JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 2 (Jul. – Dec. 2025): 262 - 274
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.21

Research Article in Science Education

Development of Data Management and Scientific Interpretation Skills of Tenth Grade Students in Chemistry Subject through 5D Active Learning Management by Professional Learning Community

Pornpun Sakonthawat[1] and Suwat Pabchanda[2*]

[1]Department of Science and Technology, Huay Luek Phadung Wittaya School, Sikhiu District, Nakhon Ratchasima Province

[2]Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

**Email: suwat.p@nrru.ac.th*

Received <7 July 2025>; Revised <3 October 2025>; Accepted <3 October 2025>

Abstract

This research aimed to develop data management and scientific interpretation skills of tenth grade students in Chemistry through the 5D active learning management (Data search, Data analysis, Data synthesis, Data reflection and Data application) using the professional learning community process. The one group posttest only design was employed in this research. The sample was purposively selected from tenth grade students in the second semester of the 2024 academic year at a secondary school in Nakhon Ratchasima Province. The research instruments consisted of 17 5D active learning plans, worksheets and posttest of data management and scientific interpretation skills. The score data of worksheets and exit-tickets were analyzed by calculating the mean, standard deviation and percentage. The results of the research found that students had group and individual data management skills at an average score of 95.49 and 95.29 percent of the full score, respectively, while scientific interpretation skills had an average score of 94.52 and 90.53 percent of the full score, respectively, which were at a very good level. Learning through the 5D active process in 5 steps effectively promoted students' analytical thinking and scientific reasoning processes. In particular, group activities and participatory assessments facilitated meaningful learning and enabled students to apply their knowledge.

Keywords: Data Management; Scientific Interpretation; Chemistry; Professional Learning Community

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

การพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาเคมีผ่านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D โดยชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

พรพรรณ สกนธวัฒน์[1] และ สุวัฒน์ ผาบจันดา[2*]

[1]กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

**Email: suwat.p@nrru.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาเคมี ผ่านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D (การสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล การสะท้อนข้อมูล และการประยุกต์ใช้ข้อมูล) โดยใช้กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ วิจัยนี้ใช้แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D 17 แผน ใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียนด้านทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลคะแนนใบงานและตั๋วออกวิเคราะห์โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีทักษะการจัดการข้อมูลงานกลุ่มและงานรายบุคคลมีค่าเฉลี่ยคะแนนร้อยละ 95.49 และ 95.29 ของคะแนนเต็ม ขณะที่ทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยคะแนนร้อยละ 94.52 และ 90.53 ของคะแนนเต็ม ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก การเรียนรู้ผ่านกระบวนการเชิงรุก 5D ใน 5 ขั้นตอนมีส่วนส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกิจกรรมกลุ่มและการประเมินแบบมีส่วนร่วม มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้จริง

คำสำคัญ: การจัดการข้อมูล; การแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์; เคมี; ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ในยุคปัจจุบันและอนาคตที่ข้อมูลมีความสำคัญและเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทักษะการจัดการข้อมูล (Data Management Skill) และทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Interpretation Skill) เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการทำงานและใช้ชีวิตในอนาคต นักเรียนควรมีความสามารถในการจัดเก็บ วิเคราะห์ และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ รวมถึงการเรียนรู้ในสาขาวิชาอื่น ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ (STEM) อย่างไรก็ตาม จากรายงานฉบับเต็มผลประเมินการทดสอบ PISA 2022 ของประเทศไทย (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2025) พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน วิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับผลประเมินการทดสอบ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์และการอ่าน มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการประเมินการทดสอบ PISA ของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์และการอ่านมีแนวโน้มลดลง ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ จากผลดังกล่าวแสดงว่านักเรียนในหลายระดับยังขาดทักษะที่เพียงพอในการจัดการข้อมูลและแปลความหมาย โดยเฉพาะในบริบทของสถานการณ์ปัญหาทั้งในชีวิตประจำวันและการทดลองในห้องเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ส่วนหนึ่งไม่มีคุณภาพและไม่เน้นการปฏิบัติจริงที่เชื่อมโยงการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะเหล่านี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น นอกจากนี้การฝึกฝนให้นักเรียนได้ใช้ข้อมูลจริงในการแปลความหมายยังสามารถเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกในด้านวิทยาศาสตร์และเพิ่มทักษะในการวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูล (Data Management Skill) และทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Interpretation Skill) ของนักเรียนกำลังเป็นที่สนใจในวงการศึกษามากขึ้น เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและความสำคัญของสะเต็มศึกษา (STEM education) ที่มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต ในด้านการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูล พบว่าหลายงานวิจัยระบุว่าการจัดการข้อมูลเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ วิธีการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการจัดการข้อมูล เช่น การใช้ตาราง แผนภูมิ และแผนผังเพื่อจัดระเบียบข้อมูลจากการทดลอง การเรียนรู้ผ่านการใช้เทคโนโลยีช่วยเพิ่มความสามารถในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ และการฝึกฝนวิธีการตั้งคำถามและการจัดหมวดหมู่ข้อมูลทำให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและทฤษฎีได้อย่างเป็นระบบ (Hogan and Maglienti, 2001) การแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการทดลองและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกทักษะนี้ผ่านกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Learning) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งและสามารถแปลความหมายของข้อมูลที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในกระบวนการเรียนรู้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ (Furtak and Ruiz-Primo, 2008) การใช้เครื่องมือดิจิทัลในการเรียนการสอน เช่น โปรแกรมสถิติและซอฟต์แวร์จัดการข้อมูล ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนและพัฒนาทักษะการแปลความหมายจากข้อมูลดิบเป็นข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ เครื่องมือเหล่านี้สามารถปรับใช้ในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัจจุบัน (Songer and Linn, 1991) ส่วนบทบาทของครูในกระบวนการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและแปลความหมายของผู้เรียนโดยการสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดการข้อมูลจริงและนำเสนอบทวิเคราะห์จากการเรียนรู้ของตนเอง ครูควรมีความพร้อมในการออกแบบกิจกรรมที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Hands-On Learning) และการเรียนรู้แบบบูรณาการกับเทคโนโลยี (Roth and Roychoudhury, 1993) งานวิจัยหลายชิ้นเกี่ยวกับการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนแสดงข้อมูลผ่านกราฟและการเลือกใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติมีผลสำคัญต่อความแม่นยำในการแปลความหมาย การแปลความหมายของกราฟเป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในวิทยาศาสตร์ การใช้กราฟแท่งช่วยให้นักเรียนแปลความหมายมีความแม่นยำและความเชื่อมั่นสูง (Penny, 2023) ในทางกลับกัน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ เช่น SPSS และ Excel พบข้อผิดพลาดจากปัญหาหลักมาจากขนาดตัวอย่างที่เล็กเกินไปและการใช้การทดสอบทางสถิติที่ไม่เหมาะสม (Masic, Jankovic and Begic, 2019) นอกจากนี้ค่ายวิทยาศาสตร์แบบไม่เป็นทางการสามารถช่วยเพิ่มความสามารถแปลความหมายและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Sawangmek, 2019) ขณะเดียวกันการวิเคราะห์เนื้อหาโดยการใช้ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Xing, Lee and Shiban, 2020)

ในรายวิชาเคมี นักเรียนจำเป็นต้องจัดการข้อมูลที่ซับซ้อนและแปลความหมายที่ถูกต้องทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ ทักษะการจัดการข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญในการรวบรวม วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลเพื่อให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

อย่างลึกซึ้ง รวมถึงการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปจากการทดลองและแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาทักษะเหล่านี้เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการเผชิญกับปัญหาในอนาคตทั้งในระดับการศึกษาขั้นสูงและในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลผลการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา จำนวน 10 คน เป็นนักเรียนหญิง 7 คนและชาย 3 คน ในรายวิชาเคมี ยังขาดทักษะที่เพียงพอในการจัดการข้อมูลและแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้การเรียนรู้ในรายวิชาเคมีไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยเฉพาะปัญหาของนักเรียนด้านการสืบค้นข้อมูลที่ยังได้ข้อมูลไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้อง การจัดการข้อมูลที่สืบค้นยังไม่เป็นระบบ และไม่สามารถแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์เพื่อสรุปความรู้จากข้อมูลที่สืบค้นได้

ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) คือ กลุ่มของครู ผู้บริหาร หรือบุคลากรทางการศึกษาที่ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบและยั่งยืน (Pabchanda, 2024) ผู้วิจัยได้สร้างทีม PLC (Sriwanna and Pabchanda, 2021) และร่วมกันกับสมาชิกในทีมพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ 5D ซึ่งขั้นตอนจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้น แต่ละขั้นส่งผลต่อทักษะของนักเรียน นักเรียนพัฒนาทักษะจัดการข้อมูลเบื้องต้นที่สืบค้นได้ในขั้นสืบค้นข้อมูล และขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนขั้นสังเคราะห์ข้อมูลและขั้นสะท้อนข้อมูลช่วยพัฒนาทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และขั้นสุดท้ายคือ ขั้นประยุกต์ใช้ข้อมูลเป็นการประเมินทักษะการจัดการข้อมูลและทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก 5D ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมที่ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี รวมถึงการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยพัฒนาทักษะดังกล่าวของนักเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานการวิจัยนี้คือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D จะช่วยให้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถจัดการข้อมูลและแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบเชิงทดลอง (Experimental research) โดยใช้แผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดเฉพาะหลังการทดลอง (One group posttest only design)

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยนี้คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา ตำบลบ้านหัน อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน เป็นนักเรียนหญิง 7 คนและชาย 3 คน ที่เรียนรายวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 การแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3 ถึง 4 คน โดยคละเก่ง กลางและอ่อน ตามผลการเรียนของนักเรียนที่ผ่านมา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาเคมี ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D ใบงานฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังเรียนแบบตั๋วออก (Exit-ticket) เครื่องมือทั้ง 3 ประเภทได้ริเริ่มพัฒนาโดยใช้กิจกรรมประชุมวิพากษ์แผนจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) (Sriwanna and Pabchanda, 2021) รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D เพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ 2 หน่วย ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโมลและสูตรเคมี (แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน: แผนที่ 1 มวลอะตอม แผนที่ 2 มวลอะตอมเฉลี่ย แผนที่ 3 โมลต่ออนุภาค แผนที่ 4 มวลต่อโมล แผนที่ 5 โมลต่อมวล แผน

ที่ 6 โมลต่อปริมาตรแก๊ส แผนที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างโมล แผนที่ 8 กฎสัดส่วนคงที่ แผนที่ 9 ร้อยละโดยมวลของธาตุ และแผนที่ 10 สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล) และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารละลาย (แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน: แผนที่ 11 ร้อยละโดยมวล แผนที่ 12 ร้อยละโดยปริมาตร แผนที่ 13 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร แผนที่ 14 ส่วนในล้านส่วน แผนที่ 15 โมลาร์ (Molar) แผนที่ 16 โมแลล (Molal) และแผนที่ 17 เศษส่วนโมล) รวมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้พัฒนาผู้เรียน 17 แผน เวลาจัดการเรียนรู้แผนละ 50 นาที ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D เรื่องโมลาร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างขั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D เรื่องความเข้มข้นสารละลายในหน่วยโมลาร์

ขั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D	สิ่งที่ผู้เรียนปฏิบัติ
1. ขั้นสืบค้นข้อมูล (Data search) (10 นาที)	1.1 ผู้เรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลความเข้มข้นสารละลายในหน่วยโมลาร์ จากแหล่งสืบค้นข้อมูล www.google.com ตามประเด็นคำถามที่กำหนดให้ในใบสืบค้นข้อมูล (5 นาที)
	1.2 ผู้เรียนแต่ละคนเขียนสรุปข้อมูลที่สืบค้นเบื้องต้นลงในใบงานการสืบค้นชุดข้อมูลและส่งในกลุ่ม Facebook ชื่อ Chemistry by kruann (5 นาที)
2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) (10 นาที)	2.1 ผู้เรียนแบ่งกลุ่มละ 4 คน และแบ่งหน้าที่หลักที่รับผิดชอบภายในกลุ่ม ดังนี้ คนที่ 1 ผู้รับส่ง (รับส่งสื่อ) คนที่ 2 ผู้กำกับ (อ่านใบงาน) คนที่ 3 ผู้บันทึก (เขียนใบงาน) และคนที่ 4 ผู้นำเสนอ (พูดนำเสนอ) กรณีกลุ่มมีสมาชิก 3 คน ให้ผู้บันทึกทำหน้าที่ผู้นำเสนอ (1 นาที)
	2.2 ผู้เรียนทำหน้าที่เป็นผู้รับส่งรับใบงานกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลกับครู (1 นาที)
	2.3 ให้แต่ละกลุ่มระดมความคิดวิเคราะห์ข้อมูลที่สืบค้นได้โดยเขียนตอบคำถามตามประเด็นที่กำหนดให้ในใบงานกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูล เสร็จภายใน 8 นาที
3. ขั้นสังเคราะห์ข้อมูล (Data synthesis) (10 นาที)	3.1 ผู้เรียนทำหน้าที่เป็นผู้รับส่งรับใบงานกลุ่มเขียนแผนภาพสรุปความรู้แบบผังงาน (Flowchart) กับครูเพื่อใช้ทำกิจกรรมกลุ่ม (1 นาที)
	3.2 ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มระดมความคิดสังเคราะห์ข้อมูลจากใบงานกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเขียนแผนภาพสรุปความรู้แบบผังงานการเตรียมความเข้มข้นสารละลายในหน่วยโมลาร์ (9 นาที)
4. ขั้นสะท้อนข้อมูล (Data reflection) (10 นาที)	4.1 ผู้เรียนประเมินชิ้นงานแผนภาพสรุปความรู้ของกลุ่มอื่นโดยใช้การเดินชมผลงาน (Gallery walk) แต่ละกลุ่มมีปากกาสีต่างกันและประเมินเพื่อนในกรณีข้อมูลตรงกับกลุ่มตนเองด้วยการเขียนรูปดาว หรือ กรณีข้อมูลไม่ตรงกันให้เขียนรูปหัวใจ เวลาเดินชมผลงาน 2 กลุ่มๆ ละ 3 นาที (6 นาที)
	4.2 แต่ละกลุ่มปรับปรุงชิ้นงานแผนภาพสรุปความรู้ของกลุ่มตนเองจากข้อมูลที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น (4 นาที)
5. ขั้นประยุกต์ใช้ข้อมูล (Data application) (10 นาที)	5.1 ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยเขียนตอบคำถามในตั๋วออกตามประเด็นที่ครูกำหนดให้ลงในตั๋วออก (5 นาที)
	5.2 ผู้เรียนจับคู่และสลับกันตรวจคำตอบของตั๋วออก ตามเกณฑ์ให้คะแนนที่ครูกำหนดให้ (5 นาที)

2) ใบงานสืบค้นข้อมูลใช้ในขั้นที่ 1 สืบค้นข้อมูล เพื่อประเมินระหว่างเรียนด้านทักษะการจัดการข้อมูลผ่านการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล

3) ใบงานกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลใช้ในขั้นที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินระหว่างเรียนด้านทักษะการจัดการข้อมูลผ่านการวิเคราะห์ข้อมูล

4) ใบงานกลุ่มเขียนแผนภาพสรุปความรู้ใช้ในขั้นที่ 3 สังเคราะห์ข้อมูลและขั้นที่ 4 สะท้อนข้อมูล เพื่อประเมินระหว่างเรียนด้านทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์

5) ตั๋วออก (Exit-ticket) ใช้ในขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ข้อมูล เพื่อทดสอบหลังเรียน (Post-test) ประเมินทักษะการจัดการข้อมูลและทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D ใบงาน และแบบทดสอบ พัฒนาโดยประชุมวิพากษ์แผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จัดการเรียนรู้ในกิจกรรมการเปิดชั้นเรียน และปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยประชุมสะท้อนคิดผลการเปิดชั้นเรียนของสมาชิกในทีม PLC (Sriwanna and Pabchanda, 2021) ซึ่งครูต้นแบบทำหน้าที่จัดทำร่างแผนการจัดการเรียนรู้และปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ ครูผู้ร่วมเรียนรู้ ผู้บริหารสถานศึกษา และผู้เชี่ยวชาญ (อาจารย์มหาวิทยาลัย) ให้ข้อคิดเห็นในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เก็บข้อมูลผ่านการร่วมสังเกตการเปิดชั้นเรียนและประชุมสะท้อนผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ใบงานและแบบทดสอบสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป (Pabchanda, 2024) ใบงานและแบบทดสอบของทุกแผนมีค่าเฉลี่ย IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 และระดับความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.60 ถึง 0.80 จากผลการประเมินของสมาชิกในทีมชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ 5 คน (ครูผู้ร่วมเรียนรู้ 3 คน ผู้อำนวยการสถานศึกษา 1 คน และอาจารย์มหาวิทยาลัย 1 คน)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก 5D มุ่งเน้นพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาทางเคมี ได้เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) (Chanchusakun, 2018) ของกิจกรรมกลุ่มใบงานกลุ่มสืบค้นข้อมูล และใบงานกลุ่มแผนภาพสรุปความรู้ หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดำเนินการประเมินผลสรุป (Summative Assessment) ด้านทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยเขียนตอบคำถาม 1 ข้อในตั๋วออก (Sakonthawat and Pabchanda, 2021) การเก็บรวบรวมข้อมูลผลการประเมินด้านการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์ให้คะแนนชิ้นงานใบงานกลุ่มและแบบทดสอบหลังเรียน ตัวอย่างเกณฑ์ให้คะแนนของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโมลาร์ (Molar) ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินด้านการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการให้คะแนนใบงานกลุ่มการสืบค้นข้อมูลและแผนภาพสรุปความรู้เรื่องโมลาร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ (คะแนน)			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การสืบค้นชุดข้อมูล	สืบค้นข้อมูลได้ถูกต้องทุกประเด็น	สืบค้นข้อมูลได้ถูกต้องแต่ผิด 1 ประเด็น	สืบค้นข้อมูลได้ถูกต้องแต่ผิด 2 ประเด็น	สืบค้นข้อมูลได้ถูกต้องแต่ผิด > 2 ประเด็น
2. แผนภาพสรุปการเตรียมสารละลายในหน่วยโมลาร์	แผนภาพสรุปถูกต้อง 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ลำดับขั้นเตรียมสาร 2) ระบุตัวละลาย 3) ระบุความเข้มข้น 4) วิธีคำนวณ	แผนภาพสรุปถูกต้อง 3 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ลำดับขั้นเตรียมสาร 2) ระบุตัวละลาย 3) ระบุความเข้มข้น 4) วิธีคำนวณ	แผนภาพสรุปถูกต้อง 2 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ลำดับขั้นเตรียมสาร 2) ระบุตัวละลาย 3) ระบุความเข้มข้น 4) วิธีคำนวณ	แผนภาพสรุปถูกต้อง 1 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ลำดับขั้นเตรียมสาร 2) ระบุตัวละลาย 3) ระบุความเข้มข้น 4) วิธีคำนวณ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินด้านการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการให้คะแนนแบบทดสอบรายบุคคลแบบเขียนคำตอบในตั๋วออกเรื่องโมลาร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ (คะแนน)			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. การจัดการข้อมูล	คำตอบถูกต้อง 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ตัวแปรที่กำหนดให้ 2) ตัวแปรคำตอบ 3) ค่าและหน่วยของตัวแปรที่กำหนดให้ 4) ค่าและหน่วยของตัวแปรคำตอบ	คำตอบถูกต้อง 3 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ตัวแปรที่กำหนดให้ 2) ตัวแปรคำตอบ 3) ค่าและหน่วยของตัวแปรที่กำหนดให้ 4) ค่าและหน่วยของตัวแปรคำตอบ	คำตอบถูกต้อง 2 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ตัวแปรที่กำหนดให้ 2) ตัวแปรคำตอบ 3) ค่าและหน่วยของตัวแปรที่กำหนดให้ 4) ค่าและหน่วยของตัวแปรคำตอบ	คำตอบถูกต้อง 1 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ตัวแปรที่กำหนดให้ 2) ตัวแปรคำตอบ 3) ค่าและหน่วยของตัวแปรที่กำหนดให้ 4) ค่าและหน่วยของตัวแปรคำตอบ
2. การแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์	วิธีหาคำตอบถูกต้อง 4 ประเด็น ดังนี้ 1) โมลตัวละลาย 2) เปลี่ยนหน่วยปริมาตรสารละลาย 3) โมลตัวละลายในสารละลาย 1 ลิตร 4) ค่าและหน่วยของตัวแปร	วิธีหาคำตอบถูกต้อง 3 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) โมลตัวละลาย 2) เปลี่ยนหน่วยปริมาตรสารละลาย 3) โมลตัวละลายในสารละลาย 1 ลิตร 4) ค่าและหน่วยของตัวแปร	วิธีหาคำตอบถูกต้อง 2 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) โมลตัวละลาย 2) เปลี่ยนหน่วยปริมาตรสารละลาย 3) โมลตัวละลายในสารละลาย 1 ลิตร 4) ค่าและหน่วยของตัวแปร	วิธีหาคำตอบถูกต้อง 1 ใน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) โมลตัวละลาย 2) เปลี่ยนหน่วยปริมาตรสารละลาย 3) โมลตัวละลายในสารละลาย 1 ลิตร 4) ค่าและหน่วยของตัวแปร

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลผลประเมินให้คะแนนชิ้นงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้เกณฑ์ให้คะแนนแบบรูบริค 4 ระดับ ได้แก่ 1, 2, 3 และ 4 คะแนน (ตัวอย่างเกณฑ์ให้คะแนน ดังตารางที่ 2 และ 3) คะแนนที่ประเมินได้ใช้คำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละของคะแนนใบงานสืบค้นข้อมูล (ทดสอบระหว่างเรียนด้านการจัดการ

ข้อมูล) ใบงานกลุ่มแผนภาพสรุปความรู้ (ทดสอบระหว่างเรียนด้านการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์) แบบทดสอบตั๋วออก (ทดสอบหลังเรียนด้านการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์) การแปลผลคะแนนใช้เกณฑ์ร้อยละคะแนนจัดระดับความสามารถด้านทักษะด้านการจัดการข้อมูลและแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (90-100%) ดี (70-90%) พอใช้ (50-70%) และปรับปรุง (≤ 50%) (Jeong, Songer and Lee, 2007)

คำจำกัดความที่ใช้วิจัย

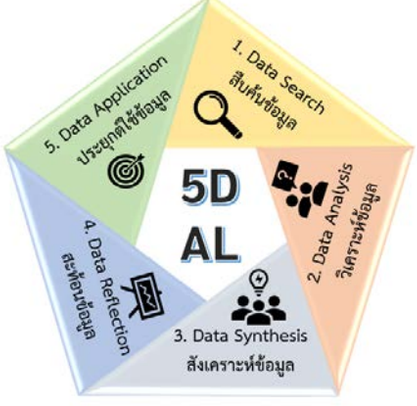
ทักษะการจัดการข้อมูล (Data Management Skills) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวม วิเคราะห์ และใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อตอบสนองต่อปัญหาหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทักษะนี้ครอบคลุมกระบวนการตั้งแต่การเก็บข้อมูล การคัดกรองข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและมีประโยชน์สำหรับการตัดสินใจหรือการแก้ไขปัญหา (Lai and Hsiao, 2014)

ทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Interpretation Skills) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือแหล่งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจถึงความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้นในบริบททางวิทยาศาสตร์ ทักษะนี้ช่วยให้บุคคลสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ กฎธรรมชาติ และทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อสรุปผลลัพธ์หรือตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล (Kanari and Millar, 2004)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D (5D Active Learning Management) หมายถึง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้โดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสืบค้นข้อมูล (Data search) 2) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) 3) ขั้นสังเคราะห์ข้อมูล (Data synthesis) 4) ขั้นสะท้อนข้อมูล (Data reflection) และ 5) ขั้นประยุกต์ใช้ข้อมูล (Data application)

กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D

ทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Interpretation Skill) หรือการตีความหมายข้อมูลเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยวิธีการที่เป็นระบบ โดยสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ 1) การรวบรวมข้อมูล (Data Collection) เป็นขั้นตอนแรกของการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ต้องรวบรวมข้อมูลจากการทดลองหรือการสำรวจโดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเป็นปัจจุบัน (Kampetch, Sriharan and Hirunsathaporn, 2021) 2) การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล (Data Validation) ข้อมูลที่ได้จากการทดลองต้องผ่านการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีข้อผิดพลาด เช่น ข้อผิดพลาดจากการเก็บข้อมูลที่ผิดพลาดหรืออคติของผู้วิจัยเอง (Ramalli *et al*., 2023) 3) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ข้อมูลที่ได้มาจะต้องถูกวิเคราะห์ด้วยการตั้งคำถามและเครื่องมือที่เหมาะสม เช่น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์แนวโน้ม ความสัมพันธ์ และรูปแบบที่เกิดขึ้นจากการจัดการข้อมูล (Hu and Chiu, 2024) 4) และการแปลความหมายข้อมูล (Data Interpretation) (Matzen *et al.,* 2020) การแปลความหมายดำเนินการบนพื้นฐานของสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ และทฤษฎีที่มีอยู่ โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับผลการวิจัยก่อนหน้านี้ เพื่อให้สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้รับสอดคล้องกับความรู้เดิมหรือมีความใหม่อย่างไร (Bowen and Roth, 2005) 5) การนำเสนอผล (Presentation of Results) หลังจากการตีความแล้ว จะนำเสนอผลการวิจัยโดยเขียนรายงานที่ชัดเจน ครบถ้วน และให้รายละเอียดที่เพียงพอสำหรับการประเมินโดยท่านอื่น เช่น การเผยแพร่ผ่านงานประชุมวิชาการ หรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ 6) การทบทวนและวิจารณ์ (Peer Review and Critique) ผลการตีความต้องผ่านการวิจารณ์จากนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น เพื่อมั่นใจว่าขั้นตอนและผลการวิจัยมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ผ่านกระบวนการ Peer Review



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D

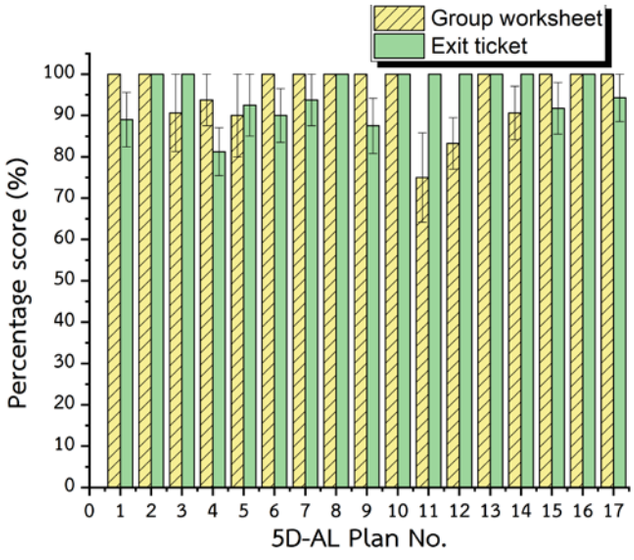
Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

จากแนวคิดการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้นำมาใช้ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D สำหรับส่งเสริมทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสืบค้นข้อมูล (Data search) (Becker, 2003) 2) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) (Hu and Chiu, 2024) 3) ขั้นสังเคราะห์ข้อมูล (Data synthesis) (Pangandaman *et al*., 2025) 4) ขั้นสะท้อนข้อมูล (Data reflection) (Makmun, Khoo and Zakariya, 2020) และ 5) ขั้นประยุกต์ใช้ข้อมูล (Data application) (Lim, 2025) กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D แสดงดังภาพที่ 1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ 5D AL ได้พัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลของนักเรียนในขั้นที่ 1 สืบค้นข้อมูล และขั้นที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล ส่วนทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ได้รับการพัฒนาในขั้นที่ 3 สังเคราะห์ข้อมูล และขั้นที่ 4 สะท้อนข้อมูล สุดท้ายในขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ข้อมูลเป็นการทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล

จากกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D ดังแสดงในภาพที่ 1 เริ่มต้นจัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้สืบค้นข้อมูลตามชุดคำถามที่ครูผู้สอนออกแบบไว้ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดระหว่างทางและปลายทางของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในคาบเรียนนั้น ครูผู้สอนสามารถกำหนดแหล่งสืบค้นข้อมูลโดยใช้หนังสือเรียน ใบความรู้ หรือ โปรแกรมค้นหา (search engine) ในขั้นสืบค้นชุดข้อมูลนี้ควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับชุดคำถามสำหรับการสืบค้นไม่เกิน 5 ประเด็นคำถาม (เวลาสืบค้นที่เหมาะสม 10 - 15 นาที) เมื่อผู้เรียนแต่ละคนสืบค้นคำตอบของแต่ละคำถามได้ครบแล้ว ครูผู้สอนแบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 3 ถึง 4 คน (คละตามเก่ง กลาง อ่อน) และแบ่งหน้าที่หลักนักเรียนแต่ละคน ดังนี้ หน้าที่ 1 รับส่งใบงานและอุปกรณ์การเรียน หน้าที่ 2 อ่านใบงาน หน้าที่ 3 เขียนใบงาน และหน้าที่ 4 พูดนำเสนอข้อมูลใบงาน (กรณีกลุ่มมี 3 คน ให้คนหนึ่งในกลุ่มรับผิดชอบหน้าที่หลักที่ 3 และ 4) เมื่อแบ่งกลุ่มและหน้าที่หลักภายในกลุ่มเสร็จแล้ว ในขั้นที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล กิจกรรมกลุ่มระดมความคิดวิเคราะห์ข้อมูลที่แต่ละคนสืบค้นได้โดยเขียนสรุปคำตอบของกลุ่มลงในใบงานตามชุดคำถามที่ให้สืบค้น คนที่มีหน้าที่อ่านใบงานวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการสอบถามคำตอบของสมาชิกในกลุ่มและคนที่ทำหน้าที่เขียนใบงานช่วยเขียนสรุปคำตอบของกลุ่มตามลำดับคำถามในชุดคำถาม ในขั้นที่ 3 สังเคราะห์ข้อมูล การใช้ข้อสรุปของคำตอบแต่ละคำถามให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดสังเคราะห์ข้อมูลจากคำตอบโดยใช้ใบงานสรุปความรู้ในรูปแบบที่กำหนดให้ เช่น ผังงาน (Flowchart) แผนที่ความคิด (Mind map) แผนภาพเวนน์-ออย์เลอร์ (venn euler diagram) ในขั้นที่ 4 การสะท้อนข้อมูล เป็นการประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) เพื่อผู้เรียนตรวจสอบและปรับปรุงผลการเรียนรู้ของตนเอง (Chanchusakun, 2018) โดยครูสุ่มลำดับกลุ่มผู้เรียนออกมานำเสนอข้อมูลใบงานสรุปความรู้โดยใช้สื่อประกอบการนำเสนอในรูปแบบที่กำหนดให้ และให้เพื่อนกลุ่มอื่นสะท้อนคิดประเมินผลข้อมูลที่ได้รับรู้ ในกรณีจำนวนกลุ่มผู้เรียนมากกว่า 3 กลุ่ม ควรใช้กิจกรรมเดินชมผลงาน (Gallery walk) กลุ่มอื่น 2 กลุ่ม แทนการให้ทุกกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน ขั้นสุดท้าย ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้โดยการประเมินผลสรุป (Summative Assessment) ด้านพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทำแบบประเมินเขียนตอบคำถาม 1 คำถามในตั๋วออกที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดปลายทางตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้จัดการเรียนรู้ในครั้งนั้น ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D เรื่องโมลาร์ แสดงในตารางที่ 1

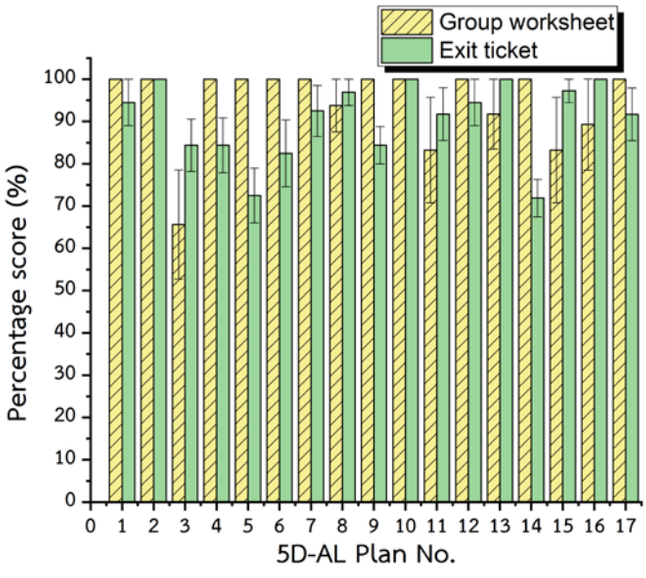
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การประเมินประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D จำนวน 17 แผนจัดการเรียนรู้ ต่อการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ข้อมูลคะแนนประเมินชิ้นงานใบงานกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลที่สืบค้นได้ ใบงานกลุ่มแผนภาพสรุปความรู้ และแบบทดสอบรายบุคคลแบบเขียนตอบคำถามในรูปตั๋วออก เกณฑ์การประเมินให้คะแนนใบงานกลุ่มการสืบค้นชุดข้อมูล (การจัดการข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์) และใบงานกลุ่มแผนภาพสรุปความรู้ (การแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์) ตัวอย่างเกณฑ์ประเมินให้คะแนนแสดงดังตารางที่ 2 ส่วนเกณฑ์การประเมินให้คะแนนการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของตั๋วออก ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินให้คะแนนแบบทดสอบเขียนคำตอบในตั๋วออกเรื่องโมลาร์ แสดงดังตารางที่ 3 ร้อยละคะแนนของใบงานกลุ่มสืบค้นข้อมูล และแบบทดสอบรายบุคคลตั๋วออก เพื่อประเมินความสามารถจัดการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังแสดงในภาพที่ 2 ส่วนร้อยละคะแนนของใบงานกลุ่มแผนภาพสรุปความรู้ และแบบทดสอบรายบุคคลตั๋วออก เพื่อประเมินความสามารถการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กราฟแท่งแสดงร้อยละคะแนนของใบงานกลุ่มสืบค้นข้อมูล (Group worksheet) และแบบทดสอบรายบุคคลตั๋วออก (Exit ticket) เพื่อประเมินความสามารถจัดการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D จำนวน 17 แผน

จากข้อมูลภาพที่ 2 พบว่า แผนที่ 2 8 10 13 และ 16 คะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนได้คะแนนเต็มจากสาเหตุดังต่อไปนี้ แผนที่ 2 มวลอะตอมเฉลี่ย ซึ่งนักเรียนเข้าใจมวลอะตอมที่ได้เรียนมาก่อนในแผนที่ 1 ส่วนแผนที่ 8 กฎสัดส่วนคงที่ ได้คะแนนเต็มเนื่องจากนักเรียนได้ฝึกการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลในแผนที่ 7 ซึ่งมีวิธีการคำนวณใกล้เคียงกัน ส่วนแผนที่ 13 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรได้คะแนนเต็มเพราะนักเรียนมีพื้นฐานแนวคิดการคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลและร้อยละโดยปริมาตรในแผนที่ 11 และ 12 ตามลำดับ ในกรณีแผนที่ 16 เรื่องโมแลล นักเรียนได้เรียนความเข้มข้นโมลาร์ในแผนที่ 15 ทำให้เข้าใจความเข้มข้นในหน่วยโมลตัวละลายต่อปริมาตรของสารละลาย 1 ลิตร ซึ่งโมแลลคำนวณต่างกันเล็กน้อยโดยคิดโมลตัวละลายต่อมวลตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม ในขณะที่แผนที่ 4 มวลต่อโมล มีคะแนนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแผนอื่น ๆ เนื่องจากนักเรียนคำนวณหามวลโมเลกุลไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 3 กราฟแท่งแสดงร้อยละคะแนนของใบงานกลุ่มแผนภาพสรุปความรู้ (Group worksheet) และแบบทดสอบรายบุคคลตั๋วออก (Exit ticket) เพื่อประเมินความสามารถการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D จำนวน 17 แผน

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

จากข้อมูลภาพที่ 3 พบว่า แผนที่ 2 มวลอะตอมเฉลี่ย ได้คะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนได้คะแนนเต็มเพราะใบงานและตั๋วออกกำหนดสูตรหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุจากไอโซโทปช่วยให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิดได้ง่ายและตอบคำถามแบบทดสอบหลังเรียนแบบตั๋วออกที่ให้ตารางข้อมูลมวลอะตอมและร้อยละที่พบในธรรมชาติของแต่ละไอโซโทปช่วยให้นักเรียนคำนวณหาคำตอบมวลอะตอมเฉลี่ยได้ถูกต้อง ส่วนแผนที่ 10 สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลได้คะแนนเต็มเพราะนักเรียนได้แนวคิดการคำนวณในแผนที่ 9 ร้อยละโดยมวลของธาตุ ส่วนแผนที่ 14 ส่วนในล้านส่วน ได้คะแนนหลังเรียนน้อยทั้งที่คะแนนระหว่างเรียนได้คะแนนเต็มเพราะเงื่อนไขของใบงานกลุ่ม (คะแนนระหว่างเรียน) กับแบบทดสอบตั๋วออก (คะแนนหลังเรียน) มีการเปลี่ยนแปลงหน่วยตัวละลายและสารละลายที่แตกต่างกันจากมิลลิกรัมต่อลิตรเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร แผนที่ 3 โมลต่ออนุภาค การแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแผนอื่น ๆ เพราะชิ้นงานกลุ่มของหลายกลุ่มยังติดปัญหาการคำนวณเลขยกกำลังฐานสิบเพื่อหาจำนวนอนุภาคจากเลขอาโวกาโดร

การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) เพื่อการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ช่วยให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้และนำไปปรับปรุงตนเองด้านความสามารถจัดการข้อมูลวิทยาศาสตร์โดยใช้ใบงานกลุ่มการสืบค้นข้อมูล ผลคะแนนประเมินชิ้นงานกลุ่มการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ดังภาพที่ 2) พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนนของทั้ง 17 แผนจัดการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 95.49 $\pm$ 4.97 ของคะแนนเต็ม ซึ่งค่าร้อยละคะแนนสูงกว่าร้อยละ 90 แสดงว่าความสามารถจัดการข้อมูลของงานกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก ส่วนการประเมินผลสรุปการเรียนรู้ (Summative Assessment) หลังเรียนของนักเรียนด้านความสามารถจัดการข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบประเภทเขียนตอบคำถามในตั๋วออก (Sakonthawat and Pabchanda, 2021) จัดการข้อมูลตามโจทย์สถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนน 17 แผนเท่ากับร้อยละ 95.29 $\pm$ 6.39 ของคะแนนเต็ม (แสดงดังภาพที่ 3) ซึ่งค่าร้อยละคะแนนสูงกว่า 90 แสดงว่าความสามารถจัดการข้อมูลรายบุคคลเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก

การประเมินผลระหว่างเรียนรู้เพื่อการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ช่วยให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้และนำไปปรับปรุงตนเองด้านทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ใบงานกลุ่มเขียนแผนภาพสรุปความรู้ ผลคะแนนประเมินชิ้นงานกลุ่มภาพสรุปความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังภาพที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนน 17 แผนจัดการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 94.52 $\pm$ 4.43 ของคะแนนเต็ม ซึ่งค่าร้อยละคะแนนสูงกว่าร้อยละ 90 แสดงว่า ทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของงานกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก ส่วนการประเมินสรุปผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนรายบุคคลด้านทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบประเภทเขียนตอบคำถามในตั๋วออกผ่านการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ด้วยแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบตามโจทย์ที่กำหนดให้ พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนนของ 17 แผนเท่ากับร้อยละ 90.53 $\pm$ 9.10 ของคะแนนเต็ม (แสดงดังภาพที่ 3) ซึ่งค่าร้อยละคะแนนสูงกว่า 90 แสดงว่าทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์รายบุคคลเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก

จากข้อมูลผลการประเมินคะแนนของใบงานกลุ่มและแบบทดสอบตั๋วออกจากภาพที่ 2 และ 3 สรุปเป็นข้อมูลดังตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยด้านการจัดการข้อมูลของใบงานกลุ่มและตั๋วออก (งานรายบุคคล) เท่ากับร้อยละ 95.49 $\pm$ 4.97 และ 95.29 $\pm$ 6.39 ของคะแนนเต็ม ตามลำดับ ส่วนด้านทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของงานกลุ่มและตั๋วออก (งานรายบุคคล) เท่ากับร้อยละ 94.52 $\pm$ 4.43 และ 90.53 $\pm$ 9.10 ตามลำดับ ค่าผลต่างของร้อยละคะแนนใบงานกลุ่มและร้อยละคะแนนตั๋วออกไม่เกินร้อยละ 5 ชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมในแต่ละขั้นตอนจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D ได้แก่ การสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล การสะท้อนข้อมูล และการประยุกต์ใช้ข้อมูล มีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทอย่างแท้จริงในกำกับการเรียนรู้และนำตนเอง ในขั้นสะท้อนข้อมูลช่วยให้ผู้เรียนสามารถได้รับข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) และการประเมินโดยเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเดินชมผลงาน (Gallery Walk) ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก 5D ช่วยพัฒนาด้านการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างดี

ตารางที่ 4 ร้อยละคะแนนการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของใบงานกลุ่ม (N = 3) และตั๋วออกแบบเขียนตอบคำถาม (N = 10)

รายการประเมินผล	ร้อยละของคะแนน		
	ใบงานกลุ่ม	ตั๋วออก	ผลต่าง
การจัดการข้อมูล	95.49 $\pm$ 4.97	95.29 $\pm$ 6.39	0.20
การแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์	94.52 $\pm$ 4.43	90.53 $\pm$ 9.10	3.99

หมายเหตุ: ผลต่างคำนวณได้จากค่าสัมบูรณ์ของผลต่างร้อยละของคะแนนตั๋วออกและร้อยละของคะแนนใบงานกลุ่ม

จากข้อมูลผลการวิจัยในภาพที่ 2 ภาพที่ 3 และตารางที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D มีประสิทธิภาพสูงในการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาเคมี ทั้งในระดับรายกลุ่มและรายบุคคล โดยมีคะแนนเฉลี่ยของใบงานกลุ่มและแบบทดสอบตั๋วออกหลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก (เฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 90) (Jeong, Songer and Lee, 2007) ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ระบุว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการจัดการข้อมูลจะมีความสามารถรวบรวมและจัดระเบียบข้อมูลอย่างเป็นระบบมากขึ้น ส่วนกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ (Xing, Lee and Shiban, 2020) จากกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D แต่ละขั้นตอนส่งผลต่อทักษะของนักเรียนด้านทักษะจัดการข้อมูลเบื้องต้นที่สืบค้นได้ในขั้นสืบค้นข้อมูล และขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนขั้นสังเคราะห์ข้อมูลและขั้นสะท้อนข้อมูลช่วยพัฒนาทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และขั้นสุดท้ายคือ ขั้นประยุกต์ใช้ข้อมูลเป็นการประเมินทักษะการจัดการข้อมูลและทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล

นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อดิจิทัล เช่น การสืบค้นออนไลน์ การส่งงานในกลุ่ม Facebook และการสร้างคลิปวีดิทัศน์รายงานข่าว ยังมีส่วนสนับสนุนให้กระบวนการเรียนรู้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อย่างไรก็ตาม งานวิจัยมีข้อจำกัดด้านขนาดกลุ่มตัวอย่างน้อย (จำนวนนักเรียน 10 คน) เพราะเป็นโรงเรียนขนาดเล็กพิเศษ (Masic, Jankovic and Begic, 2019) ซึ่งอาจส่งผลต่อการประยุกต์ใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและใหญ่ เพราะในห้องเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมากอาจทำให้ครูผู้สอนทำหน้าที่ผู้อำนวยการเรียนรู้ (Facilitator) ในการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เพื่อให้นักเรียนปรับปรุงการเรียนรู้ได้ไม่ทั่วถึง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

งานวิจัยนี้พัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D ที่ผ่านการพัฒนาด้วยกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) จากผลประเมินการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับงานกลุ่มและรายบุคคลผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด รวมทั้งทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D ช่วยพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลและการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยในชั้นเรียนไปประยุกต์ใช้มี 3 ประเด็นสำคัญ ดังนี้ 1) การสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ควรใช้ใบความรู้ที่มีปริมาณเนื้อหาที่เหมาะสม (1 ถึง 2 หน้ากระดาษ A4) เพื่อให้นักเรียนสามารถอ่านและเก็บประเด็นได้ภายในเวลาที่กำหนด 2) กรณีให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศ ครูผู้สอนควรระบุคำสำคัญ (Keyword) หรือ แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้ข้อมูลที่สืบค้นถูกต้อง และ 3) ในกรณีให้นักเรียนบันทึกคลิปวีดิทัศน์สรุปความรู้ที่สังเคราะห์ได้ในรูปแบบรายงานข่าว ควรจัดบริเวณในห้องเรียนที่แยกส่วนเฉพาะเพื่อไม่ให้เกิดเสียงรบกวนระหว่างการบันทึกคลิปวีดิทัศน์ของแต่ละกลุ่ม หรือ ให้นักเรียนหาสถานที่ภายนอกห้องเรียนบริเวณที่ไม่มีเสียงรบกวนและไม่กระทบกับห้องเรียนอื่น

ส่วนข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปมี 3 แนวทาง ดังนี้ 1) การออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัยและน่าสนใจเหมาะสมกับวัยผู้เรียน และ 2) การขยายผลจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก 5D ในรายวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาชีววิทยา วิชาฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมทักษะการจัดการข้อมูลและทักษะการแปลความหมายทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชานั้น ๆ 3) การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก 5D กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีจำนวนต่อห้องมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ (10 คน)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในชั้นเรียนเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของการขยายผลจากการอบรมโครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ภายใต้ความร่วมมือกับคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และโครงการส่งเสริมสนับสนุนวิจัยในชั้นเรียนของโรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยขอขอบคุณทีมชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ได้แก่ ครูผู้ร่วมเรียนรู้ (นายสุพจน์ โตจะโปะ นางสิริพร เพียรปรุ และนางสาวสมควร ฝายสระน้อย) ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา (นายวีระศักดิ์ คำแก้ว) และผู้เชี่ยวชาญ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ผาบจันดา) ที่ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกิจกรรมชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5D ครูผู้สอนขอขอบใจนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา ที่ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ใช้พัฒนาผู้เรียน ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญแนะนำองค์ความรู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้วิจัยและ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

เสนอแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้ สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัยในชั้นเรียนฉบับนี้

จริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยในชั้นเรียนนี้ได้ดำเนินการขอความยินยอมโดยใช้เอกสารของผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person) หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตราย (Beneficence) และหลักความยุติธรรม (Justice) โดยให้นักเรียนและผู้ปกครองนักเรียนรับทราบข้อมูลก่อนการวิจัยในชั้นเรียนและพิจารณาลงนามยินยอมให้นักเรียนเข้าร่วมและเผยแพร่ข้อมูลผลวิจัยในชั้นเรียนเรื่องนี้ตามมาตรฐานการรักษาความลับของงานวิจัย งานวิจัยนี้ไม่มีการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของสถาบัน แต่ยังถือปฏิบัติตามมาตรฐานจริยธรรมอย่างครบถ้วน

References

Becker, N. J. (2003). Google in perspective: Understanding and enhancing student search skills. **New Review of Academic Librarianship**, 9(1), 84-99.

Bowen, G. M. and Roth, W. M. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, 42(10), 1063-1088.

Chanchusakun, S. (2018). Concepts, principles and strategies of assessment for learning (in Thai). **Journal of Educational Measurement Mahasarakham University**, 24(1), 14-18.

Furtak, E. and Ruiz-Primo, M. (2008). Making students' thinking explicit in writing and discussion: An analysis of formative assessment prompts. **Science Education**, 92, 799-824.

Hogan, K. and Maglienti, M. (2001). Comparing epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. **Journal of Research in Science Teaching**, 38, 663-687.

Hu, H. W. and Chiu, C. H. (2024). The effect of using questioning strategies in scientific inquiry videos on elementary Students. **Journal of Science Education and Technology**, 33(6), 835-850.

Jeong, H., Songer, N. and Lee, S. Y. (2007). Evidentiary competence: Sixth graders' understanding for gathering and interpreting evidence in scientific investigations. **Research in Science Education**, 37(1), 75-97.

Kampetch, P., Sriharan, P. and Hirunsathaporn, W. (2021). The importance and techinques of data collection for 21th century researches (in Thai). **Journal of Education Burapha University**, 32(2). 1-12.

Kanari, Z. and Millar, R. (2004). Reasoning from data: How students collect and interpret data in science investigations. **Journal of Research in Science Teaching**, 41(7), 748-769.

Lai, M. K. and Hsiao, S. (2014). Developing data collection and management systems for decision-making: What professional development is required?. **Studies in Educational Evaluation**, 42, 63-70.

Lim, R. R. (2025). Impact of exit tickets on student achievement and learning experience in science. **International Journal for Multidisciplinary Research** 7(1), 1-8.

Makmun, M., Khoo, Y. Y. and Zakariya, Z. (2020). The gallery walk teaching and learning and its potential impact on students' interest and performance. **International Business Education Journal**, 13(1), 17-22.

Masic, I., Jankovic, S. and Begic, E. (2019). PhD students and the most frequent mistakes during data interpretation by statistical analysis software. **Studies in health technology and informatics**, 262, 105-109.

Matzen, L., Divis, K., Haass, M. and Cronin, D. (2020). **Variable Biases: A Study of Scientists' Interpretation of Plot Types Commonly Used in Scientific Communication**. United States: Sandia National Laboratories, University of California, Davis.

Pabchanda, S. (2024). **Best practices of professional learning communities**. Nakhon Ratchasima: Nakhon Ratchasima Rajabhat University.

Pangandaman, H., Datumanong, N., Mukattil, N., Hayudini, M. A., Abdulhan, M., Jilah, A. and Mercado, C. (2025). Effectiveness of mind mapping in the improvement of students academic performance: A systematic. **Review. Cuestiones de Filosofía**, 53, 1363-1375.

Penny, C. (2023). Students' Interpretation of Plot Types Commonly Used in Scientific Communication. **Master's Thesis**, Glasgow: University of Glasgow, Scotland.

Ramalli, E., Dinelli, T., Nobili, A., Stagni, A., Pernici, B. and Faravelli, T. (2023). Automatic validation and analysis of predictive models by means of big data and data science. **Chemical Engineering Journal**, 454, 140-149.

Roth, W. M. and Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. **Journal of Research in Science Teaching**, 30(2), 127-152.

Sakonthawat, P. and Pabchanda, P. (2021). The development of punctuality for eleventh grade students in chemistry with blended learning based on inquiry, social media, exit ticket and scorecard through lesson design by using professional learning community activity (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 4(2), 204-216.

Sawangmek, S. (2019). Promoting interpret data and evidence scientifically competency and attitude toward science through informal science camp. **Proceedings of American Institute of Physics Conference** (pp. 30-37). Maryland: American Institute of Physics.

Songer, N. B. and Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? **Journal of Research in Science Teaching**, 28(9), 761-784.

Sriwanna, K. and Pabchanda, S. (2021). The development of analytical thinking skill and scientific minds in chemistry of tenth grade student by constructivism and collaborative learning (in Thai). J**ournal of Education Khon Kaen University**, 44(2), 97-109.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2025). PISA 2022 full report. Retrieved May 8, 2025, from **Pisathailand**: https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2022-fullreport

Xing, W., Lee, H. S. and Shibani, A. (2020). Identifying patterns in students' scientific argumentation: content analysis through text mining using Latent Dirichlet Allocation. **Educational Technology Research and Development**, 68(5), 2185–2214.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University