

## การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการแบบเปิด

### The Development of 8<sup>th</sup> Grade Students' Mathematically Collaborative Problem Solving by Using Open Approach

อาริยา ศรีนวล<sup>1</sup>, สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย<sup>2</sup>  
Ariya Srinual<sup>1</sup>, Sudatip Hancherngchai<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด วิธีการวิจัยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 41 คน โรงเรียนหงษ์หยกบำรุง จังหวัดภูเก็ต เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผน แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบบันทึกภาคสนาม เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ เทปเสียงและภาพนิ่ง เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1/2565 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โพโตคอลและการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ตามกรอบแนวคิดวิธีการแบบเปิด ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) และกรอบแนวคิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ OECD (2015)

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดจากร้อยละ 33.33 ของวงจรที่ 1 ร้อยละ 77.08 ของวงจรที่ 2 และร้อยละ 91.67 ของวงจรที่ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบรายละเอียดในแต่ละขั้นการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ดังนี้ ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด นักเรียนแบ่งปันข้อมูล ความรู้ เพื่อใช้แก้ปัญหา ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน แต่ละกลุ่มระบุสิ่งที่ต้องทำ กระตุ้นให้เพื่อนร่วมเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่สมเหตุผลผลและยอมรับแนวคิด ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทั้งชั้นเรียน ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย เมื่อมีการปรับแก้จะช่วยกันค้นหาวิธีการอื่น ๆ และปรึกษาเพื่อทำความเข้าใจร่วมกันภายในกลุ่ม และขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน ประเด็นที่ได้เรียนรู้ในคาบจะสรุปแนวคิดจากชั้นเรียน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแนวคิดของตนเองและแนวคิดของเพื่อนที่เกิดขึ้น

**คำสำคัญ :** สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ, นักเรียน, วิธีการแบบเปิด

<sup>1</sup> นักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต อีเมล: s6210357132@pkru.ac.th

<sup>1</sup> Mathematics Student Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, E-mail: s6210357132@pkru.ac.th

<sup>2</sup> อาจารย์ประจำวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต อีเมล: sudatip\_h@pkru.ac.th

<sup>2</sup> Lecturer of Mathematics Department Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, E-mail: sudatip\_h@pkru.ac.th

## Abstract

The research object in this study was developing 8th-grade students' collaborative problem-solving competencies by Open Approach. Action research used as methodology. The target group was 41 persons in 8th-grade students of Hongyokbumroong school, Phuket province. The research instruments consisted of the lesson plans on geometrical transformation, observation form, field notes, semi-structured interviews, video, IC, and camera recorder. Data were collected in the first semester of the 2022 academic year. Data were analyzed by protocol analysis and descriptive analysis following Inprasitha's idea of the Open Approach (2011) and OECD (2015) of collaborative problem-solving competencies.

The results revealed that students' collaborative problem-solving competencies through the Open Approach. It is shown by the improvement of the average of students' scores from 33.33% in the first cycle, 77.08% in the second cycle, and 91.67% in the third cycle respectively. Moreover, in each step of the Open Approach found that; in the first step, presenting the open-ended problem situation, students shared their information and pieces of knowledge to solve the problems. The second step, students' self-learning, including 1) each group of students identifying what they do or selecting the reasonable solving method and 2) students encouraging others to present their ideas and accept their ideas. The third step, the discussion and comparison of students' ideas, including 1) students performing following their plans when they revised the ideas, they worked together for searching another method, and 2) students sharing ideas and consulting with each other for mutual in the group. The fourth step, the summarization through connecting students' ideas that emerged in the classroom, including 1) students concluding the learning points from the other's ideas in the classroom, and 2) students comparing the same or different ideas with friends' ideas.

**Keywords :** Collaborative problem-solving competencies, Students, Open Approach

## 1. บทนำ

ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะด้านความร่วมมือและภาวะผู้นำ เป็นศักยภาพของผู้เรียนที่สอดคล้องกับสถานการณ์ต่างๆ ในศตวรรษที่ 21 (The Secretariat of the Council of Education, 2018) เนื่องจากเป็นที่ตระหนักว่าการทำงานในโลกสมัยใหม่นั้นทักษะเฉพาะส่วนบุคคลไม่เพียงพอ ต้องการทักษะการแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกันหลายฝ่าย การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม (นัตยา หัสมินทร์ และธิตติยา บงกชเพชร, 2565) ศักยภาพของการทำงานเป็นทีมได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและเป็นที่ต้องการในแรงงานหลายทศวรรษที่ผ่านมา ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงแสดงถึงคุณค่าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Fiore et al., 2018; Fiore & Wiltshire, 2016)

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่มีส่วนร่วมในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของบุคคลที่พยายามแก้ปัญหา โดยการแบ่งปัน รวบรวมความรู้ ทักษะ และพยายามเข้าถึงวิธีแก้ปัญหานั้น (O'Neil et al., 2003 cited in Pásztor-Kovács, Pásztor & Molnár, 2021; OECD, 2017) ในปี 2015 องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ประเมินความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยประเทศไทยเข้าร่วมการประเมินดังกล่าวว่านักเรียนไทยมีคะแนน 436 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งเท่ากับ 500 คะแนนอยู่ค่อนข้างมาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยทั่วไป การแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์โลกจริง แก้ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้าง กระตุ้นให้นักเรียนสร้างกลุ่มความรู้ พัฒนาความรับผิดชอบ จัดการตนเองและใช้ทักษะความร่วมมือกัน เพื่อเรียนรู้เป็นสถานการณ์ในโลกจริง (Ouyang, Chen, Cheng, Tang & Su, 2021)

จากการสังเกตการสอนและผลสัมฤทธิ์ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนโรงเรียนห้วยทับบ่ารุง ผู้วิจัยพบว่าสาเหตุหนึ่งของการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ คือ ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจและให้ความสนใจกับบทเรียนได้จากคำอธิบาย เนื่องจากผู้เรียนจะคอยให้ผู้สอนแสดงตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ทำตามและไม่อาจทราบได้ว่าผู้เรียนจะคิดเห็นอย่างไร แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนไม่สามารถศึกษาเรียนรู้ตามลำพังได้อย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อจัดการเรียนการสอนแบบอธิบาย และแสดงผลดังที่ (ยุพิน พิพิธกุล, 2527: 122-123 อังในถึง ยุคลทิพย์ ใจขำ, 2554) ได้กล่าวถึง การสอนแบบอธิบายและแสดงผลว่า เป็นการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้บอกให้ผู้เรียนคิดตาม เมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องใด ก็จะอธิบาย และแสดงผลในขณะและผู้สอนอธิบายนั้น ผู้สอนจะพยายามวิเคราะห์ ชี้แจง ติความให้ผู้เรียนเข้าใจ และผู้สอนจะสรุปด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้ฟังเสียส่วนใหญ่ กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นผู้สอนเป็นสำคัญ ผู้เรียนไม่ค่อยมีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากนัก จึงเป็นการยากที่จะทำให้นักเรียนทุกคนบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดให้

ในฐานะครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ให้ปรากฏในตัวนักเรียน โดยครูต้องพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตัวเอง ฝึกการเผชิญหน้า กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น (วิจารณ์ พานิช, 2557 อังในถึง สุวิมล ภาวัง และสุมาลี ชุกำแพง, 2563) ดังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ส่วนบุคคลของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสามารถในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันและสามารถนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ โดยครูต้องเรียนรู้แนวคิดของนักเรียนอย่างละเอียดและหาวิธีการสนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาตนเองตามกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยใช้สถานการณ์ปัญหา ปลายเปิดเป็นตัวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้เปิดความคิดของตนเอง ทั้งคิดกว้าง คิดหลากหลายและคิดแก้ปัญหา (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2558 อังในถึง ทานตะวัน สีดา, 2563)

ด้วยการสอนวิธีการแบบเปิดผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านตัวสถานการณ์ปัญหาหลายเปิดตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาให้กับผู้เรียนได้แสดงแนวคิดในการค้นหาคำตอบอย่างหลากหลายวิธี โดยครูผู้สอนจะเปลี่ยนหน้าที่เป็นผู้แนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะแสดงแนวคิดต่าง ๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานที่ตนเองมีอยู่ นอกจากนี้ มีการวางแผน การสื่อสารระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดที่หลากหลายและใช้แนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม นำไปสู่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่มีผลต่อการเรียนรู้ ทั้งนี้ สามารถนำผลดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

### 3.1 กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 41 คน โรงเรียนหงษ์หยกบำรุงอำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

### 3.2 การสร้างเครื่องมือและการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของสำนักพิมพ์ TOKYO SHOSEIKI ของประเทศญี่ปุ่นมาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตร จำนวน 9 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อครูพี่เลี้ยง หัวหน้าฝ่ายวิชาการ ผู้บริหารโรงเรียน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการเขียนแผนและประเมินผล จากนั้นปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำและได้รับการพิจารณาเห็นสมควรว่าสามารถนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายได้

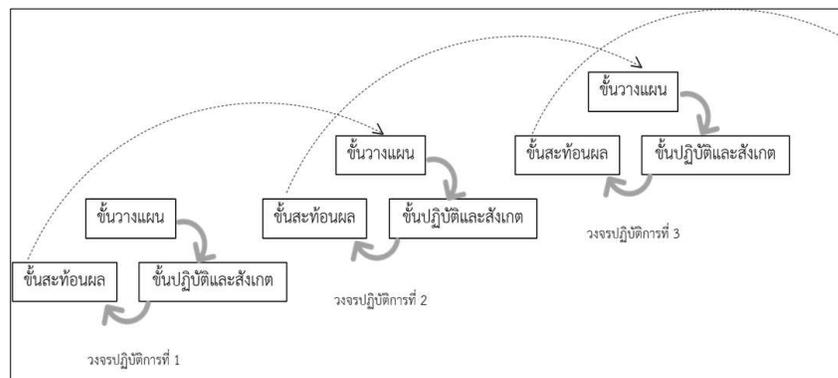
2) แบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารงานวิจัยในการกำหนดกรอบพฤติกรรม เพื่อทำการสังเกตกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ครอบคลุมสมรรถนะหลัก 3 ด้าน คือ 1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 2) การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา 3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม นำเสนอแบบสังเกตต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้แก่ อาจารย์นิเทศก์ ครูพี่เลี้ยง และหัวหน้าฝ่ายวิชาการ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

3) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยดำเนินการกำหนดข้อคำถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้แก่ อาจารย์นิเทศก์ ครูพี่เลี้ยง และหัวหน้าฝ่ายวิชาการ และดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลตามระบบวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร ดังนี้

- 1) **ขั้นวางแผน** ผู้วิจัยดำเนินการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูที่เลี้ยงในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด และร่วมกันวางแผนหลังจากสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงแผนการสอนสู่วงจรปฏิบัติการในครั้งถัดไป
- 2) **ขั้นปฏิบัติและสังเกต** ผู้วิจัยทำหน้าที่สอนและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนลงในแบบสังเกต นักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในฐานะผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่บันทึกวิดีโอทัศนและภาพนิ่งและครูที่เลี้ยงในฐานะผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่สังเกตและบันทึกคำพูดและพฤติกรรมลงในแบบบันทึกภาคสนาม
- 3) **ขั้นสะท้อนผล** ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสะท้อนผลเป็นลำดับแรก หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ตามด้วยทีมผู้สังเกตชั้นเรียน ประกอบด้วย ครูที่เลี้ยงและผู้ช่วยผู้วิจัยตามลำดับ จากนั้นผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลอีกครั้ง เพื่อนำข้อมูลไปวางแผนปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดไปใช้ในวงจรปฏิบัติการครั้งถัดไปจนกว่าจะบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย



ภาพที่ 1 การดำเนินการของวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร

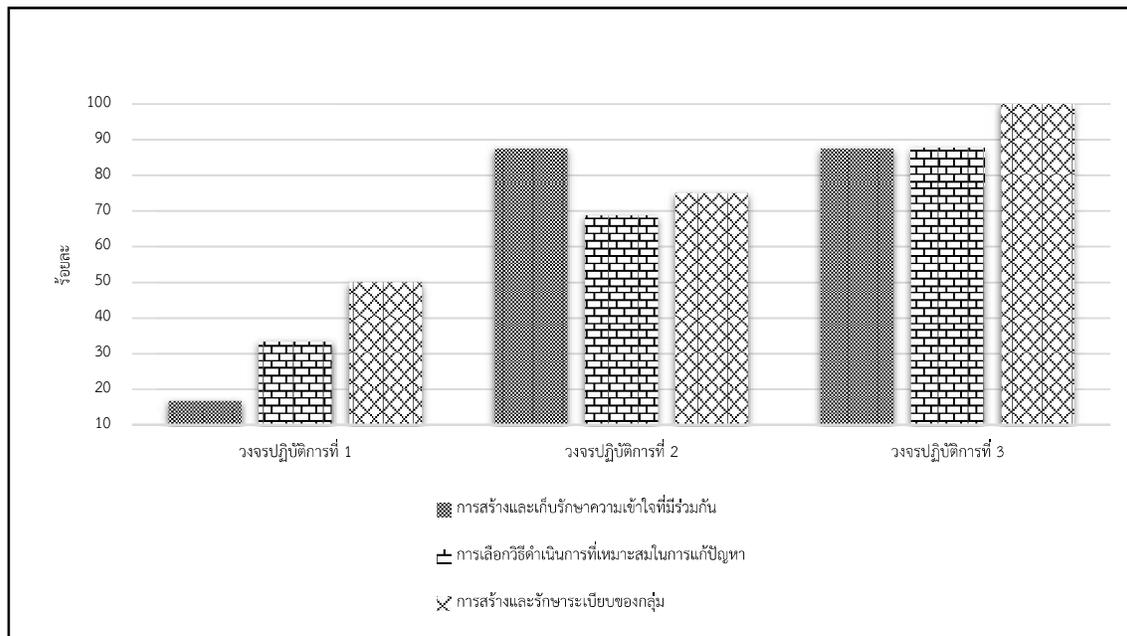
### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลจากการถอดเทปบันทึกเสียงและวิดีโอทัศนในขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติและสังเกต และขั้นสะท้อนผล ข้อมูลจากแบบบันทึกภาคสนามและข้อมูลจากแบบสังเกต ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์วงจรปฏิบัติการ 3 วงจร และวิเคราะห์โพโตคอลในแต่ละขั้นของการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด โดยการบรรยายเชิงวิเคราะห์และใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 4. สรุปผลการวิจัย

### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มขึ้นตามลำดับจากวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 โดยแสดงรายละเอียดได้ดังนี้



### แผนภูมิที่ 1 สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากแผนภูมิที่ 1 พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 หลังจากผู้วิจัยปฏิบัติการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด แผนที่ 1-3 พบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีสมรรถนะหลักไม่ครบทั้ง 3 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด แผนที่ 4-7 พบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนนี้ มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือครบทั้ง 3 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 77.08 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่จะแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือให้มีผลครบทุกด้านของสมรรถนะหลักอย่างคงที่และดียิ่งขึ้น ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-9 พบว่านักเรียนสามารถแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คิดเป็นร้อยละ 91.67 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละชั้นการสอนของวิธีการแบบเปิด

### 4.2.1 ชั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

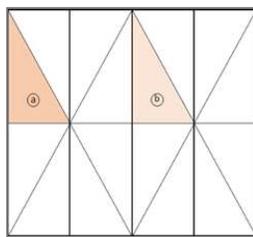
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยครูทบทวนทฤษฎีบทในคาบที่แล้ว และครูได้นำเสนอปัญหาปลายเปิดในคาบนี้ “สถานการณ์ที่ 1 ให้นักเรียนระบายสีรูปสามเหลี่ยมที่เหมือนกับรูป a” “สถานการณ์ที่ 2 สร้างเส้นตรงที่เหมือนกันกับเส้นตรง ab” และ “สถานการณ์ที่ 3 สร้างรูปต้นแบบที่มีระยะห่างจากรูปสามเหลี่ยม ABC ไปทางขวา 7 หน่วย” บนกระดาน นักเรียนรู้สึกถึงความยุ่งยากจากภาพที่กำหนดในแต่ละสถานการณ์ นักเรียนร่วมกันสนทนาภายในกลุ่มและในชั้นเรียน ดังตัวอย่างโพโตคอลต่อไปนี้

S1 : คาบที่แล้วได้หามุมของรูปสามเหลี่ยม

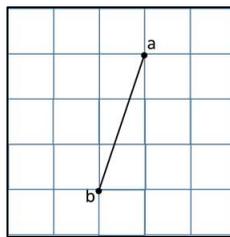
S2 : ได้วิเคราะห์ว่ารูปสามเหลี่ยมเหมือนกันอย่างไร

S3 : ได้เห็นสามเหลี่ยมที่หันหน้าเหมือนกัน

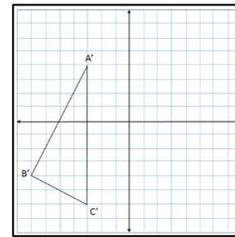
T : (นำเสนอคำสั่งบนกระดาน) สถานการณ์ที่ 1 ระบายสีรูปสามเหลี่ยมที่เหมือนกับรูป A สถานการณ์ที่ 2 สร้างเส้นตรงที่เหมือนกันกับเส้นตรง ab สถานการณ์ที่ 3 สร้างรูปต้นแบบที่มีระยะห่างจากรูปสามเหลี่ยม ABC ไปทางขวา 7 หน่วย



สถานการณ์ที่ 1



สถานการณ์ที่ 2



สถานการณ์ที่ 3

S2 : รูปสามเหลี่ยมเหมือนกันทุกรูปนะ

S1 : ไม่ใช่ทุกรูปนะ วางสลับกันอยู่

จากบทสนทนาข้างต้น การทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในกิจกรรมคาบก่อนหน้า เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเหล่านั้นมาเป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงกันกับเนื้อหาบทเรียนในคาบนี้ ดังโพโตคอล “ได้หามุมของรูปสามเหลี่ยม” “ได้วิเคราะห์ว่ารูปสามเหลี่ยมเหมือนกันอย่างไร” “ได้เห็นสามเหลี่ยมที่หันหน้าเหมือนกัน” “รูปสามเหลี่ยมเหมือนกันทุกรูปนะ” “ไม่ใช่ทุกรูปนะ วางสลับกันอยู่” แสดงถึงการทำความเข้าใจปัญหาาร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการร่วมกันออกความคิดเห็นจากข้อมูลที่ตนเองมีอยู่และการทำความเข้าใจร่วมกันของนักเรียน ดังสมรรถนะด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน

#### 4.2.2 ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

หลังจากได้รับคำสั่ง นักเรียนก็แสดงพฤติกรรมที่ต้องการความช่วยเหลือพร้อมกับสนทนาร่วมกันในกลุ่มเกี่ยวกับปัญหาของสถานการณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

##### สถานการณ์ที่ 1

- S1 : หนูเห็นรูป a กับ b วางเหมือนกันทุกอย่างเลยคะครู  
 T : แล้วมีรูปอื่นอีกไหม ที่เหมือนกับรูป a หรือ b  
 S2 : วางไม่เหมือนกันก็ได้ เพราะเป็นสามเหลี่ยมที่เหมือนกันอยู่แล้ว  
 S3 : ไม่ใช่ ดูด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองหันไปด้านเดียวกัน  
 S1 : ใช่ มันตั้งเหมือนกันด้วย



##### สถานการณ์ที่ 2 (แสดงตัวอย่างโปรโตคอลจากกลุ่มย่อย G1)

- S1 : ต่อกันได้ใช่ไหมครับครู  
 T : ถ้าต่อกันได้ให้ลองดูว่าเส้นกราฟมีพื้นที่พอหรือเปล่านะ  
 S2 : ก็ย้ายไปด้านข้างสิ  
 S5 : ใช่ ซ้ายหรือขวาก็ได้  
 S3 : วางได้ทั้งสองนี้ ดูดี ๆ มันก็ห่างเท่ากัน  
 S4 : สร้างได้เส้นเดียวไม่ใช่หรอ  
 S1 : ไม่นะ ได้หลายเส้นเลย เหมือนกันด้วย  
 S2 : ไม่ใช่เนะ เหมือนตรงไหนแนวนอนกับแนวตั้ง



- S1 : คิดใหม่แป็บ...แล้วต้องเพิ่มตรงนี้หรือเปล่า 2 เส้น  
 ข้างละ 1



### สถานการณ์ที่ 3

T : รูปต้นแบบกับรูปที่ได้จากรูปต้นแบบที่ครูกำหนดให้ในใบกิจกรรมจะมีลักษณะอย่างไร

S1 : ต้องเหมือนกันค่ะ

S2 : มันคล้าย

S1 : มันเหมือนกันมากกว่า เพราะทุกอย่างต้องเหมือนกัน

S3 : ใช่ ถ้าคล้าย ต้องมีบางอย่างไม่เหมือนกัน

S3 : ดูรูปจากกิจกรรมที่ 1 สิ

S2 : ยังไงเธอ

S3 : แต่ละมุมที่ลากมาเป็นเส้นตรง ยาวเท่ากับ 7 ช่อง ทุกเส้น

จากบทสนทนาข้างต้น ในสถานการณ์ที่ 1 “วางไม่เหมือนกันก็ได้ เพราะเป็นสามเหลี่ยมที่เหมือนกันอยู่แล้ว” “ไม่ใช่ ดูด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองหันไปด้านเดียวกัน” “ใช่ มันตั้งเหมือนกันด้วย” สถานการณ์ที่ 2 “ต่อกันได้ใช่ไหมครับครู” “ก็ย้ายไปด้านข้างสิ” “วางได้ทั้งสองนี้ดูดี ๆ มันก็ห่างเท่ากัน” “ไม่ละ ได้หลายเส้นเลย เหมือนกันด้วย” “แล้วต้องเพิ่มตรงนี้หรือเปล่า 2 เส้นข้างละ 1” และสถานการณ์ที่ 3 “มันเหมือนกันมากกว่า เพราะทุกอย่างต้องเหมือนกัน” “ใช่ ถ้าคล้าย ต้องมีบางอย่างไม่เหมือนกัน” จะเห็นว่ามีกลุ่มนักเรียนที่เห็นด้วยกับแนวคิด มีนักเรียนที่ตั้งคำถามในชั้นเรียน และนักเรียนกลุ่มหนึ่งได้นำความรู้จากกิจกรรมที่ผ่านมาเชื่อมโยงความรู้ในกิจกรรมนี้ ดังโพโตคอล “ดูรูปจากกิจกรรมที่ 1 สิ” ซึ่งกล่าวได้ว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเสนอวิธีการแก้ไขหรือเลือกวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งการอธิบายแนวคิดเพื่อให้สมาชิกร่วมกันพิจารณา ซึ่งตรงกับสมรรถนะด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

#### 4.2.3 ชั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทั้งชั้นเรียน

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมในกลุ่มย่อยแล้ว ครูให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายแนวคิดที่หลากหลาย มีการจัดกลุ่มแนวคิดที่เหมือนกัน แนวคิดที่ต่างกัน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้เรียนรู้จากแนวคิดกลุ่มของเพื่อนที่นำเสนอ เมื่อจบการนำเสนอให้นักเรียนกลุ่มอื่นสามารถตั้งคำถามหรือแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ ได้ ดังโพโตคอลต่อไปนี้

S1 : กิจกรรมแรกเจอรูปที่เหมือนกันกับรูป A และ B 2 รูป เพราะรูปหันไปฝั่งเดียวกันหมดเลย

S1 : กิจกรรมถัดไปสร้างได้ 4 เส้นค่ะ ทุกเส้นเหมือนกันเลย

S2 : ที่เหมือนกันก็คือ เส้นเอียงไปในทางเดียวกันหรืออีกแนวคิดที่มองให้เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 3 ช่อง ในแนวตั้ง แล้วแบ่งครึ่งในแนวเฉียงกลายเป็นด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยม

S1 : กิจกรรมสุดท้ายกลุ่มของหนูลากจุดทุกจุดให้มันตรงกัน ไปทางขวา 7 ช่อง แต่มีจุด B' ที่นับขาดไป 1 ช่อง ทำให้รูปมันแปลกไปจากรูปที่กำหนด แต่ก็เห็นเส้นตรงที่ขนานกัน 3 เส้น ซึ่งทำให้เห็นว่าแต่ละเส้นมันต้องเท่ากันด้วย

S3 เจอ 3 รูป มี 2 รูปที่วางเหมือนของกลุ่มแรก ส่วนอีกรูปมันแค่หันไปอีกด้าน เลย์รู้ว่ารูปนี้มันไม่ใช่กิจกรรมที่ 2 ได้เหมือนกลุ่มแรก 3 เส้น อยู่ในตำแหน่งเดียวกันและมีเส้นที่ต่างจาก ของเพื่อน

3 เส้น ที่วางอยู่ในแนวนอนครับ เพราะเห็นว่ามันยาวเท่ากัน เลยคิดว่าใช่ กิจกรรมสุดท้าย  
ใช้การนับช่อง

S4 : ทำไมถึงได้รูปที่ใหญ่กว่า

S3 : นับช่องของแต่ละจุดไม่เท่ากัน เลยได้รูปที่ใหญ่กว่า

S5 : ก็เหมือนคัดลอกรูปนั้นแหละ มันต้องได้รูปเดิม

ในชั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทั้งชั้นเรียน นักเรียนได้ปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้ตามที่ได้รับมอบหมายและผ่านการนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน กล่าวได้ว่าเป็นสมรรถนะด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ในระหว่างการนำเสนอจากโปรโตคอลที่กล่าวว่า “เจอ 3 รูป มี 2 รูปที่วางเหมือนของกลุ่มแรก” “กิจกรรมที่ 2 ได้เหมือนกลุ่มแรก 3 เส้น” “เส้นที่ต่างจากของเพื่อน 3 เส้น ที่วางอยู่ในแนวนอนครับ เพราะเห็นว่ามันยาวเท่ากัน” เมื่อนักเรียนได้รับฟังแนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ ก็เกิดการเปรียบเทียบแนวคิดและมีการปรับเปลี่ยน แก้ไขเพิ่มเติมในแนวคิดของตนเองร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม และจากโปรโตคอลพบว่ามีคำถามหลังจากที่เพื่อนนำเสนอจบ “ทำไมถึงได้รูปที่ใหญ่กว่า” กลุ่มนำเสนอจึงตอบคำถามว่า “นับช่องของแต่ละจุดไม่เท่ากัน เลยได้รูปที่ใหญ่กว่า” ตามด้วยการอธิบายเพิ่มเติมจากกลุ่มอื่นๆ ที่ได้กล่าวว่า “ก็เหมือนคัดลอกรูปนั้นแหละ มันต้องได้รูปเดิม” เพื่อให้สมาชิกกลุ่มที่นำเสนอได้เข้าใจร่วมกัน แสดงให้เห็นถึงการช่วยกันให้ได้แนวคิดที่ดีและสมเหตุสมผล ดังสมรรถนะด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา



ภาพที่ 5 แสดงการนำเสนอผลงานของนักเรียน

#### 4.2.4 ชั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทั้งชั้นเรียน

ในชั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ครูผู้สอนให้นักเรียนช่วยกันสรุปประเด็นที่ได้เรียนรู้จากการเรียนในคาบนี้ลงในสมุด โดยอาศัยจากการเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถเปรียบเทียบข้อเหมือน ข้อต่าง จากแนวคิดของเพื่อนได้ ดังโปรโตคอล

S1 : ในสถานการณ์ที่ 1 จากแนวคิดของหนูในช่วงแรกคิดว่าเป็นการคัดลอกรูป เมื่อฟังแนวคิดของเพื่อน “ลากลงมาหาช่องที่เหมือนกัน” จึงสรุปได้ว่าเป็นการย้ายตำแหน่งของภาพ

S2 : กลุ่มของหนูในสถานการณ์ที่ 3 ได้รูปต้นฉบับที่เล็กกว่ารูปที่กำหนด แต่เมื่อลองนับจุดให้ห่างเท่ากัน 7 ช่อง ก็จะได้รูปที่เหมือนกัน วางในแนวเดียวกัน

S3 : ได้เส้นที่ลากจากจุดเป็นเส้นขนานกัน เลยเรียกได้ว่าเป็นการเลื่อนขนาน

T : แล้วการเลื่อนขนาน จะหมายถึงอะไรนะ

- S4 : จุดทุกจุดของรูปต้นแบบเคลื่อนไปในทิศทางเดียวกันเป็นระยะทางเท่า ๆ กัน
- T : เพิ่มเติมสำหรับจุดแต่ละจุดบนรูปที่ได้จากการเลื่อนขนานระยะห่างจากจุดที่สมนัยกันหรือเท่ากัน บนรูปต้นแบบเป็นระยะทางเท่ากัน ทำให้เราเห็นถึงสมบัติที่สำคัญของการเลื่อนขนาน คือ รูปที่ได้จากการเลื่อนขนานกับรูปต้นแบบเท่ากันทุกประการ จุดแต่ละจุดที่เท่ากันบนรูปที่ได้จากการเลื่อนขนานกับรูปต้นแบบจะมีระยะห่างเท่ากัน มีอีกไหม...
- S1 : ขนาดของรูปจะเหมือนเดิม
- T : ภายใต้การเลื่อนขนาน จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของรูปต้นแบบ

จากบทสนทนาข้างต้น เช่น “เมื่อฟังแนวคิดของเพื่อน ลากลงมาหาช่องที่เหมือนกัน จึงสรุปได้ว่าเป็นการย้ายตำแหน่งของภาพ” “สถานการณ์ที่ 3 ได้รูปต้นฉบับที่เล็กกว่ารูปที่กำหนด แต่เมื่อลองนับจุดให้ห่างเท่ากัน 7 ช่อง ก็จะได้รูปที่เหมือนกัน วางในแนวเดียวกัน” แสดงถึงการใช้สมรรถนะด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ในการสนทนาเกี่ยวกับการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดสู่สาระสำคัญของการเลื่อนขนาน เพื่อบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละขั้นการสอนของวิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดจำนวน 9 แผน แสดงถึงความสามารถของนักเรียนในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละด้าน ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

แผน	กิจกรรม	สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ		
		การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน	การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม
1	การแปลงทางเรขาคณิตกับชีวิตประจำวัน		✓	
2	การแปลงทางเรขาคณิต		✓	✓
3	การแปลงทางเรขาคณิตกับการสร้างสรรค์ภาพวาด	✓		✓
4	การเลื่อนขนาน (ฉันทัวร์จริงเป็นอย่างไร)	✓	✓	✓
5	กระจกสะท้อน (กระจกวิเศษบอกข้าที่เถิด)	✓	✓	✓
6	การสะท้อน (ระหว่างฉันทัวร์กับเธอ เดอะซีรีย)	✓	✓	✓
7	การหมุน (ฉันทัวร์จะไปอยู่ตรงนั้น)	✓	✓	✓
8	สำรวจการหมุน	✓	✓	✓
9	การประยุกต์ใช้การแปลงทางเรขาคณิต	✓	✓	✓

จากตารางที่ 1 พบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 นักเรียนแสดงสมรรถนะหลักได้ไม่ครบทั้งสามด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การแปลงทางเรขาคณิตกับชีวิตประจำวัน แสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ปรากฏในขั้นตอนวิธีการแบบเปิด ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และขั้นที่ 4 สรุปการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ปรากฏในขั้นตอนวิธีการแบบเปิด ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน และขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การแปลงทางเรขาคณิตกับการสร้างสรรค์ภาพวาด นักเรียนแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ปรากฏในขั้นตอนวิธีการแบบเปิด ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และขั้นที่ 4 สรุปการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การเลื่อนขนาน (ฉันตัวจริงเป็นอย่างไร) นักเรียนแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านเลือกวิธีดำเนินการ ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ปรากฏในขั้นตอนวิธีการแบบเปิด ขั้นที่ 1 การนำเสนอวิธีการปลายเปิด ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และขั้นที่ 4 สรุปการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-9 พบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนครบทั้งสามด้านมีผลแสดงเป็นไปอย่างคงที่ นอกจากนี้การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่นักเรียนแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสามารถนำมาเปรียบเทียบในแต่ละด้านตามลำดับจากมากที่สุด ได้แก่ 1) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม 2) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และ 3) การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

## 5. อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการแบบเปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนมีครบทั้งสามด้าน เมื่อพิจารณาวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไม่ครบทุกด้าน จึงมีการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดตามวงจรของการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะดังกล่าว จนกระทั่งพบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 “ฉันตัวจริงเป็นอย่างไร” นักเรียนได้แสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือครบทุกด้าน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุวิมล ภาวิงและสุมาลี ชูกำแพง (2563) ทำการศึกษา

เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการวิจัยเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มขึ้นตามลำดับจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 56.46 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 66.67 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.33 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เนื่องจากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยากเรียนรู้ ตั้งปัญหาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาร่วมกันนำไปสู่การอภิปรายเพื่อแก้ปัญหาร่วมกันรวมถึงการกำหนดบทบาทหน้าที่ และควบคุมให้นักเรียนทำตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของเฉลิมพร เตชะพะโลกุล สกนธ์ชัย ชะนวนันท์และจินตนา กล่ำเทศ (2562) ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาการประยุกต์ห้องเรียนกลับด้านเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนในรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่านักเรียนพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้มากที่สุด คือ สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจร่วมกัน และสมรรถนะเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาลำดับ

## 6. ข้อเสนอแนะ

6.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเชิงรุกโดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้

6.2 การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาสมรรถนะด้านการคิดขั้นสูงของนักเรียนในชั้นเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

6.3 การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษากับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในช่วงชั้นที่นักเรียนจะสามารถแสดงประสิทธิภาพได้เป็นอย่างดี

## เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพร เตชะพะโลกุล. (2562). การศึกษาการประยุกต์ห้องเรียนกลับด้านเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนในรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์. *วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 13(3), 173-187.

ชนะชัย ทะยอม, สิริณภา กิจเกื้อกุล, และ จินตนา กล่ำเทศ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 28(2), 34-45.

- ทานตะวัน สีดา และ ปารีชาติ ประเสริฐสังข์, (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 15(2), 79-90.
- ธีรญา ไชยเดช, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์, และ วิภารัตน์ เชื้อขวด ชัยสิทธิ์ (2560). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์. *วารสารหน่วย วิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 8(1), 51-66.
- นัตยา หัสมินทร์ และ ธิตยา บงกชเพชร, (2565). การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 24(1), 166- 175.
- ยุคสิทธิ์ ใจข้า. (2554). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุวิมล ภาวิง และ สุมาลี ชูกำแพง, (2563). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาจุฬานาครธรรมศาสตร์*, 7(9), 175-192.
- Anita Pásztor-Kovács, Attila Pásztor & Gyöngyvér Molnár (2021): Measuring collaborative problem solving: research agenda and assessment instrument. *Interactive Learning Environments*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1999273/>
- Fiore, S. M., & Wiltshire, T. J. (2016). Technology as teammate: Examining the role of external cognition in support of team cognitive processes. *Frontiers in Psychology*, 7, 1531. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01531>
- Fiore, S. M., Graesser, A., & Greiff, S. (2018). Collaborative problem-solving education for the twenty-first-century workforce. *Nature Human Behaviour*, 2(6), 367–369. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0363-y>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264285521-en>
- Ouyang, F., Chen, Z., Cheng, M., Tang, Z., & Su, C.Y. (2021). Exploring the effect of three scaffolding on the collaborative problem-solving processes in China’s higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(35), 1-22, <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00273-y>
- Phusaisom, S., & Cojorn, K. (2020). A Development of Learning Activity Based on Problem Based Learning Cooperated with Collaborative Learning Approach for Promoting Problem Solving Competency of Matthayomsuksa 4 Students. *Journal of MCU Nakhondhat*, 7(9), 265-282.