒนาทักษะการอ้างอิง หลักฐาน และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

คำสำคัญ: ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

¹คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, Faculty of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

ผู้ติดต่อ, อีเมล: อรพรรณ ศรีไม้, oraphun.srimai@gmail.com

วันที่รับบทความ (Received) 20 มกราคม 2569 วันที่แก้ไขบทความ (Revised) 24 เมษายน 2569 วันที่ตอบรับบทความ (Accepted) 25 เมษายน 2569

ABSTRACT

This study aimed to investigate the ability of Mathayomsuksa 1 students at Patarnbanthipittaya School, Lamphun Province to explain scientific phenomena using the Claim–Evidence–Reasoning (CER) framework. The participants were 38 Mathayomsuksa 1 students, selected through purposive sampling method in the second semester of the 2024 academic year. The research instrument to evaluate students' ability in constructing explanations of scientific phenomena was an assessment form comprising three scientific scenarios—heat transfer, friction, and humidity. Data were analyzed using descriptive statistics, including percentage, mean, and standard deviation, along with content analysis.

The results showed that 86.84% of students' overall mean score was 5.66 out of 18, ranking the needs for improvement. When considering individual component of the CER framework, making claim achieved the highest mean score, followed by identifying evidence, whereas reasoning exhibited the lowest level of proficiency. The analysis further indicated that the contextual nature of the scenarios influenced students' performance. The concrete and familiar scenarios enabled students to construct more complete explanations, while highly abstract scenarios posed significant challenges. The findings demonstrate the need to implement instructional activities that cultivate students' ability to articulate clear and well-structured explanations of scientific phenomena, thereby strengthening their use of evidence and scientific reasoning.

Keywords: Ability to Explain Scientific Phenomena, Science Competency

ภูมิหลัง

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มากกว่าการจดจำข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว (National Research Council, 2012; OECD, 2023) ซึ่งสอดคล้องกับกรอบการประเมิน PISA 2025 ที่เน้นสมรรถนะด้าน “การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์” เป็นหนึ่งในแกนหลักของการประเมินนักเรียนทั่วโลก (OECD, 2023)

ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ สร้าง ประยุกต์ใช้และประเมินคำอธิบาย และแนะแนวทางแก้ไขปัญหหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่หลากหลาย รวมทั้งสามารถใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (OECD, 2023) สมรรถนะนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานสำคัญในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม รายงานผล PISA 2022 พบว่า นักเรียนไทยมีข้อจำกัดด้านการเชื่อมโยงข้อมูลหลักฐาน และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้คะแนน

ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565, หน้า 9–10)

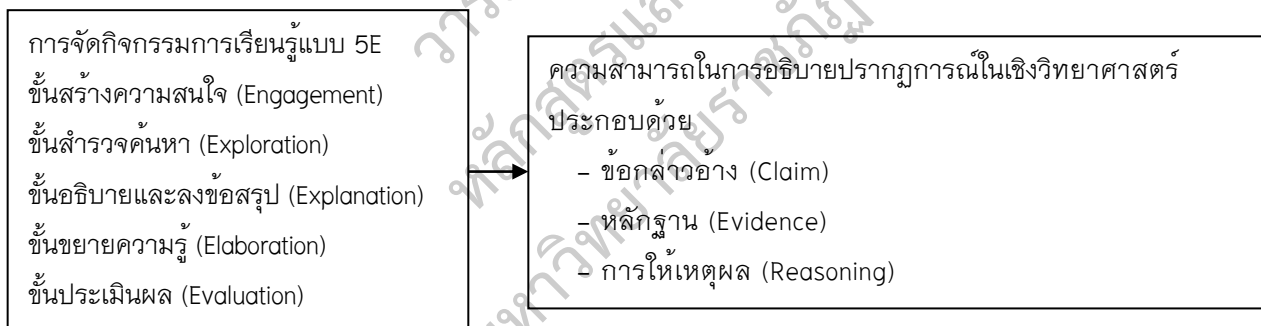
ในเชิงพัฒนาการตามแนวคิดของ Inhelder & Piaget (1958, p. 341) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเริ่มก้าวเข้าสู่ช่วงของการคิดเชิงนามธรรม แต่ยังต้องการโครงสร้างช่วยคิดในการเชื่อมโยงข้อมูล เหตุผล และหลักฐานอย่างเป็นระบบ ดังนั้นระดับขั้นนี้จึงเป็นช่วงสำคัญสำหรับการพัฒนาการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะผ่านกรอบ Claim–Evidence–Reasoning (CER) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบออกเป็น ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) และได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill, & Krajcik, 2008, p. 54)

เครื่องมือที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กรอบการประเมิน Claim–Evidence–Reasoning (CER) ซึ่งจำแนกองค์ประกอบหลักของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นสามส่วน ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือคำตอบหรือข้อสรุปที่ตอบคำถาม

หรืออธิบายปรากฏการณ์ 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) เหตุผล (Reasoning) คือ คำอธิบายที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill, & Krajcik, 2012, pp. 20–21; Sampson & Clark, 2008, p. 448) การใช้กรอบ CER ในการประเมินจะช่วยให้ผู้สอนและนักเรียนเห็นองค์ประกอบที่สำคัญของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์และสามารถระบุจุดที่ต้องพัฒนาได้อย่างเฉพาะเจาะจง และงานวิจัยจำนวนมากชี้ว่า การจัดการเรียนรู้และการประเมินโดยใช้กรอบ CER ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล และทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปเชิงประจักษ์กับข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (McNeill, & Krajcik, 2008, p. 55; Sampson, Grooms, & Walker, 2013, p. 622)

ในบริบทของประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1–2) อย่างไรก็ตาม

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพประกอบ กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มุ่งศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป่าตอลบ้านธิพิทยา จังหวัดลำพูน โดยใช้กรอบแนวคิด CER เป็นฐานในการประเมินความสามารถของผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนป่าตอลบ้านธิพิทยา จังหวัดลำพูน จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 38 คน กลุ่มผู้เรียนทั้งหมดไม่เคยผ่านการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบ CER มาก่อนในภาคเรียนที่ 2

ก็ตาม งานศึกษาของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563, หน้า 3) ระบุว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังคงมุ่งถ่ายทอดความรู้มากกว่าการส่งเสริมการอธิบายเชิงเหตุผล ทำให้นักเรียนขาดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริง

จากประเด็นดังกล่าว งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กรอบ CER เพื่อให้ได้ข้อสรุปเชิงประจักษ์สำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้เหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของผู้เรียนไทยอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป่าตอลบ้านธิพิทยา จังหวัดลำพูน ผ่านการประเมินตามกรอบ CER

ปีการศึกษา 2567 อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในบางบทเรียน ซึ่งช่วยให้มีพื้นฐานด้านการตั้งคำถาม การสำรวจ และการสร้างความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ได้รับการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายตามโครงสร้าง CER อย่างเป็นระบบ การเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคำนึงถึงความพร้อมและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) ซึ่งออกแบบให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายตามองค์ประกอบของ CER ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล แบบวัด ประกอบด้วย สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ 1) การถ่ายโอนความร้อน 2) แรงเสียดทาน และ 3) ความชื้น ในแต่ละ

สถานการณ์นั้น จะมีคำถามจำนวน 2 ข้อ รวมทั้งสิ้น 6 ข้อคำถาม โดยผู้เรียนต้องระบุข้อกล่าวอ้าง อธิบายหลักฐานที่ใช้สนับสนุน และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบคำอธิบายของตนเอง การให้คะแนนพิจารณาตามระดับความสมบูรณ์ขององค์ประกอบ CER โดยกำหนดคะแนน 0-2 คะแนน ตามเกณฑ์ที่ปรับจาก McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006, p. 189) ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง การยืนยันหรือลงข้อสรุปในการตอบคำถาม	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง	สร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	สร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง และสมบูรณ์
หลักฐาน ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อมูลนั้นจำเป็นต้องถูกต้องและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ไม่แสดงหลักฐานหรือกำหนดหลักฐานไม่เหมาะสม (หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง)	แสดงหลักฐานที่เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานที่เหมาะสม และเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล คำอธิบายที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน แสดงเหตุผลว่าหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้นใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ	ไม่แสดงการให้เหตุผลหรือแสดงการให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	แสดงการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเข้ากับหลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่มีเพียงพอ	แสดงการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเข้ากับหลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอและเหมาะสม

ที่มา : McNeil, Lizotte, Krajcik & Mark (2006, p. 189)

ผู้วิจัยกำหนดรูบริกส์ให้คะแนนระดับเป็น 0, 1 และ 2 คะแนน และแบ่งระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 ระดับ โดยพิจารณาจากคะแนนรวม โดยกำหนดช่วงคะแนนรวมและระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ระดับความสามารถควรปรับปรุง มีคะแนนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (ช่วงคะแนน 0.00-8.99)
2. ระดับความสามารถพอใช้ มีช่วงคะแนนตั้งแต่ครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มแต่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม (ช่วงคะแนน 9.00-13.49)
3. ระดับความสามารถดี มีช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มขึ้นไป (ช่วงคะแนน 13.50-18.00) ตัวอย่างรูบริกส์การให้คะแนน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามสถานการณ์) การให้เหตุผล (การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์)	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ตัวอย่าง - ถนนที่ไม่ได้ทาสีแดงไม่ได้การยึดเกาะถนนได้จริง	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือเพียงพอ ตัวอย่าง - ถนนที่ทาสีแดงช่วยการยึดเกาะได้จริง เพราะมีแรงต้าน - เพิ่มการยึดเกาะได้จริง เพราะแรงเสียดทานมาก	เขียนข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและสมบูรณ์ ตัวอย่าง - ถนนที่ทาสีแดงช่วยการยึดเกาะถนนได้จริง เพราะขนาดของแรงเสียดทานบนพื้นถนนที่ทาสีแดงมีขนาดมากกว่าพื้นถนนที่ไม่ได้ทาสีแดง แรงเสียดทานที่มากจะต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุไป ดังนั้น พื้นถนนที่ทาสีแดงมีแรงเสียดทานที่มากกว่าพื้นถนนที่ไม่ได้ทาสีแดง จึงช่วยให้รถเคลื่อนที่ได้เข้ายึดเกาะถนนได้ดี
หลักฐาน คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ไม่แสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่เหมาะสม (หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) ตัวอย่าง - ถนนขรุขระ - ทาสีกับไม่ทาสี (ต้องสอบถามนักเรียนเพิ่มเติม)	แสดงหลักฐานเหมาะสมแต่ไม่เพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือมีหลักฐานที่ไม่เหมาะสม ตัวอย่าง - ดูจากแรงเสียดทานของพื้นถนน	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างตัวอย่าง - จากตารางการทดสอบหาค่าแรงเสียดทานของพื้นถนน เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ทาสีแดงและไม่ได้ทาสีแดง พื้นถนนที่ทาสีแดงมีแรงเสียดทานมากกว่าพื้นที่ไม่ได้ทาสีแดง

นำแบบวัดที่สร้างขึ้นทั้ง 3 สถานการณ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญจากคณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และคุณครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม โดยประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาระหว่างรายละเอียดของสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นและองค์ประกอบของคำตอบ พบว่า ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และแบบวัดฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้ 1) ค่าความยากง่าย (p) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.30–0.61 2) อำนาจจำแนกของแต่ละข้อ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.38–0.58 และ 3) ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฉบับนี้ มีค่าเท่ากับ 0.82 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดีเหมาะสมสำหรับใช้เก็บข้อมูลจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการในเดือนมีนาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับจุดประสงค์ในการทำแบบทดสอบ และอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบให้นักเรียนแจ้งว่าการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์นี้ เป็นแบบวัดแบบอัตนัยทั้งหมด จำนวน 3 ข้อ

โดยแต่ละข้อจะประกอบไปด้วยข้อคำถามย่อย จำนวน 2 ข้อ โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างละเอียด จากนั้นจึงตอบข้อคำถามย่อยในแต่ละสถานการณ์ โดยเขียนคำตอบ ระบุหลักฐาน และให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของนักเรียนให้ถูกต้องและครบถ้วนมากที่สุด

2. ดำเนินการทดสอบแบบวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สถานการณ์ โดยข้อคำถามเป็นแบบอัตนัย และกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที ต่อ 1 สถานการณ์ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 45 นาที ลำดับการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ สถานการณ์ 1) การถ่ายโอนความร้อน 2) แรงเสียดทาน และ 3) ความชื้น

3. ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ CER โดยพิจารณาความถูกต้องและระดับความสมบูรณ์ของข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายระดับความสามารถของผู้เรียนทั้งในภาพรวมและจำแนกตามองค์ประกอบ CER

2. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ใช้วิเคราะห์ลักษณะคำตอบของผู้เรียนตามเกณฑ์ CER เพื่ออธิบายรูปแบบความถูกต้องและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในคำอธิบายแต่ละองค์ประกอบผลการวิเคราะห์ทั้งสองส่วนถูกนำไปใช้เพื่อสรุปแนวโน้ม จุดแข็ง และจุดที่ควรพัฒนาของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้นำเสนอออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) ระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายองค์ประกอบตามกรอบ CER 2) การวิเคราะห์จำแนกตามสถานการณ์ และ 3) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของลักษณะคำตอบของผู้เรียนในแต่ละสถานการณ์ ดังนี้

1. ระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวม

ผลการวิเคราะห์คะแนนรวมของความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 38 คน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 คะแนนเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (n=38)

องค์ประกอบ	M	S.D.	จำนวนนักเรียน (คน)/(ร้อยละ)		
			ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
ข้อกล่าวอ้าง	2.63	1.68	4 (ร้อยละ 10.53)	9 (ร้อยละ 23.68)	25 (ร้อยละ 65.79)
หลักฐาน	1.66	1.68	2 (ร้อยละ 5.26)	9 (ร้อยละ 23.68)	27 (ร้อยละ 71.05)
การให้เหตุผล	1.37	1.22	1 (ร้อยละ 2.63)	4 (ร้อยละ 10.53)	33 (ร้อยละ 86.84)
รวม 3 องค์ประกอบ	5.66	3.77	2 (ร้อยละ 5.26)	3 (ร้อยละ 7.89)	33 (ร้อยละ 86.84)

จากตาราง 3 พบว่า ภาพรวมนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 5.66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในระดับควรปรับปรุง เมื่อจำแนกตามระดับความสามารถ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 33 คน (ร้อยละ 86.84) อยู่ในระดับควรปรับปรุง รองลงมา คือ ระดับดี จำนวน 2 คน (ร้อยละ 5.26) และมีเพียง 3 คน (ร้อยละ 7.89) ที่อยู่ในระดับพอใช้ ผลดังกล่าวสะท้อนว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างครบถ้วนตามองค์ประกอบของ CER

เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบตามกรอบ CER พบว่านักเรียนมีจุดอ่อนมากที่สุดในการให้เหตุผล ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.37 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน รองลงมา คือ หลักฐาน ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.66 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน

และข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.63 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน ตามลำดับ ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าแม้นักเรียนสามารถระบุคำตอบหรือข้อสรุปของสถานการณ์ได้ แต่ยังขาดทักษะในการเลือกและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ตลอดจนการเชื่อมโยงหลักฐานกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างเหตุผลประกอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์

2. ผลการวิเคราะห์จำแนกตามสถานการณ์

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละสถานการณ์ พบความแตกต่างของระดับความสามารถ ดังนี้

2.1 สถานการณ์เรื่องแรงเสียดทาน มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด (M = 3.13) และมีนักเรียนร้อยละ 26.32 อยู่ในระดับดี

2.2 สถานการณ์เรื่องการถ่ายโอนความร้อน มีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา ($M = 1.63$) และมีนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 63.16) อยู่ในระดับควรปรับปรุง

2.3 สถานการณ์เรื่องความชื้น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด ($M = 0.90$) และมีนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86.84) อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ผลนี้บ่งชี้ว่าสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมและใกล้เคียงกับประสบการณ์ของผู้เรียน เช่น แรงเสียดทาน ช่วยให้ผู้เรียนเขียนคำอธิบายได้ดีกว่า ขณะที่สถานการณ์ที่เป็นนามธรรม เช่น ความชื้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มองไม่เห็น เป็นความท้าทายต่อการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ผลการวิเคราะห์ในแต่ละสถานการณ์ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 คะแนนเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สถานการณ์

แบบวัดที่/สถานการณ์	M	$S.D.$	จำนวนนักเรียน (คน) ($n=38$)		
			ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
การถ่ายโอนความร้อน	1.63	1.72	2 (ร้อยละ 5.26)	12 (ร้อยละ 31.58)	24 (ร้อยละ 63.16)
แรงเสียดทาน	3.13	2.08	10 (ร้อยละ 26.32)	14 (ร้อยละ 36.84)	14 (ร้อยละ 36.84)
ความชื้น	0.90	1.54	1 (ร้อยละ 2.63)	4 (ร้อยละ 10.53)	33 (ร้อยละ 86.84)

3. การวิเคราะห์ลักษณะคำตอบของนักเรียน จำแนกตามองค์ประกอบ

จากการวิเคราะห์เนื้อหาของคำตอบนักเรียน สามารถจำแนกลักษณะคำตอบตามองค์ประกอบ CER ได้ดังนี้

3.1 องค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์คำตอบในส่วนของการระบุข้อสรุปหรือคำตอบของสถานการณ์พบลักษณะคำตอบ ดังนี้

1) ลักษณะที่ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ระดับควรปรับปรุง) นักเรียนไม่สามารถระบุคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการวิทยาศาสตร์ได้ หรือระบุคำตอบที่คลาดเคลื่อนจากสถานการณ์

ตัวอย่างสถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน
คำถาม: นักเรียนคิดว่าหากเอานิ้วมือที่จับโดนสิ่งของที่ร้อนแล้วมาจับสิ่งอื่น จะช่วยคลายความร้อนได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 22 “ไม่ได้ เพราะความเย็นของสิ่งอื่นไม่ได้ช่วยดับความร้อนสูง ๆ ได้”

2) ลักษณะที่ 2 คำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (ระดับพอใช้) นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ส่วนขยายความยังไม่ครอบคลุมประเด็นสำคัญ

ตัวอย่างสถานการณ์แรงเสียดทาน คำถาม: นักเรียนคิดว่าการทาสีแดงบนพื้นถนนช่วยให้รถยึดเกาะถนนได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 5 “ได้ เพราะแรงเสียดทานของการทาสีกับไม่ทาสีต่างกัน”

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 1 “ได้ เพราะแรงเสียดทานมากกว่า 10 นิวตัน”

3) ลักษณะที่ 3 คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ (ระดับดี) นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์อย่างชัดเจน

ตัวอย่างสถานการณ์แรงเสียดทาน คำถาม: นักเรียนคิดว่าการทาสีแดงบนพื้นถนนช่วยให้รถยึดเกาะถนนได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 32 “ได้ เพราะจากผลการทดลอง ถนนที่ทาสีแดงกับไม่ทาสีแดง รถที่ถูกเข็นบนถนนที่ทาสีแดงมีแรงเสียดทานมากกว่า”

ผลข้างต้นนี้สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนมากสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้

3.2 องค์ประกอบด้านการระบุหลักฐาน จากการวิเคราะห์คำตอบในส่วนของการระบุข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง พบลักษณะคำตอบดังนี้

1) ลักษณะที่ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง (ระดับควรปรับปรุง) นักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ใช้ความรู้สึกหรือการอ้างอิงแหล่งข้อมูลภายนอกที่เลื่อนลอย

ตัวอย่างสถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน
คำถาม: นักเรียนคิดว่า หลักฐานอะไรบ้างที่มาสสนับสนุนคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 จงอธิบายมาให้ครบถ้วน

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 29 “แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือจากผู้เชี่ยวชาญ”

2) ลักษณะที่ 2 คำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (ระดับพอใช้) นักเรียนยกตัวอย่างข้อมูลมาได้ถูกต้อง แต่ยังเลือกใช้ข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อสรุป

ตัวอย่างสถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน
คำถาม: นักเรียนคิดว่า หลักฐานอะไรบ้างที่มาสสนับสนุนคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 จงอธิบายมาให้ครบถ้วน

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 18 “หลักฐานการทดลองใช้มือจับแก้วน้ำร้อน 5 วินาที แล้วดึงมือออกไปที่ตึงทุก ๆ 2 วินาที เป็นระยะเวลา 10 วินาที”

3) ลักษณะที่ 3 คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ (ระดับดี) นักเรียนสามารถดึงข้อมูลตัวเลขหรือผลการสังเกตจากตารางบันทึกผลมาสสนับสนุนคำตอบได้อย่างชัดเจน

ตัวอย่างสถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน
คำถาม: นักเรียนคิดว่าหลักฐานอะไรบ้างที่มาสสนับสนุนคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 จงอธิบายมาให้ครบถ้วน

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 13 “ดูจากตารางว่าอุณหภูมิของหูกจะเพิ่มขึ้นส่วนอุณหภูมิมีจะค่อย ๆ ลดลง”

ผลข้างต้นนี้สรุปได้ว่า ผู้เรียนจำนวนมากยังไม่สามารถใช้หลักฐานได้อย่างถูกต้องเพียงพอ

3.3 องค์ประกอบด้านการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์คำตอบในส่วนของการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ พบลักษณะคำตอบดังนี้

1) ลักษณะที่ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง (ระดับควรปรับปรุง) นักเรียนให้เหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการจับคู่ข้อมูลที่ผิดพลาด

ตัวอย่างสถานการณ์ความชื้น คำถาม: ถ้านักเรียนเป็นคนที่ออกกำลังกายประจำ ฤดูใดที่นักเรียนออกกำลังกายแล้วรู้สึกเหนียวเหนอะหนะมากที่สุด เพราะเหตุใด

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 14 “ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ทำให้เหนียวที่สุด เพราะอุณหภูมิฤดูร้อนมากที่สุด”

2) ลักษณะที่ 2 คำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (ระดับพอใช้) นักเรียนพยายามเชื่อมโยงเหตุผล แต่ยังขาดการอธิบายกลไกทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนเพียงพอ

ตัวอย่างสถานการณ์ความชื้น คำถาม: ถ้านักเรียนเป็นคนที่ออกกำลังกายประจำ ฤดูใดที่นักเรียนออกกำลังกายแล้วรู้สึกเหนียวเหนอะหนะมากที่สุด เพราะเหตุใด

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 15 “ฤดูฝน เพราะฤดูฝนมีละอองน้ำในอากาศทำให้ตอนวิ่งรู้สึกเหนียวเหนอะหนะ”

3) ลักษณะที่ 3 คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ (ระดับดี) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น แรงเสียดทาน แรงยึดเหนี่ยว เข้ากับข้อกล่าวอ้างได้อย่างสมเหตุสมผล

ตัวอย่างสถานการณ์แรงเสียดทาน คำถาม: นักเรียนคิดว่าการทาสีแดงบนพื้นถนนช่วยให้รถยึดเกาะถนนได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบของนักเรียนหมายเลข 13 “ได้ เพราะการทาสีแดงเพิ่มการยึดติดบนถนน มีแรงยึดเหนี่ยว มีนิวตันที่เยอะกว่า”

ผลข้างต้นนี้สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่ผู้เรียนอ่อนที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนเฉลี่ยระดับต่ำ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป่าตอลบ้านธิพิทยา จำนวน 38 คน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ คือ การถ่ายโอนความร้อน แรงเสียดทาน และความชื้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมนั้น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 5.66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ใน

ระดับควรปรับปรุง ทั้งนี้ เมื่อจำแนกรายบุคคลพบว่านักเรียนร้อยละ 86.84 มีผลการประเมินอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2. ระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบ ตามกรอบแนวคิด CER พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในด้านข้อกล่าวอ้าง สูงที่สุด ($M = 2.63$) รองลงมาคือด้านหลักฐาน ($M = 1.66$) และด้านการให้เหตุผล ($M = 1.37$) ตามลำดับ

3. ระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รายสถานการณ์นั้น นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในสถานการณ์เรื่อง แรงเสียดทาน สูงที่สุด ($M = 3.13$) รองลงมา คือ สถานการณ์เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ($M = 1.63$) และความชื้น ($M = 0.90$) ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป่าตอลบ้านธิพิทยา มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายผลได้ 3 ประเด็น ดังนี้

1. ระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำ สะท้อนลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับก่อนหน้านี้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 86.84 อยู่ในระดับ “ควรปรับปรุง” และมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมเพียง 5.66 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่มีองค์ประกอบครบถ้วนตามกรอบ CER ได้อย่างเป็นระบบ ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับรายงาน PISA 2022 ที่ระบุว่านักเรียนไทยยังมีความอ่อนด้อยด้านการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงและการอธิบายด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (OECD, 2023; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565, หน้า 10; McNeill, & Krajcik (2008, p. 54) อธิบายว่าการที่นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลซึ่งเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้อย่างถูกต้อง มักเกิดจากการที่ผู้เรียนไม่เคยได้รับการสอนหรือฝึกฝนกรอบองค์ประกอบของคำอธิบายอย่าง “ชัดแจ้ง” (Explicit Instruction) หากผู้เรียนเคยชินกับการตอบคำถามแบบสั้นหรือการท่องจำเนื้อหา ย่อมทำให้ไม่เข้าใจความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของ Claim–Evidence–Reasoning ผลจากการศึกษาครั้งนี้ จึงสะท้อนให้เห็นความจำเป็นของการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบเพื่อพัฒนาทักษะดังกล่าวอย่างเป็นระบบ

2. นักเรียนมีข้อจำกัดอย่างชัดเจนด้านการใช้หลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งเป็นหัวใจของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนได้คะแนนด้าน “การให้เหตุผล” ต่ำที่สุด รองลงมาคือ “หลักฐาน” ในขณะที่คะแนนด้าน “ข้อกล่าวอ้าง” สูงกว่าองค์ประกอบอื่น แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนสามารถระบุคำตอบได้ แต่ยังขาดความสามารถในการเลือกหลักฐานที่เหมาะสมและเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับงานของ Sampson & Clark (2008, p. 448) ที่ชี้ว่า นักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจจำกัดเกี่ยวกับบทบาทของหลักฐานในคำอธิบาย และมักใช้ข้อมูลทั่วไปที่ไม่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนด นอกจากนี้ งานของ Zangori & Forbes (2013, p. 985) พบว่า การให้เหตุผลจำเป็นต้องอาศัย “การเชื่อมโยงแบบสามชั้น” คือ ความเข้าใจสถานการณ์ ความเข้าใจหลักการ และความสามารถเชื่อมโยงสองสิ่งเข้าด้วยกัน ซึ่งไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากผู้เรียนไม่ได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง กรณีนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาเชิงคุณภาพของงานวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า ผู้เรียนจำนวนมากใช้เหตุผลจากประสบการณ์ส่วนตัวแทนหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือระบุหลักฐานไม่ครบถ้วน ส่งผลให้คำอธิบายไม่สามารถรองรับข้อกล่าวอ้างได้อย่างเพียงพอ

3. บริบทของสถานการณ์มีผลต่อประสิทธิภาพการสร้างคำอธิบายอย่างชัดเจน เป็นสถานการณ์รูปธรรมและเชื่อมโยงกับประสบการณ์ชีวิตประจำวันของผู้เรียน เช่น การเดินทางมาโรงเรียนด้วยรถจักรยานยนต์ การเดินบนพื้นผิวต่าง ๆ หรือการเห็นสิ่งของเคลื่อนที่ช้าลงจากแรงเสียดทาน ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจบริบทได้ทันทีโดยไม่ต้องสร้างจินตนาการระดับสูง ผลลัพธ์จึงสะท้อนออกมาเป็นคะแนนเฉลี่ยที่สูงที่สุดในสามสถานการณ์ ในทางตรงกันข้าม สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และความชื้น มีระดับความเป็นนามธรรมสูงกว่าและใช้ข้อมูลในลักษณะ กราฟและตัวแปรที่มองไม่เห็นได้โดยตรง เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หรือการรวมตัวของไอน้ำในอากาศ การทำความเข้าใจสถานการณ์ลักษณะนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะการตีความเชิงนามธรรม ความเข้าใจระดับโมเดล และความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลในรูปแบบกราฟเข้ากับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่ผู้เรียนวัยมัธยมศึกษาตอนต้นยังอยู่ในระยะพัฒนา ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Daehler & Folsom (2016, p. 32) ที่อธิบายว่า

ความคุ้นเคยกับสถานการณ์จริงช่วยลดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีพลังงานทางความคิดมากขึ้น ในการสร้างเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในขณะที่สถานการณ์ที่ต้องใช้จินตนาการบนข้อมูลที่เป็นนามธรรม เช่น กราฟ หรือ ปริมาณที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง มักทำให้ผู้เรียนสับสน ไม่สามารถเลือกหลักฐานที่เหมาะสม หรือเชื่อมโยงหลักการ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบเชิงคุณภาพในงานวิจัยครั้งนี้ ผลลัพธ์นี้ยังสอดคล้องกับ สุปราณี บัวล้อมใบ, จินตนา ศิริธัญญารัตน์ และจิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย (2566, หน้า 59) ที่ระบุว่า “ความคุ้นเคยกับบริบท” ส่งผลต่อคุณภาพของคำอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญ โดยสถานการณ์ที่ใกล้เคียงทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เดิมผนวกกับข้อมูลวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ในขณะที่ สถานการณ์นามธรรมจำเป็นต้องมีการจัดโครงสร้างช่วยในการเรียนรู้ (Scaffold) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตีความข้อมูลและ เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างเป็นระบบ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยและข้อจำกัดที่พบ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะเชิงการจัดการเรียนรู้

1. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างคำอธิบาย อย่างชัดเจนตามกรอบ CER โดยใช้การจัดโครงสร้างช่วยในการเรียนรู้ (Scaffold) เช่น คำถามชี้แนะ ตารางช่วยคิด หรือ แบบจำลองคำอธิบาย เพื่อพยุ้งการคิดของผู้เรียนในช่วงเริ่มต้น
2. ควรใช้สถานการณ์จริงหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคย ก่อนค่อย ๆ เพิ่มระดับความเป็นนามธรรม เช่น จากประสบการณ์ใกล้ตัว สู่สถานการณ์ที่ต้องตีความจากกราฟ หรือข้อมูลเชิงตัวเลข และการเปลี่ยนความเป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมสำหรับเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูงนั้น ครูผู้สอนควรใช้สื่อที่ช่วยสร้างจินตภาพ เช่น แบบจำลอง ระดับอนุภาค ประกอบการสอนและการสอบ เพื่อทำหน้าที่ช่วยเหลือให้นักเรียนมองเห็นกลไกที่ซ่อนอยู่

3. ฝึกทักษะการเชื่อมโยงหลักฐานกับหลักการทาง วิทยาศาสตร์ ผ่านแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบคำอธิบาย ตัวอย่างทั้งที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง เพื่อสร้างความเข้าใจโครงสร้างของคำอธิบายที่ดี

ข้อเสนอแนะเชิงหลักสูตรและการประเมิน

1. ควรบูรณาการการประเมินแบบ CER ในรายวิชา วิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับโครงสร้างของคำอธิบาย ไม่ใช่เพียงการวัดครั้งเดียวในปลายภาค
2. ควรพัฒนาเครื่องมือประเมินที่มีหลายระดับ ความยาก ทั้งสถานการณ์รูปธรรมและสถานการณ์ที่ใช้กราฟ หรือข้อมูลเชิงนามธรรม เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทักษะตามสมรรถนะที่ต้องการ
3. ควรสนับสนุนนโยบายระดับโรงเรียนในการพัฒนาครู ให้เข้าใจการจัดโครงสร้างช่วยในการเรียนรู้ (Scaffold) และการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความคุ้นเคย ของผู้เรียนกับสถานการณ์และคุณภาพของคำอธิบาย เพื่อยืนยัน ผลเชิงประจักษ์
2. ควรทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกรอบ CER ที่ออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนในพื้นที่ เนื่องจากผลการวิจัยชี้ว่าผู้เรียนตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริงได้ดีกว่า การวิจัยต่อไปจึงควร มุ่งพัฒนารูปแบบแบบสืบเสาะร่วมกับกรอบ CER ที่พิจารณา ปัจจัยด้านบริบท โรงเรียน ชุมชน และความพร้อมของครู รวมทั้ง จัดโครงสร้างช่วยในการเรียนรู้ (Scaffold) ที่เหมาะสม เพื่อตรวจสอบว่าการออกแบบที่สอดคล้องบริบทจะช่วยส่งเสริม ทักษะการให้เหตุผลของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด
3. ควรศึกษาทักษะการตีความข้อมูลเชิงกราฟของผู้เรียน ในบริบทที่หลากหลาย เนื่องจากเป็นตัวแทนสำคัญต่อการอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เป็นนามธรรม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*.
นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุปราณี บัวล้อมใบ, จินตนา ศิริชัยบุญรัตน์ และจิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2566). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน.
วารสารสังคมศาสตร์วิจัย, 14(1), 48–63. เข้าถึงได้จาก <http://dept.npru.ac.th/jssr/data/files/14.1jssr4.pdf>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *รายงานการติดตามและประเมินผลการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560*. ขอนแก่น: คลังน่านาวิทยุ.
- _____. (2565). *รายงานผลการประเมิน PISA 2022*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Daehler, K. R., & Folsom, J. (2016). *Making sense of science: Supporting teachers of grades 6–12 in developing science literacy*. Saskatchewan, Canada: WestEd Publications Center.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence: An essay on the construction of formal operational structures*. Retrieved from <https://doi.org/10.1037/10034-000>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from <https://doi.org/10.17226/13165>
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191.
Retrieved from https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2008). Scientific explanations: Characterizing and supporting the writing of science explanations in heredity and variation. *Science Education*, 92(1), 53–77. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/sce.20226>
- _____. (2012). *Supporting scientific explanations with evidence-based writing in middle school: CER in action*. London: Pearson Education.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2013). Preservice elementary teachers' rhetorical structures of scientific explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(8), 982–1005. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/tea.21101>
- OECD. (2023). *PISA 2025 science framework*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/c8f6ad8e-en>
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447–472. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/sce.20276>
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2013). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 607–643. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/sce.21060>