วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์

eISSN: 3027-7124

Journal homepage: https://www.tci-thaijo.org/index.php/eduku

การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สุริยะ โสช้าง และ ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล*

ภาควิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ

รับเข้า: 22 ม.ค. 2569

ปรับปรุง: 30 มิ.ย. 2569

ตอบรับ: 16 ก.ค. 2569

เผยแพร่: 31 ส.ค. 2569

คำสำคัญ

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ, ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์,

***ผู้รับผิดชอบบทความ**

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล

อีเมล:

chaninan@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงสำรวจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ นักเรียนกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครราชสีมา จำนวน 82 คน ได้มาจากเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยแบบจำกัดคำตอบ จำนวน 6 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 21.13 คะแนน (SD = 6.51) โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 52.44) รองลงมาคือระดับดีมาก (ร้อยละ 24.39) และระดับควรปรับปรุง (ร้อยละ 23.17) 2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง (M = 9.27, SD = 2.31) รองลงมาคือองค์ประกอบหลักฐาน (M = 8.09, SD = 2.76) และองค์ประกอบการให้เหตุผล (M = 3.80, SD = 2.51) ตามลำดับ 3) ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (r_s =.624 , p <.001) จากการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน และ 4) นักเรียนที่มีความสามารถระดับดีถึงดีมาก ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการทดลอง (ร้อยละ 41.47) เมื่อพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนรายข้อ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างและระบุหลักฐานได้ในระดับดี แต่ยังขาดความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสม

อ้างอิงบทความนี้ (APA 7th Edition):

สุริยะ โสช้าง และ ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล. (2569). การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 41*(2), 181–199.

Journal of Kasetsart Educational Review

eISSN: 3027-7124

Journal homepage: https://www.tci-thaijo.org/index.php/eduku

A Study of Grade 9 Students' Ability to Construct Scientific Explanations on the Topic of Interactions in the Solar System

Suriya Sochang and Chaninan Pruekpramool*

Department of Science Education, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

Article Info.

Article history

Received: 22 Jan. 2026

Revised: 30 Jun. 2026

Accepted: 16 Jul. 2026

Published: 31 Aug. 2026

Keywords

Ability to construct scientific explanation, Interactions in the solar system, Scientific phenomena

***Corresponding author**

Chaninan Pruekpramool

Email:

chaninan@g.swu.ac.th

Abstract

This survey research aimed to investigate students' ability to construct scientific explanations on the topic of interactions in the solar system. The participants were 82 Grade 9 students from a large-sized secondary school under the Secondary Educational Service Area Office, Nakhon Ratchasima Province, selected through purposive sampling. The research instrument was a test of the ability to construct scientific explanations, consisting of six restricted-response subjective items. The results revealed that (1) the mean score of students' ability to construct scientific explanations was 21.13 (*SD* = 6.51), with most students demonstrated a good level of ability (52.44%), followed by a very good level (24.39%) and a need improvement level (23.17%); (2) the highest mean score was found in the claim component (M = 9.27, SD = 2.31), followed by the evidence component (*M* = 8.09, *SD* = 2.76), and the reasoning component (*M* = 3.80, *SD* = 2.51), respectively; (3) students' level of ability to construct scientific explanations were moderately correlated with their science grade point average with a statistically significant at the .01 level (r_s = .624, p <.001), as determined by Spearman's rank correlation coefficient, and 4) most students with good to very good levels had learning experiences through experimental activities (41.47%). Analysis of students' responses at the item level indicated that most students were able to construct claims and identify evidence at a good level but still lacked the ability to provide scientifically accurate and appropriate reasoning.

Cite this article (APA 7th Edition):

Sochang, S., & Pruekpramool, C. (2026). A Study of Grade 9 Students' Ability to Construct Scientific Explanations on the Topic of Interactions in the Solar System. *Journal of Kasetsart Educational Review, 41*(2), 181–199.

บทนำ

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญในการสะท้อนสมรรถนะของผู้เรียนที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (OECD, 2023) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การมีความสามารถดังกล่าวสะท้อนถึงการเรียนรู้เชิงลึกและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ (NRC, 1996) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียน เพราะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำไปสู่การคิดอย่างมีเหตุผลและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (พิริยะ วรรณไทย, 2564; วิชชุตา อ้วนศรีเมือง, 2565; McNeill & Krajcik, 2008)

จากการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักวิจัยด้านการศึกษาได้ให้ความหมายแตกต่างกันออกไป โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนิยามความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสร้างข้อความเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยต้องสอดคล้องกับหลักฐานและมีการให้เหตุผลสนับสนุน (ฉลองวุฒิ จันทร์หอม, 2562; McNeill & Krajcik, 2007) นอกจากนี้เมื่อศึกษาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เสนอโดย McNeill and Krajcik (2008) ที่ประกอบไปด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อความที่เป็นข้อสรุปและเป็นคำตอบของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำลังศึกษาอยู่ 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่ใช้แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งถูกนำไปใช้ในงานวิจัยทั้งในระดับชาติและนานาชาติอย่างแพร่หลาย (สุทธิดา แหวนหล่อ, 2565; BSCS, 2008) โดยพบการศึกษาในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และกลุ่มผู้เรียนที่หลากหลาย

แนวคิดเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ เป็นเนื้อหาสำคัญที่ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต้องเข้าใจและสามารถอธิบายได้ เน้นการใช้แนวคิดเชื่อมโยงระหว่างสาขา ตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ที่มีความต้องการให้นักเรียนบูรณาการความรู้ระหว่างสาขาวิชาเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (จรรยา ดาสา, 2560; NRC, 2012) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ ของนักเรียน พบว่ามีการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา (อิสระพงษ์ อุทุม และคณะ, 2566; Plummer et al., 2013) และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ศศิธร โคตะบิน และคณะ, 2567; Dobaria et al., 2022) แต่ยังไม่ปรากฏผลการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉพาะนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จำเป็นต้องมีความเข้าใจและสามารถอธิบายแนวคิด เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะได้ ซึ่งถือเป็นหนึ่งในคุณภาพของนักเรียนเมื่อจบการศึกษาในระดับชั้นดังกล่าว ก่อนไปสู่การศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (สพฐ., 2560) ส่งผลให้ยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะและระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในช่วงรอยต่อก่อนเข้าสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและผู้เรียนในระดับชั้นดังกล่าว จากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย

พบว่า นักเรียนจำนวนมากสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ได้เพียงระดับบรรยาย แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้หลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบสุริยะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุลีณี พาหุรัตน์ (2565) ที่พบว่านักเรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์และประสบปัญหาในการเชื่อมโยงหลักฐานกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ ภูมิหลังและประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น (Mercer & Dawes, 2014; Wannathai & Pruekpramool, 2024) ในขณะเดียวกัน แนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูมีผลต่อผลการเรียนรู้และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเช่นกัน (Coleman et al., 1997; นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2562) ดังนั้น การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยอาศัยเพียงผลการเรียนจึงไม่เพียงพอ จำเป็นต้องพิจารณาบริบทและประสบการณ์การเรียนรู้ควบคู่กัน เนื่องจากผู้เรียนที่มีผลการเรียนใกล้เคียงกันอาจมีประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากผลสัมฤทธิ์หรือผลการจัดการเรียนรู้เป็นหลัก มีส่วนน้อยที่อธิบายความสามารถดังกล่าวร่วมกับภูมิหลังและประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถแตกต่างกัน การศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้จึงช่วยให้เข้าใจลักษณะและที่มาของความแตกต่างดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบ รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถกับผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากภูมิหลังประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้นอกจากจะเป็นสิ่งสะท้อนถึงความสามารถของนักเรียนยังเป็นการสะท้อนประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมาของนักเรียน โดยผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นดังกล่าวให้สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

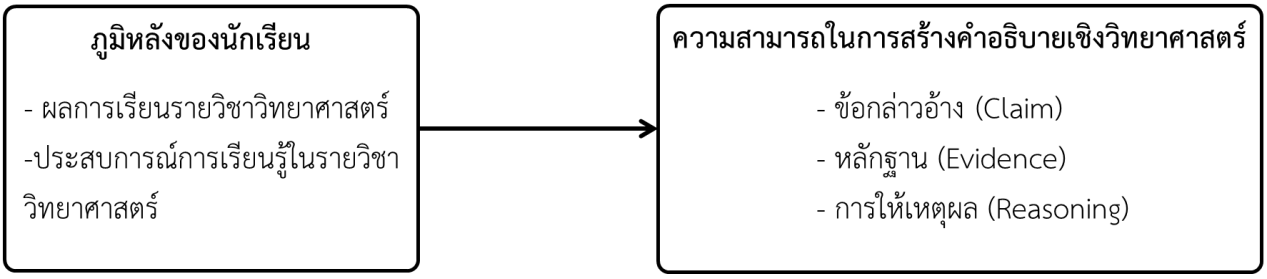
ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทุกห้องเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครราชสีมา จำนวน 82 คน โดยมีวิธีการคัดเลือกจากนักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2567 มีความหลากหลายในด้านผลการเรียนและประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในการสร้างคำอธิบายประกอบการทดลองจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากใบบันทึกกิจกรรม ซึ่งเหมาะสำหรับการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ภูมิหลังและประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีผลต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Mercer & Dawes, 2014; Wannathai & Pruekpramool, 2024) เช่นเดียวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูที่ส่งผล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถดังกล่าว (Coleman et al., 1997) ดังนั้น การประเมินความสามารถดังกล่าวโดยอาศัยเพียงผลการเรียนหรือคะแนนสอบจึงอาจไม่สะท้อนภาพรวมได้อย่างครบถ้วน จำเป็นต้องศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาทั้งระดับความสามารถ ความสัมพันธ์กับผลการเรียนวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้ครอบคลุมทุกปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลจากการวิจัยจะช่วยให้เห็นภาพรวมของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและหาคุณภาพดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดนิยาม โดยงานวิจัยนี้กำหนดนิยามของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานแนวคิดและองค์ประกอบของ McNeill and Krajcik (2008)

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้แบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบอัตนัยแบบจำกัดคำตอบประกอบด้วยข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

3. กำหนดรูปแบบและโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

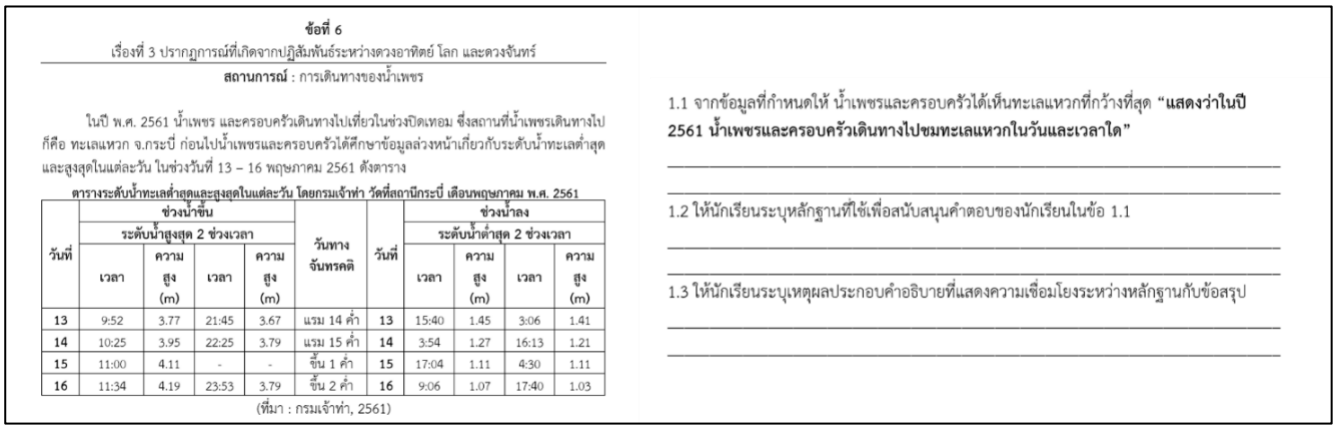
- ส่วนที่ 1 ภูมิหลังของนักเรียน ประกอบด้วยข้อมูลผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ล่าสุดของนักเรียนได้มาจากระเบียนผลการเรียนของโรงเรียน ส่วนข้อมูลประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เก็บรวบรวมจากการสอบถามในแบบวัด โดยนักเรียนเลือกตอบตามประสบการณ์ของตนเองเพียงหนึ่งตัวเลือก

- ส่วนที่ 2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในพื้นที่ที่กำหนดและให้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที ดังภาพที่ 2

4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยปรับตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) แบบรูบริคพร้อมแนวคำตอบที่เฉพาะเจาะจงกับสถานการณ์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (2 คะแนน) พอใช้ (1 คะแนน) และควรปรับปรุง (0 คะแนน) ดังตาราง 1

5. ตรวจสอบหลักฐานด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนนต่อการนำไปใช้ จากผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน พบว่า ทุกข้อคำถามมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 และเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับ มาก ถึง มากที่สุด (M = 4.33 - 5.00)

6. นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะมาแล้ว จากนั้นวิเคราะห์ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ของแต่ละข้อคำถาม (Whitney & Sabers, 1970) พบว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.57-0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.38 และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.71 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ (Cronbach, 1990)



ข้อที่ 6

เรื่องที่ 3 ปรากฏการณ์ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์

สถานการณ์ : การเดินทางของน้ำเพชร

ในปี พ.ศ. 2561 น้ำเพชร และครอบครัวเดินทางไปเที่ยวในช่วงปิดเทอม ซึ่งสถานที่น้ำเพชรเดินทางไปก็คือ ทะเลแหวก จ.กระบี่ ก่อนไปน้ำเพชรและครอบครัวได้ศึกษาข้อมูลล่วงหน้าเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละวัน ในช่วงวันที่ 13 – 16 พฤษภาคม 2561 ดังตาราง

ตารางระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละวัน โดยกรมเจ้าท่า วัดที่สถานีกระบี่ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561

วันที่	ช่วงน้ำขึ้น ระดับน้ำสูงสุด 2 ช่วงเวลา				วันทางจันทรคติ	วันที่	ช่วงน้ำลง ระดับน้ำต่ำสุด 2 ช่วงเวลา			
	เวลา	ความสูง (m)	เวลา	ความสูง (m)			เวลา	ความสูง (m)	เวลา	ความสูง (m)
13	9:52	3.77	21:45	3.67	แรม 14 ค่ำ	13	15:40	1.45	3:06	1.41
14	10:25	3.95	22:25	3.79	แรม 15 ค่ำ	14	3:54	1.27	16:13	1.21
15	11:00	4.11	-	-	ขึ้น 1 ค่ำ	15	17:04	1.11	4:30	1.11
16	11:34	4.19	23:53	3.79	ขึ้น 2 ค่ำ	16	9:06	1.07	17:40	1.03

(ที่มา : กรมเจ้าท่า, 2561)

1.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้ น้ำเพชรและครอบครัวได้เห็นทะเลแหวกที่กว้างที่สุด **"แสดงว่าในปี 2561 น้ำเพชรและครอบครัวเดินทางไปชมทะเลแหวกในวันและเวลาใด"**

1.2 ให้นักเรียนระบุหลักฐานที่ใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียนในข้อ 1.1

1.3 ให้นักเรียนระบุเหตุผลประกอบคำอธิบายที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 เกณฑ์และตัวอย่างการให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (2 คะแนน)	ดี (1 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0 คะแนน)
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	สร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ *แนวคำตอบ*: น้ำเพชรและครอบครัวไปชมทะเลแหวกที่กว้างที่สุดในวันที่ 16 พ.ค. 2561 และเวลา 17.40 น.	สร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ *แนวคำตอบ*: น้ำเพชรและครอบครัวไปชมทะเลแหวกที่กว้างที่สุดในวันที่ 16 พ.ค. 2561 หรือเวลา 17.40 น. (ตอบถูกเพียงประเด็นเดียว)	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือสร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
หลักฐาน (Evidence)	ระบุหลักฐานที่ถูกต้องและเหมาะสม *แนวคำตอบ*: ระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละวัน	ระบุหลักฐานที่ถูกต้องและเหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ *แนวคำตอบ*: ระดับน้ำทะเลต่ำสุด หรือตารางระดับน้ำทะเลสูงสุดในแต่ละวัน (ตอบเพียงประเด็นเดียว)	ไม่สามารถระบุหลักฐานที่เหมาะสมได้หรือไม่ตอบ
การให้เหตุผล (Reasoning)	ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและครบถ้วน *แนวคำตอบ*: เพราะถ้าต้องการชมทะเลแหวกที่กว้างที่สุด ควรเป็นวันที่ระดับน้ำต่ำสุด โดยวันที่ 16 เวลา 17.40 น.ระดับน้ำต่ำสุดโดยมีความสูงเพียง 1.03 เมตร	ระบุเหตุผลได้เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน *แนวคำตอบ*: เพราะถ้าต้องการชมทะเลแหวกที่กว้างที่สุดควรเป็นวันที่ระดับน้ำต่ำสุด โดยไม่ระบุความสูงของระดับน้ำ	ไม่สามารถระบุเหตุผลได้หรือเหตุผลที่ระบุไม่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป

ตารางที่ 2 เกณฑ์ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมและองค์ประกอบ

คะแนนรวม	คะแนนแต่ละองค์ประกอบ	ระดับความสามารถ
27.00 - 36.00	9.00 – 12.00	ความสามารถในระดับดีมาก
18.00 - 26.99	6.00 – 8.99	ความสามารถในระดับดี
0.00 - 17.99	0.00 – 5.99	ความสามารถในระดับควรปรับปรุง

ที่มา : ดัดแปลงจาก McNeill and Krajcik (2008) และกรกนก เลิศเดชาภัทร (2561)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัยอย่างเคร่งครัดก่อนการเก็บข้อมูล โดยจัดทำเอกสารโครงการวิจัยและแบบขออนุญาตเก็บข้อมูลเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล และขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยผู้วิจัยได้รับหนังสืออนุญาตให้ดำเนินการวิจัยภายในสถานศึกษา

2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการขอความยินยอม (Informed consent) จากนักเรียนและผู้ปกครอง โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ การเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการทำแบบวัด การรักษาความลับและการไม่เปิดเผยตัวบุคคล พร้อมทั้งย้ำว่านักเรียนมีสิทธิ์ปฏิเสธหรือยุติการเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเวลาโดยไม่ส่งผลต่อผลการเรียน

3. ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 82 คน ในเดือนมีนาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ในคาบเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคำตอบที่ได้จากแบบวัดมาวิเคราะห์ระดับความสามารถโดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจ โดยมีการพิจารณาร่วมกับนักวิจัยร่วมกรณีที่คำตอบมีความคลุมเคลือตามเกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง 1 เพื่อช่วยลดอคติจากการตีความของผู้วิจัย จากนั้นจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม และแต่ละองค์ประกอบ ดังตาราง 2 รวมถึงใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อศึกษาความสามารถของนักเรียนในภาพรวมและรายองค์ประกอบ

2. นำระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน เพื่อพิจารณาว่าระดับความสามารถมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่

3. นำข้อมูลระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาศึกษาตามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่และร้อยละ เพื่อแสดงถึงความแตกต่างของระดับความสามารถในแต่ละกลุ่มประสบการณ์การเรียนรู้

4. นำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) (Erlingsson & Brysiewicz, 2017) โดยอ่านข้อความ ลงรหัส และจัดกลุ่มรหัส เพื่อจำแนกรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นคัดเลือกตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ (ดีมาก ดี และควรปรับปรุง) เพื่ออธิบายและสนับสนุนผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ผลการวิจัย

จากการศึกษาภูมิหลังและประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก โดยมีนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับ 4.00 จำนวน 25 คน (ร้อยละ 30.49) และระดับ 3.00–3.50 จำนวน 25 คน (ร้อยละ 30.49) รองลงมาคือระดับ 2.00–2.50 จำนวน 25 คน (ร้อยละ 30.49) และระดับ 1.00–1.50 จำนวน 7 คน (ร้อยละ 8.54) สำหรับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เคยเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการทดลอง จำนวน 41 คน (ร้อยละ 50.00) รองลงมาคือ การบรรยาย จำนวน 21 คน (ร้อยละ 25.61) การเรียนรู้ภาคสนาม จำนวน 11 คน (ร้อยละ 13.41) การเรียนรู้นอกสถานที่ จำนวน 9 คน (ร้อยละ 7.32) และการสาธิต จำนวน 3 คน (ร้อยละ 3.66) ผลการวิจัยเสนอเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ

จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 21.13 คะแนน (SD= 6.51) อยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด (M=9.27, SD=2.31) อยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือองค์ประกอบหลักฐาน (M=8.09, SD=2.76) อยู่ในระดับดี และองค์ประกอบการให้เหตุผล (M=3.80, SD=2.51) อยู่ในระดับควรปรับปรุง ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบ

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	*M*	*SD*	ระดับความสามารถ
ข้อกล่าวอ้าง	12.00	12.00	2.00	9.27	2.31	ดีมาก
หลักฐาน	12.00	12.00	1.00	8.09	2.76	ดี
การให้เหตุผล	12.00	10.00	0.00	3.80	2.51	ควรปรับปรุง
ภาพรวม	36.00	32.00	4.00	21.13	6.51	ดี

นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 52.44) ทั้งนี้ พบนักเรียนที่มีความสามารถครบทุกองค์ประกอบในระดับดีมากเพียง 2 คน (ร้อยละ 2.44) และมีนักเรียน 6 คน (ร้อยละ 7.32) ที่มีความสามารถอยู่ในระดับควรปรับปรุงในทุกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถและรูปแบบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถ	รูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์										
	111	211	221	231	321	322	323	331	332	333	รวม (ร้อยละ)
ดีมาก	-	-	-	-	-	-	2 (2.44)	5 (6.10)	11 (13.41)	2 (2.44)	20 (24.39)
ดี	-	-	3 (3.66)	4 (4.88)	15 (18.29)	1 (1.22)	1 (1.22)	15 (18.29)	4 (4.88)	-	43 (52.44)
ควรปรับปรุง	6 (7.32)	6 (7.32)	6 (7.32)	-	1 (1.22)	-	-	-	-	-	19 (23.17)
รวม (ร้อยละ)	6 (7.32)		19 (23.17)				55 (67.07)			2 (2.44)	82 (100.00)

หมายเหตุ : 1 คือ ระดับความสามารถควรปรับปรุง, 2 คือ ระดับความสามารถดี และ 3 คือ ระดับความสามารถดีมาก โดยรหัสลำดับแรก คือ ข้อกล่าวอ้าง รหัสลำดับที่สอง คือ หลักฐาน และรหัสลำดับที่สาม คือ การให้เหตุผล

เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ตอบในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบจำแนกตามสถานการณ์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ในระดับดีมากจำนวนมากที่สุด 5 จาก 6 สถานการณ์ นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ในระดับดีมากจำนวนมากที่สุด 4 จาก 6 สถานการณ์ และนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลอยู่ในระดับควรปรับปรุงมากที่สุด 3 จาก 6 สถานการณ์ ดังตาราง 5

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามสถานการณ์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง	ข้อกล่าวอ้าง (Claim)			หลักฐาน (Evidence)			การให้เหตุผล (Reasoning)		
	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง
การทดลองของจูดี้	50 (60.98)	22 (26.83)	10 (12.20)	34 (41.46)	40 (48.78)	8 (9.76)	29 (35.37)	29 (35.37)	24 (29.27)
การทดลองกระสุนปืนใหญ่ของนิวตัน	62 (75.61)	10 (12.20)	10 (12.20)	56 (68.29)	8 (9.76)	18 (21.95)	10 (12.20)	39 (47.56)	33 (40.24)
จดหมายจากต่างแดน	55 (67.07)	21 (25.61)	6 (7.32)	39 (47.56)	33 (40.42)	10 (12.20)	11 (13.41)	39 (47.56)	32 (39.02)
น้ำขึ้น – น้ำลง	56 (68.29)	14 (17.07)	12 (14.63)	50 (60.98)	15 (18.29)	17 (20.73)	9 (10.98)	19 (23.17)	54 (65.85)
การเดินทางของน้ำเพชร	65 (79.27)	9 (10.98)	8 (9.76)	44 (53.66)	27 (32.93)	11 (13.41)	3 (3.66)	14 (17.07)	65 (79.27)
ขยะอวกาศ	29 (35.37)	48 (58.54)	5 (6.10)	22 (26.83)	50 (60.98)	10 (12.20)	6 (7.32)	36 (43.90)	40 (48.78)

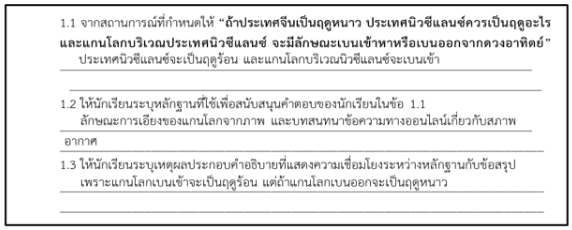
นอกจากนี้เมื่อศึกษาความเชื่อมโยงในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นในแต่ละสถานการณ์ พบว่ามี 4 ลักษณะ คือ

1. คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบมีความเชื่อมโยงกัน ข้อกล่าวที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับหลักฐานที่ระบุ และสามารถใช้เหตุผลประกอบการอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้

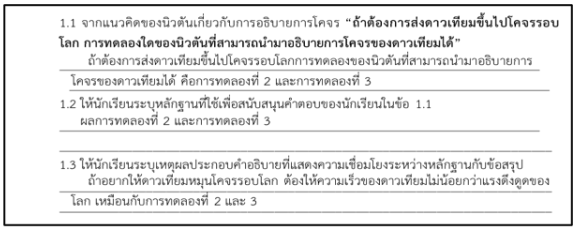
2. องค์ประกอบข้อกล่าวอ้างไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบหลักฐาน นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ไม่ความสอดคล้องกับหลักฐานที่ระบุ หรือไม่ระบุหลักฐานประกอบการสร้างข้อกล่าวอ้าง หรือขาดการนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นอย่างเหมาะสมและเพียงพอ โดยนำมาเพียงแค่หลักฐานชิ้นเดียว

3. องค์ประกอบหลักฐานไม่ชัดเจนและไม่มีความเฉพาะเจาะจง นักเรียนมีการระบุหลักฐานเพียงแค่ชื่อกราฟ หรือชื่อตาราง หรือระบุเพียงแค่ว่านำหลักฐานมาจากตาราง กราฟ หรือภาพการทดลอง

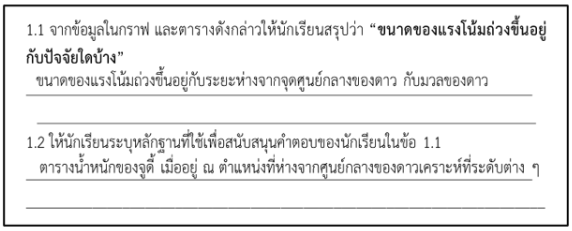
4. องค์ประกอบการให้เหตุผลไม่มีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบหลักฐาน นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่เหตุผลดังกล่าวไม่มีความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์กับหลักฐาน



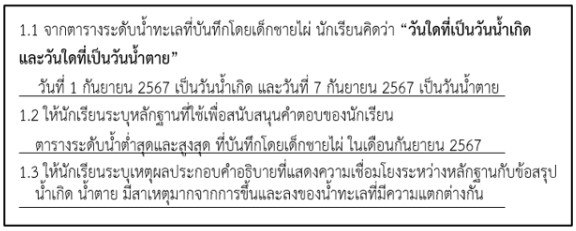
ตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบมีความเชื่อมโยงกัน



ตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่องค์ประกอบข้อกล่าวอ้างไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบหลักฐาน



ตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่องค์ประกอบหลักฐานไม่ชัดเจนและไม่มีความเฉพาะเจาะจง



ตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่องค์ประกอบการให้เหตุผลไม่มีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบหลักฐาน

ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. ความสัมพันธ์ของระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับผลการเรียนวิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (r_s =.624 , df = 80, p <.001) ดังตาราง 6

ตารางที่ 6 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์กับผลการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนวิทยาศาสตร์	ระดับความสามารถ	จำนวน (คน)	ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถกับผลการเรียน (r_s)	df	p
3.00 – 4.00	ดีมาก	19			
	ดี	29			
	ควรปรับปรุง	2			
2.00 - 2.50	ดีมาก	1			
	ดี	13	.624**	80	.000
	ควรปรับปรุง	11			
1.00 - 1.50	ดีมาก	0			
	ดี	1			
	ควรปรับปรุง	6			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการทดลอง (ร้อยละ 41.47) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ที่จำแนกตามระดับความสามารถฯและประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถ	ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน				
	การทดลอง	**ภาคสนาม**	**การบรรยาย**	**การสาธิต**	**นอกสถานที่**
ดีมาก	**10**	4	4	0	2
	(12.20)	(4.88)	(4.88)	(0.00)	(2.44)
ดี	**24**	6	9	1	3
	(29.27)	(7.32)	(10.98)	(1.22)	(3.66)
ควรปรับปรุง	7	1	8	2	1
	(8.54)	(1.22)	(9.76)	(2.44)	(1.22)
รวม	41	11	21	3	6
	(50.00)	(13.14)	(25.61)	(3.66)	(7.32)

อภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ ในภาพรวมอยู่ในระดับดี

องค์ประกอบข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนทำได้ดีที่สุด เนื่องจากเป็นการตอบคำถามที่ตรงไปตรงมา อาศัยความรู้และการสรุปจากเนื้อหาที่เรียนมา จึงไม่มีความซับซ้อนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2008) รองลงมาคือองค์ประกอบหลักฐาน นักเรียนทำได้ในระดับดี แสดงถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการระบุหลักฐานที่ถูกต้อง (ศิรัญญา หิริโอและคณะ, 2563) ในขณะที่องค์ประกอบการให้เหตุผลนักเรียนทำคะแนนได้น้อยที่สุด เนื่องจากต้องอาศัยการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าการจดจำเนื้อหา (McNeill & Krajcik, 2006) ประกอบกับประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของนักเรียนยังไม่เน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังเน้นการบรรยายและคำถามปลายปิด (เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และคณะ, 2563) ส่งผลให้องค์ประกอบการให้เหตุผลอยู่ในระดับควรปรับปรุง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภคพร สุวรรณหงส์ และคณะ (2568) ที่พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างสูงที่สุด รองลงมา คือ หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ

เมื่อพิจารณารูปแบบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับ พบว่ากลุ่มที่อยู่ในระดับดีมากมีรูปแบบรหัส 33x ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลได้อย่างสอดคล้องกันในทุกองค์ประกอบ สอดคล้องกับลักษณะคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบที่ 1 ซึ่งแสดงถึงการมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (จักรพงค์ ปินชัย, 2566) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุว่า *"ประเทศนิวซีแลนด์จะเป็นฤดูร้อน และแกนโลกบริเวณประเทศนิวซีแลนด์จะเบนเข้า"* โดยระบุหลักฐานว่า *"ลักษณะการเอียงของแกนโลกจากภาพ และบทสนทนาหน้าข้อความทางออนไลน์เกี่ยวกับสภาพอากาศ"* และอธิบายว่า *"เพราะแกนโลกเบนเข้าจะเป็นฤดูร้อน แต่ถ้าแกนโลกเบนออกจะเป็นฤดูหนาว"*

ในขณะที่กลุ่มระดับความสามารถดี มีรูปแบบคำตอบประเภท 22x หรือ 32x แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างและระบุหลักฐานได้ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลยังไม่สามารถเชื่อมโยงกับหลักฐานได้อย่างชัดเจน หรือมีความไม่สอดคล้องระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะคำอธิบายแบบที่ 2 ถึง 4 และสอดคล้องกับงานวิจัยของจักรพงค์ ปินชัย (2566) ที่กล่าวว่าทุกองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน โดยเฉพาะองค์ประกอบหลักฐานและการให้เหตุผล หากองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งด้อยลงไป จะส่งผลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุว่า *"วันที่ 1 กันยายน 2567 เป็นวันน้ำเกิด และวันที่ 7 กันยายน 2567 เป็นวันน้ำตาย"* และระบุหลักฐานว่า *"ตารางระดับน้ำต่ำสุดและสูงสุด ที่บันทึกโดยเด็กชายไผ่ ในเดือนกันยายน 2567"* และให้เหตุผลเพียงว่า *"น้ำเกิด น้ำตาย มีสาเหตุมากจากการขึ้นและลงของน้ำทะเลที่มีความแตกต่างกัน"* โดยขาดความเชื่อมโยงระหว่างการให้เหตุผลกับหลักฐาน

นอกจากนี้ กลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับควรปรับปรุงซึ่งมีรูปแบบรหัส 11x หรือ 21x มีข้อจำกัดในการระบุหลักฐานและการให้เหตุผล โดยไม่สามารถอ้างอิงหลักฐานได้อย่างชัดเจน หรือให้เหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างที่ระบุไว้ แสดงถึงการขาดความเข้าใจในโครงสร้างของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นปัญหาและอุปสรรคในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ทิวากร แก่นษา และคณะ, 2564) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุเพียงว่า *"วันที่ 1 กันยายน 2567 เป็นวันน้ำเกิด"* แต่ไม่สามารถระบุหลักฐานจากข้อมูลที่กำหนด และไม่ได้อธิบายเหตุผลว่าตำแหน่งของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์สัมพันธ์กับการเกิดน้ำเกิดอย่างไร

นอกจากความแตกต่างของรูปแบบคำอธิบายในแต่ละระดับความสามารถแล้ว ลักษณะของสถานการณ์ที่ใช้ในแบบวัดยังมีผลต่อความสามารถของนักเรียน โดยพบว่าสถานการณ์ที่มีบริบทใกล้เคียงกันและมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ประกอบ เช่น การทดลองกระสุนปืนใหญ่ของนิวตัน และการเดินทางของน้ำเพชร ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน สะท้อนว่านักเรียนสามารถระบุคำตอบและเลือกใช้หลักฐานได้อย่างเหมาะสม ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ พิริยะ วรรณไทย และชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2564) ที่ระบุว่าแบบวัดที่ดีควรมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ประกอบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ข้อมูลสร้างคำอธิบายได้ แม้ยังมีความรู้พื้นฐานจำกัด ทั้งนี้ นักเรียนที่มีความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้เดิมมีแนวโน้มสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพมากขึ้น นอกจากนี้ สถานการณ์ที่มีบริบทใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันยังส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน (วันเพ็ญ คำเทศ และคณะ, 2563)

ลักษณะของสถานการณ์ดังกล่าวอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แบบวัดมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (0.21–0.38) เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดในการตอบข้อคำถามได้ จึงทำให้คะแนนของผู้เรียนมีความแตกต่างกันไม่มาก ในขณะที่สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนและไม่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น น้ำขึ้น–น้ำลง และขยะอวกาศ พบว่านักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีและควรปรับปรุง โดยเฉพาะในองค์ประกอบการให้เหตุผล สะท้อนถึงความยากในการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาดา ศรีศกุน (2565) ที่ชี้ว่าสถานการณ์ที่เป็นเรื่องไกลตัวและการขาดประสบการณ์ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ในแต่ละองค์ประกอบ

2. ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถเชื่อมโยงหลักฐานกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล (McNeill & Krajcik, 2008) อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Cahyono et al. (2016) และ วรวิทย์ อุทโท (2559) ที่กล่าวว่าผลการเรียนวิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับระดับความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์และอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาดังกล่าวยังมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wannathai and Pruekpramool (2024) ที่พบว่าผู้เรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงมักมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่า เนื่องจากมีพื้นฐานความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้นั้นได้อย่างเหมาะสม

3. นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการทดลอง

ผลดังกล่าวสะท้อนว่าประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติ สังเกตปรากฏการณ์ และรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ช่วยเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิด CER ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ คัทลียา สิงห์วี (2561) ที่เสนอว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถดังกล่าวควรเน้นกระบวนการเรียนรู้และทักษะกระบวนการของนักเรียนเป็นสำคัญ ในขณะเดียวกัน นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง พบว่าได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากการบรรยายในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง สอดคล้องกับแนวคิดของ Amelia et al. (2020) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของครูมีผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีความสามารถอยู่ในระดับดีถึงดีมาก ยังมีผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 3.00–4.00 ซึ่งสะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี ย่อมมีความสามารถในการใช้เหตุผลและอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและมีหลักฐานสนับสนุน (ดาริกา พงษ์เผ่าพงษ์ และคณะ, 2565) เมื่อพิจารณาผลการวิจัยโดยภาพรวม พบว่า การใช้แบบวัด

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยแบบจำกัดคำตอบ ทำให้สามารถอธิบายความสามารถของนักเรียนได้ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยพบว่า แบบวัดช่วยให้เห็นจุดเด่นและข้อจำกัดของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ขณะที่การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าระดับความสามารถดังกล่าวมีความสัมพันธ์ทางบวกระดับปานกลางกับผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลการเรียนเพียงอย่างเดียว เนื่องจากผลการวิจัยยังพบความแตกต่างของประสบการณ์การเรียนรู้ในนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ จึงสะท้อนว่าการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรพิจารณาทั้งผลการเรียนและประสบการณ์การเรียนรู้ควบคู่กัน เพื่อให้เข้าใจความสามารถของนักเรียนได้อย่างรอบด้าน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีพื้นฐานความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพียงพอที่จะระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ยังต้องได้รับการพัฒนาในด้านการให้เหตุผล ดังนั้น ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกสร้างข้อกล่าวอ้าง เลือกใช้หลักฐาน และเชื่อมโยงหลักฐานกับเหตุผลอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งใช้ตัวอย่างคำตอบหรือแบบฝึกตามกรอบแนวคิด CER เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลอย่างชัดเจน

1.2 จากการวิจัยพบว่า ถึงแม้นักเรียนมีระดับความสามารถภาพรวมอยู่ในระดับดีแต่คำตอบของนักเรียนบางส่วนสะท้อนถึงความไม่เข้าใจองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้จึงควรส่งเสริมเข้าใจองค์ประกอบเป็นอันดับแรก

1.3 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการกับกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนเพียงแห่งเดียวและศึกษาเฉพาะเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ การวิจัยครั้งต่อไปควรขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมหลายโรงเรียน ระดับชั้น และเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมบริบทการเรียนรู้ที่หลากหลายยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลการศึกษาพบว่ายังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการใช้กรอบแนวคิดที่ครอบคลุมทั้งสามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบที่สมบูรณ์

2.2 ถึงแม้ผลการเรียนและประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะมีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แต่อาจยังไม่เพียงพอที่จะสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งต่อไป จึงควรศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาความสามารถดังกล่าวที่ครบทุกองค์ประกอบ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรกนก เลิศเดชาภัทร และ ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์. (2561). ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, *46*(2), 1–20.

คัทลียา สิงห์วี. (2561). *แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรรยา ดาสา. (2560). การสืบเสาะวิทยาศาสตร์ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 8*(2), 123-132.

จักรพงศ์ ปินชัย. (2566).*การพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องแก๊ส ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฉลองวุฒิ จันทร์หอม. (2562). *การพัฒนาบทปฏิบัติการเรื่องระบบย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชุลีณี พาหุรัตน์. (2565)**.** การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานของนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 17*(3), 148–157.

ดาริกา พงษ์เผ่าพงษ์, จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, และ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2565). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่องปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสำนักบกจังหวัดชลบุรี. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, *37*(3), 72-88.

ทิวากร แก่นษา, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, และ สุระ วุฒิพรหม. (2564).การสร้างและการใช้เกณฑ์ประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่และแรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, *4*(2), 244–254.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 12*(1), 40–54.

พิริยะ วรรณไทย. (2564). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิริยะ วรรณไทย และ ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล. (2564). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างแบบอัตนัยจำกัดคำตอบและไม่จำกัดคำตอบสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, *12*(2), 103–118.

ภคพร สุวรรณหงษ์, ณวรา สีที, และ พินิจ ขำวงษ์. (2566). การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, *53*(3), 1–18.

วรวิทย์ อุทไท. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังมโนมติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วันเพ็ญ คำเทศ. (2567). การพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 18*(3), 177–198.

วิชชุตา อ้วนศรีเมือง. (2565). *การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนที่เน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศศิธร โคตะบิน และ พัดตาวัน นาใจแก้ว. (2567). สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องทรงกลมฟ้าและปรากฏการณ์ดาราศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 15*(1), 114–132.

ศิรัญญา หิริโอ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ปราโมทย์ ชำนาญปืน, และ ภาธร พงศ์ไพจิตร. (2563, 27 มีนาคม). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การหมุนเวียนสารในร่างกาย ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผ่านอุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่. [การนำเสนอบทความ]. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 21,*ขอนแก่น.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. สำนักพิมพ์พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สุชาดา ศรีศกุน. (2565). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 ในบทเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 13(1),* 29-41.

สุทธิดา แหวนหล่อ. (2565). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และ อภิชาติ สังข์ทอง. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3*(1), 30–40.

อิสระพงษ์ อุทุม, อดุลย์ ศิริเกตุ, และ ตะวัน ไชยวรรณ. (2566). การพัฒนาความสามารถการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องดวงอาทิตย์กับชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 17*(3), 249–259.

Amelia, R., Rofiki, I., Tortop, H. S., & Abah, J. A. (2020). Pre-service teachers' scientific explanation with E-Scaffolding in blended learning. *Journal Ilima Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, *9*(1), 33-40.

BSCS Center for Professional Development. (2008). *How to write a scientific explanation. urban advantage.* fromhttp://www.washingtonesds.org/cms/lib4/WA07001775.

Cahyono, A., Haryanto, S., & Sudarsono, F.X. (2016). Increasing motivation and science learning achievement through the implementation of outdoor cooperative learning model in class VIII SMP 2 Banguntapan academic year 2015/2016. *Journal of Education and Practice*, *7*(26), 21-26.

Coleman, E. B., Brown, A. L., & Rivkin, I. D. (1997). The effect of instructional explanations on learning from scientific texts. *Journal of the Learning Sciences, 6*(4), 347–365.

Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing*. Harper Collins Publishers.

Dobaria, A., Bailey, J. M., Klavon, T. G., & Lombardi, D. (2022). Students' scientific evaluations of astronomical origins. *Astronomy Education Journal*, *2*(1), 1–16.

Mercer, N., & Dawes, L. (2014). The study of talk between teachers and students, from the 1970s until the 2010s. *Oxford Review of Education, 40*(4), 430–445.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. S. (2006). *Supporting students construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds.* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, April 2006.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Inquiry and scientific explanations: helping students use evidence and reasoning. *National Science Teachers Association Press*, -, 121-134.

McNeill, K.L. & Krajcik, J.(2007). Scientific explanations: characterizingand evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(1), 53-78.

National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academic Press

National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas.* Washington, D.C.: The National Academy Press

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *PISA 2025 science framework*. from https://pisa- framework.oecd.org.

Plummer, J. D., Kocareli, A., & Slagle, C. (2014). Learning to explain astronomy across moving frames of reference: exploring the role of classroom and planetarium-based instructional contexts. *International Journal of Science Education*, *36*(7), 1083-1106.

Wannathai, P., & Pruekpramool, C. (2024). Investigating the ability in constructing scientific explanations of Thai grade 10 students: insights from learning achievement, attitude, and school size. *Science Education International*, *35*(2), 143–153.