



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk
Moves ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Developing Learning Activities using Activity Based Learning with Math
Talk Moves Techniques for Enhancing Mathematical Communication
Skills in Probability of 9th Grade Students.

อรณิชา พานทอง^{1*} และ อาทร นกแก้ว²

Onnicha Pantong¹ and Artorn Nokkaew²

¹นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

*ผู้ประสานงาน: Onnicha.pantong@gmail.com

¹Master of Education, Faculty of Education (Mathematics Education), Naresuan University

²Lecturer of Mathematics Education, Faculty of Education, Naresuan University

*Corresponding Author: Onnicha.pantong@gmail.com

(Received: 2024-05-13; Revised: 2024-05-29; Accepted: 2024-10-14)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่มีผู้ร่วมสะท้อนผล 3 คน ผลการสะท้อนผลจากแต่ละวงจรปฏิบัติการ นำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป 2) ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น 3 แผน 2) แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย 3 ชุด 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 4) แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk

Moves วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ตรวจสอบความน่าเชื่อถือแบบสามเส้าโดยใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งแหล่ง สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ การทดสอบค่า t ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรเน้นและแนวปฏิบัติที่ดี ได้แก่ (1) การทบทวนความรู้เดิมและการตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน (2) การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาเดิม (3) การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (4) การนำเสนอและการพูดคุยถึงผลลัพธ์ของกลุ่มตนเอง (5) การประเมินผลด้วยใบงานหรือแบบฝึกทักษะ (2) ผลการศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการสื่อสารด้วยการพูดและการเขียนสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวงจรปฏิบัติการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความน่าจะเป็น เทคนิค การพูดคุยทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to 1) investigate activity based learning (ABL) and Math Talk Moves lesson activities, refining lesson plans based on reflection participants' feedback for subsequent cycles to enhance lesson plans, and 2) explore the mathematical communication skills of Grade 9 students. The study was conducted in the second semester of the 2566 academic year, involving 30 students from a district school in Phichit province, Thailand. Research tools included: 1) three lesson plans on probability, 2) three subjective mathematical communication writing tests, 3) a student behavior observation form, and 4) an ABL learning activity reflection form. Data were analyzed using content analysis. The trustworthiness of the data was verified using triangulation, incorporating statistical methods such as mean, standard deviation, and t-test for dependent samples. The research found that effective practices such as 1) reviewing prior knowledge and assessing student readiness, 2) utilizing problem situations related to real-world contexts, 3) encouraging group collaboration, 4)

presenting and discussing of results, and 5) employing worksheets or practice exercises for assessment. A study on the mathematical communication skills of 9th grade students revealed that students demonstrated higher scores in communication skills through speaking and writing when comparing three implementation cycles, with a statistical significance of .05.

Keyword: Activity Based Learning (ABL), Mathematical communication skills, Probability, Math Talk Moves

บทนำ

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญและเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษา นอกจากการช่วยเพิ่มทักษะในการคิดและการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนอย่างเป็นระบบแล้ว คณิตศาสตร์ยังส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์และสร้างความรู้ที่มีความหมาย เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในปัจจุบันการสอนคณิตศาสตร์ไม่เน้นการสอนเพียงเนื้อหาเท่านั้น แต่ต้องให้นักเรียนเข้าใจและมีทักษะในด้านต่าง ๆ คณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างมากเพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมต่อการเรียนรู้ต่อไปในระดับที่สูงขึ้นและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์จึงเป็นผู้ที่มีหน้าที่สำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอน โดยจะต้องมีการจัดการเรียนการสอนและเลือกใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจและความรู้ด้วยตนเอง และสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมายและสร้างความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ การพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่ช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ยังส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการพัฒนาทักษะชีวิตและวิชาชีพ ทำให้นักเรียนมีความพร้อมในการเผชิญกับภาวะการแข่งขันในสังคมของศตวรรษที่ 21 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562)

ในปัจจุบันวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 กลับเป็นวิชาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ โดยอ้างอิงจากการทดสอบการศึกษาแห่งชาติที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำและแต่ละปีไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำนี้อาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนไม่เห็นความสำคัญของ

คณิตศาสตร์และรู้สึกว่าการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากและไม่น่าสนใจ (รุ่งอรุณ ลียะวนิชย์, 2555) อีกสาเหตุหนึ่งคือการศึกษาที่ผู้เรียนและผู้สอนมีเป้าหมายที่คะแนนสอบ ทำให้มุ่งเน้นที่การทบทวนมากกว่าการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

การเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้พัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญทำให้ผู้เรียนไม่ได้พัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการสื่อสารที่เป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์อย่างมาก (NTCM, 2000) เมื่อผู้เรียนไม่ได้พัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดปัญหาที่ผู้เรียนอาจหาคำตอบหรือมีความเข้าใจและความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถนำเสนอขั้นตอนและวิธีการที่หาคำตอบที่ชัดเจนได้ หรือผู้เรียนไม่มีความเข้าใจภาษาคณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ทำให้ไม่สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูจึงต้องจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้เกิดการอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเลือกใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการสื่อสาร ครูจึงต้องมีการเตรียมการสนทนาในชั้นเรียนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วม (NTCM, 2000)

ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการสื่อสารคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Learning) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรม ซึ่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการอ่าน การเขียน การอภิปราย การแก้ปัญหาหรือการประยุกต์ใช้สู่สถานการณ์จริงร่วมกันด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2557) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน มีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นศึกษาและอภิปราย 3) ขั้นกิจกรรม 4) ขั้นสะท้อนผลจากกิจกรรม และ 5) ขั้นประเมินผล โดยในปัจจุบันผู้วิจัยได้มีการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายในชั้นเรียนแล้วพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในกิจกรรมและให้ความร่วมมือดี แต่ผู้เรียนบางส่วนจะรอคอยให้เพื่อนในกลุ่มเป็นผู้ดำเนินการในการทำกิจกรรมและยังไม่มีวาทะที่ชัดเจนในการสื่อสารแนวคิดของตนเอง ผู้วิจัยจึงนำเทคนิค Math talk moves มาช่วยเสริมให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสในการมีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนมากขึ้น นอกจากนั้นเทคนิคนี้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้วิเคราะห์ หาเหตุผลสนับสนุนและโต้แย้งคำตอบของเพื่อน ทำให้นักเรียนได้เห็นแนวคิดของปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายมากขึ้น โดยมีเทคนิคที่สำคัญ 7 แบบ ได้แก่ 1) Revoicing (การแปลความ) 2) Repeating (การพูดซ้ำ) 3) Reasoning (การให้เหตุผล) 4) Adding On (การเติมข้อมูล) 5) Wait Time (การรอ) 6) Revise Thinking (การปรับเปลี่ยนแนวคิด) และ 7) Turn and Talk (พูดคุยแลกเปลี่ยน)

จากความเป็นมาและปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากในเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแต่ยังพบว่ามึนักเรียนจำนวนมากที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนทำให้เกิดการสื่อสารที่ผิดพลาด โดยได้ตั้งจุดประสงค์ คือ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves และส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves เรื่อง ความน่าจะเป็น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ที่มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิจัยเชิงปฏิบัติการจะทำซ้ำเป็นวงจร ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ตามขั้นตอนที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้น ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) คือ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนการปฏิบัติการ (Reflect)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 135 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้วิธีจับฉลาก

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves จำนวน 3 แผน 5 ชั่วโมง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ผลลัพธ์ทั้งหมดที่เกิดจากการทดลองสุ่ม (Sample Space) จำนวน 3 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์ (Event) จำนวน 1 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น (Probability) จำนวน 1 ชั่วโมง จัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 5 ขั้นตอนทุกชั่วโมง โดยในแต่ละชั่วโมงมีวิธีการดำเนินกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ ขั้นนี้ครูจะเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรม โดยจะนำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ในกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือทำมาแล้ว มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ เทคนิค Math Talk Moves ที่มักจะใช้ในขั้นนี้ คือ Revoicing (การแปลความ) เพื่อช่วยให้ครูและนักเรียนสามารถตรวจสอบแนวคิด เน้นความคิดหรือประเด็นหลักที่สำคัญ

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาและอภิปราย ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนศึกษา สังเกต และอภิปรายร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในสถานการณ์ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ให้ เทคนิค Math Talk Moves ที่มักจะใช้ในขั้นนี้ คือ Repeating (การพูดซ้ำ) Turn and Talk (พูดคุยแลกเปลี่ยน) และ Adding On (การเติมข้อมูล) เพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับข้อมูลและเพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ยังไม่ครบถ้วนจากการพูดคุยแลกเปลี่ยนหรือการนำเสนอของเพื่อนในชั้นเรียน ในบางบริบทที่สถานการณ์ที่ครูเตรียมไว้เป็นสถานการณ์ที่มีความยากหรือสถานการณ์ใหม่ จะต้องใช้เทคนิค Wait Time (การรอ) เพื่อให้เวลานักเรียนในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรม ขั้นนี้นักเรียนจะแบ่งกลุ่มและทำงานร่วมกันเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ได้ศึกษาและอภิปรายไป โดยมีครูเป็นผู้สังเกตการณ์และฟังแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลจากกิจกรรม ขั้นนี้นักเรียนจะได้สะท้อนความคิดและองค์ความรู้ที่ได้มาจากการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม โดยเป็นการนำเสนอแลกเปลี่ยนในชั้นเรียน เทคนิค Math Talk Moves ที่มักจะใช้ในขั้นนี้ คือ Reasoning (การให้เหตุผล) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและ Revise Thinking (การปรับเปลี่ยนแนวคิด) เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน โดยนำแนวคิดและความรู้ที่นักเรียนนำเสนอแลกเปลี่ยนไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ขั้นนี้เป็นการประเมินผลการเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนได้ทำ โดยครูอาจใช้ใบงานหรือแบบฝึกทักษะเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เมื่อนักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนครูจะสามารถปรับแก้โนทัศน์ได้ทันที

หาคุณภาพของเครื่องมือโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสม (รัตนะ บัวสนธ์, 2564) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน 4.74 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 มีความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้

3.2 แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 3 ชุด โดยยึดเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

ข้อสอบชุดที่ 1 เรื่อง ผลลัพธ์ทั้งหมดจากการทดลองสุ่ม	จำนวน 2 ข้อ
ข้อสอบชุดที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์	จำนวน 2 ข้อ
ข้อสอบชุดที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น	จำนวน 2 ข้อ

หาคุณภาพของเครื่องมือโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของข้อสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of objective Congruence) ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 3 ชุด มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ผ่านเกณฑ์ในระดับที่ยอมรับได้ นำไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างพบว่า มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.5 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.3 โดยมีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ สามารถนำข้อสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในการทำกิจกรรมภายในชั้นเรียน เพื่อใช้บันทึกพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูด 2 ข้อ คือ 1) การพูด แสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายแนวคิดของตนเองโดยใช้ภาษาในชีวิตประจำวัน หรือภาษาคณิตศาสตร์ (กลุ่มย่อย) 2) การอภิปรายกระบวนการหาคำตอบของตนเองโดยใช้ภาษาในชีวิตประจำวัน หรือภาษาคณิตศาสตร์ (การนำเสนอ/กลุ่มใหญ่) และใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนโดยปรับจากเกณฑ์คะแนนของ Yarmasi, Fonna, and Mursalin (2020) และ จิตติมา ชอบเอียด (2551) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ 3 คะแนน (ดี) 2 คะแนน (พอใช้) 1 คะแนน (ปรับปรุง) และ 0 คะแนน (ไม่มีการสื่อสาร) หากคุณภาพของเครื่องมือโดยการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจในการประเมิน ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ผ่านเกณฑ์ในระดับที่ยอมรับได้

3.4 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves โดยปรับปรุงและพัฒนาจากการบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประเด็นสะท้อนผลในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ของขั้น หรือไม่ อย่างไร 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ส่งเสริมให้นักเรียนทบทวนความรู้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียนหรือไม่ อย่างไร 3) จุดเด่น 4) ปัญหาและอุปสรรค และ 5) แนวทางการแก้ปัญหา หากคุณภาพของเครื่องมือโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับประเด็นการสะท้อนผลตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 เลือกผู้เข้าร่วมในการวิจัยโดยใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้วิธีจับฉลาก ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง นักเรียน 30 คน

4.2 ชี้แจงให้กลุ่มเป้าหมายทราบถึงรูปแบบในกิจกรรมการเรียนรู้และดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves โดยดำเนินการสอนทั้งหมด 5 คาบ คาบละ 55 นาที

4.3 ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียน

4.4 นำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบวัดทักษะการสื่อสาร เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนของนักเรียนไปวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ปัญหา และแนวทางในการจัดการเรียนรู้ นำผลที่ได้ไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้จริงต่อไป

4.5 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลทั้งหมดหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จาก 1) แบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ 2) แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดแต่ละวงจรปฏิบัติการ มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนแต่ละคน หาร้อยละของนักเรียนที่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับความสามารถ มาแปลความหมายข้อมูลโดยมีเกณฑ์คะแนนเฉลี่ย ดังต่อไปนี้

2.01 – 3.00	หมายถึง	ดี
1.01 – 2.00	หมายถึง	พอใช้
0.01 – 1.00	หมายถึง	ปรับปรุง
0.00	หมายถึง	ไม่มีการสื่อสาร

นำคะแนนเฉลี่ยของแต่ละวงจรปฏิบัติการมาเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนและการพูดหลังจากการสอนวงจรที่ 1 และ วงจรที่ 2 หลังจากการสอนวงจรที่ 2 และ วงจรที่ 3

และหลังจากการสอนวงจรที่ 1 และ วงจรที่ 3 โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test (t-test for Dependent Samples)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ 1) ทำการจัดระเบียบข้อมูลตามประเด็นที่ต้องการเพื่อวิเคราะห์และตีความข้อมูล 2) การแสดงข้อมูล เป็นการใส่รหัสข้อมูล และนำข้อมูลที่มีรหัส (Code) เดียวกันมาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน (Category) เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล 3) ทำการรายงานผลการวิจัย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) 4) ตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) แบบ Resource Triangulation (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ที่ได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป ได้แก่ ข้อมูลจากผู้วิจัย และผู้ร่วมสะท้อน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลประเด็นเดียวกันจากแหล่งข้อมูลต่างๆ พิจารณาถึงความสอดคล้องของข้อมูลแล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ที่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ของผู้ร่วมสะท้อน 3 คนและผู้วิจัย (Resource Triangulation) ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์ปัญหาที่พบในชั้นเรียน แนวทางการแก้ไขและจุดเด่นในแต่ละขั้นตอนโดย ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
---------	--------------------------------

ตารางที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นนำ	- ครูทบทวนความรู้เดิมและตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน โดยเริ่มจากการใช้คำถามที่มีความซับซ้อนน้อยหรือมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมมาแล้ว โดยครูใช้เทคนิค Revoicing (การแปลความ) ช่วยแปลความคำพูดของนักเรียนเพื่อเน้นความคิดหรือประเด็นสำคัญ - ครูตรวจสอบการใช้คำของตนเอง ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนครูควรอธิบายถึงความแตกต่างและความหมายให้ชัดเจน
ขั้นศึกษาและอภิปราย	- ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับขั้นนำหรือใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาเดิม โดยการตั้งคำถามต้องมีลำดับชัดเจน เริ่มจากการเชื่อมโยงสถานการณ์เก่า ให้นักเรียนบอกความแตกต่างของเงื่อนไขในสถานการณ์ใหม่ และสถานการณ์เดิม และให้นักเรียนสร้างข้อคาดการณ์จากสถานการณ์ใหม่ว่าควรมีลักษณะคำตอบอย่างไร ครูจะใช้เทคนิค Reasoning (การให้เหตุผล) เพื่อให้นักเรียนฟังสิ่งที่นักเรียนคนอื่นได้อธิบายและการเปรียบเทียบเงื่อนไขและสร้างความเชื่อมโยงเตรียมพร้อมสู่สถานการณ์ใหม่ - ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนคำตอบโดยอาจใช้เทคนิค Repeating (การพูดซ้ำ) และ Adding on (การเติมข้อมูล) ให้นักเรียนพูดซ้ำในคำตอบที่ถูกต้องและเพิ่มคำตอบใหม่ที่แตกต่างจากเพื่อน
ขั้นกิจกรรม	- ครูใช้กิจกรรมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยแบ่งหน้าที่นักเรียนให้ชัดเจน อธิบายวัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ชัดเจนว่าให้ทำอะไร ขั้นตอนทำอะไร และบันทึกผลอย่างไร กำหนดเวลาให้นักเรียนอย่างชัดเจนและกระชับเวลาในการทำกิจกรรม
ขั้นสะท้อนผลจากกิจกรรม	- ครูให้นักเรียนมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนในชั้นเรียนโดยพูดคุยถึงผลลัพธ์ของกลุ่มตนเอง เปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ในบริบทที่ห้องเรียนมีการโต้แย้งของนักเรียนครูจะใช้เทคนิค Reasoning (การให้เหตุผล) เพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของตนเองและฟังเหตุผลของเพื่อน หากยังมีข้อขัดแย้งครูเป็นตัวกลางในการสรุปโดยอ้างอิงเหตุผลของนักเรียนและตั้งคำถาม ชอสังเกต เพื่อให้นักเรียน Revise Thinking (การทบทวนแนวคิด) ปรับเปลี่ยนความเข้าใจหรือความคิดเดิมของตนเอง
ขั้นประเมินผล	- ครูให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองจากการทำใบงาน ซึ่งครูสามารถตรวจสอบแนวคิด มโนทัศน์ของนักเรียนและสามารถแก้ไขแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2. ผลการศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves เรื่อง ความเป็นผู้วิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากเครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่ แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดและแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียน โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

2.1 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves โดยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคลในแต่ละชั่วโมง สามารถสรุปผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มตามระดับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดแต่ละวงจรปฏิบัติการได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มตามระดับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดแต่ละวงจรปฏิบัติการ (n = 30)

กลุ่มนักเรียนตาม ระดับทักษะการ สื่อสาร	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูด					
	การพูด แสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายแนวความคิด ของตนเองโดยใช้ภาษาในชีวิตประจำวัน หรือ ภาษาคณิตศาสตร์ (กลุ่มย่อย)			การอภิปรายกระบวนการหาคำตอบของตนเองโดย ใช้ภาษาในชีวิตประจำวัน หรือภาษาคณิตศาสตร์ (การนำเสนอ/กลุ่มใหญ่)		
	วงจร ปฏิบัติการที่	วงจร ปฏิบัติการที่	วงจร ปฏิบัติการที่	วงจร ปฏิบัติการที่ 1	วงจร ปฏิบัติการที่ 2	วงจร ปฏิบัติการที่ 3
	1	2	3			
ดี (ร้อยละ)	0 (0.00)	3 (10.00)	11 (36.67)	0 (0.00)	2 (6.66)	7 (23.33)
พอใช้ (ร้อยละ)	6 (20.00)	12 (40.00)	17 (56.67)	1 (3.33)	11 (36.67)	15 (50.00)
ปรับปรุง (ร้อยละ)	15 (50.00)	14 (46.67)	2 (6.66)	8 (26.67)	17 (56.67)	8 (26.67)
ไม่มีการสื่อสาร (ร้อยละ)	9 (30.00)	1 (3.33)	0 (0.00)	21 (70.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

จากผลการวิเคราะห์นักเรียนแต่ละกลุ่มตามระดับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดของวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 3 ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดของนักเรียนรายบุคคลมาพิจารณาความแตกต่าง โดยการทดสอบค่า t (t-test for Dependent Samples) ได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves โดยการทดสอบค่า t (t-test for Dependent Samples)

ช่วงเวลาของการวัด	กลุ่มตัวอย่าง	ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย	t	df	sig
วงจรที่ 1 และ 2	30	0.77	0.503	0.092	8.404	29	.000*
วงจรที่ 2 และ 3	30	0.60	0.403	0.074	8.163	29	.000*
วงจรที่ 1 และ 3	30	1.37	0.529	0.097	14.227	29	.002*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูด พบว่าคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดหลังการสอนในวงจรที่ 2 สูงกว่าคะแนนหลังการสอนในวงจรที่ 1 ($t = 8.404$, $p = 0.000$) มีผลต่างคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.503 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดหลังการสอนในวงจรที่ 3 สูงกว่าคะแนนหลังการสอนในวงจรที่ 2 ($t = 8.163$, $p = 0.000$) มีผลต่างคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.403 และคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดหลังการสอนในวงจรที่ 3 สูงกว่าคะแนนหลังการสอนในวงจรที่ 1 ($t = 14.227$, $p = 0.002$) มีผลต่างคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.529 จะพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการสื่อสารด้านการพูดที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือนักเรียนมีคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดที่สูงขึ้นหลังการสอนในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 เมื่อเทียบกับวงจรที่ 1 สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดของนักเรียน

2.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves โดยใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สามารถสรุปผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มตามระดับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดแต่ละวงจรปฏิบัติการได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มตามระดับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ (n = 30)

กลุ่มนักเรียน ตามระดับ ทักษะการ สื่อสาร	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียน					
	การเขียนอธิบายกระบวนการหาคำตอบโดยใช้ แผนภาพหรือตาราง			การเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์		
	วงจร ปฏิบัติการที่ 1	วงจร ปฏิบัติการที่ 2	วงจร ปฏิบัติการที่ 3	วงจร ปฏิบัติการที่ 1	วงจร ปฏิบัติการที่ 2	วงจร ปฏิบัติการที่ 3
ดี (ร้อยละ)	1 (3.33)	2 (6.67)	13 (43.33)	1 (3.33)	1 (3.33)	9 (30.00)
พอใช้ (ร้อยละ)	9 (30.00)	10 (33.33)	10 (33.33)	4 (13.33)	5 (16.67)	14 (46.67)
ปรับปรุง (ร้อยละ)	15 (50.00)	13 (43.33)	6 (20.00)	13 (43.33)	22 (73.33)	6 (20.00)
ไม่มีการ สื่อสาร (ร้อยละ)	5 (16.67)	5 (16.67)	1 (3.33)	12 (40.00)	2 (6.66)	1 (3.33)

จากผลการวิเคราะห์นักเรียนแต่ละกลุ่มตามระดับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 3 ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนของนักเรียนรายบุคคลมาพิจารณาความแตกต่าง โดยการทดสอบค่า t (t-test for Dependent Samples) แล้ว ผู้วิจัยได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves โดยทดสอบค่า t (t-test for Dependent Samples)

ช่วงเวลาของการวัด	กลุ่มตัวอย่าง	ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย	t	df	sig
วงจรที่ 1 และ 2	30	0.12	0.678	0.124	0.970	29	.036*
วงจรที่ 2 และ 3	30	0.92	0.702	0.128	7.213	29	.009*
วงจรที่ 1 และ 3	30	1.04	0.771	0.141	7.417	29	.040*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียน พบว่าคะแนนทักษะการสื่อสารด้านการเขียนหลังการสอนในวงจรที่ 2 สูงกว่าคะแนนหลังการสอนในวงจรที่ 1 ($t = 0.970$, $p = 0.036$) ผลต่างคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.678 คะแนนทักษะการสื่อสารด้านการเขียนหลังการสอนในวงจรที่ 3 สูงกว่าคะแนนหลังการสอนในวงจรที่ 2 ($t = 7.213$, $p = 0.009$) ผลต่างคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.702 คะแนนทักษะการสื่อสารด้านการเขียนหลังการสอนในวงจรที่ 3 สูงกว่าคะแนนหลังการสอนในวงจรที่ 1 ($t = 7.417$, $p = 0.040$) ผลต่างคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.771 จะพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการสื่อสารด้านการเขียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนมีทักษะการสื่อสารด้านการเขียนที่ดีขึ้นหลังได้รับการสอนในทั้งสามวงจร โดยวงจรที่ 3 นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการเขียนมากที่สุด

อภิปรายผล

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน เป็นการจัดการกิจกรรมผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา สอดคล้องกับ ยุทธพงษ์ สีม่วง (2562) ที่ใช้กิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมที่ผู้วิจัยออกแบบ เป็นการจัดการกิจกรรมผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วม

ร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ สอดคล้องกับมัทธนา เลิศเสรีพัฒกุล และทรงชัย อักษรคิด (2562) ที่ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้เรียนรู้จากกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดทักษะจากการทำกิจกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่มุ่งเน้นการสร้างความรู้โดยให้นักเรียนเรียนลงมือกระทำและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pokhrel (2018) ที่ว่า การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้ และยังสามารถนำไปสู่การพัฒนารอบด้านของนักเรียน โดยการนำเทคนิค Math Talk Moves มาช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการพูดคุยหรืออภิปรายในวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเก่งที่มักมีความกล้าในการแสดงความคิดเห็นมากกว่านักเรียนที่อยู่ในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนที่ไม่มีการสื่อสารและไม่คุ้นเคยกับการนำเสนอและสื่อสารแนวคิดของตนเอง สอดคล้องกับ Fuson and Leinwand (2023) ที่ว่า Math Talk Moves เป็นเทคนิคส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา หาแนวทาง ทางเลือก กระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมและการทำงานร่วมกันระหว่างนักเรียน ทำให้นักเรียนทุกกลุ่มไม่ใช่เฉพาะนักเรียนกลุ่มเก่งมีการสื่อสาร พูดคุยแลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียนมากขึ้น

2. การศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves เรื่อง ความน่าจะเป็น พบว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน นักเรียนส่วนมากมีการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดและการเขียนในทุกเกณฑ์อย่างชัดเจน สอดคล้องกับ พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) ที่อธิบายถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าต้องจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวความคิดภายในกลุ่มและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนั้น ผู้วิจัยพบว่าเมื่อมีการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดจะสามารถช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนได้พร้อมกัน เนื่องจากการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดจะสามารถสื่อสารมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจได้ในทันที หากมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนผู้วิจัยสามารถแก้ไขได้ เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายและสื่อสารมโนทัศน์ได้จะนำไปสู่การเขียนสื่อสารที่มีความสอดคล้องกัน แต่โดยภาพรวมนักเรียนมักมีข้อผิดพลาดในด้านการเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ผลลัพธ์ทั้งหมดที่เกิดจากการทดลองสุ่ม (Sample Space) ใช้สัญลักษณ์คือ S กับจำนวนผลลัพธ์ทั้งหมดที่เกิดจากการทดลองสุ่ม ใช้สัญลักษณ์คือ n(S) นักเรียนจะเกิดความสับสนและเกิดความ

ผิดพลาดในการเขียน ส่วนใหญ่พบว่านักเรียนใช้สัญลักษณ์สลับกันหรือจะใช้สัญลักษณ์เดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maulyda, Annizar, and Mukhlis (2019) ที่ว่านักเรียนบางคนไม่สามารถสื่อถึงความคิดทางคณิตศาสตร์และเกิดข้อผิดพลาดในการสื่อสารทางเขียน จึงทำให้นักเรียนบางกลุ่มสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดได้แต่เมื่อเป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการเขียนมักจะมีผิดพลาดในการใช้สัญลักษณ์เกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดีในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Math Talk Moves เพื่อให้นักเรียนกล้าที่จะตอบคำถาม และคอยเสริมแรงในทางบวกเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น

1.2 ผู้สอนต้องคอยตั้งคำถามและส่งเสริมการอภิปรายในชั้นเรียน อาจใช้เทคนิค Math Talk Moves มาช่วย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนที่ยังไม่มีส่วนร่วม กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความคิด ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.3 ผู้สอนให้เวลานักเรียนในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่มและต้องควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมให้พอเหมาะเพื่อไม่ให้กิจกรรมใช้เวลานานเกินไป โดยในการจัดกิจกรรมผู้สอนต้องควบคุมชั้นเรียนให้อยู่ในความเรียบร้อยมากที่สุด ดูแลนักเรียนให้ทั่วถึงทุกกลุ่ม และให้คำปรึกษากับกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหา

1.4 ผู้สอนวิชาอื่นๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยปรับเปลี่ยนกิจกรรมให้เป็นไปตามบริบทของนักเรียนและโรงเรียน โดยเฉพาะวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.5 ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลในการสนับสนุนนโยบายและแผนพัฒนาการศึกษาของสถานศึกษา เช่น นโยบายส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ข้อเสนอในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรเพิ่มกิจกรรมรูปแบบอื่น ๆ ที่หลากหลายมากขึ้นหรือใช้เทคโนโลยีมาช่วย เช่น การใช้แอปพลิเคชันที่มีเกมหรือกิจกรรมที่น่าสนใจ หรือให้นักเรียนมีโอกาสนในการเลือกหัวข้อหรือกิจกรรมที่ต้องการทำ หรือใช้การจัดกิจกรรมที่มีแข่งขันเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น

2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ 5 practices การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps

เอกสารอ้างอิง

- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรี-นครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม. (2563). ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มันทนา เลิศเสรีพัฒนกุล, และทรงชัย อักษรคิด. (2562). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับการฝึกให้นักเรียนยกตัวอย่างสนับสนุนและตัวอย่างค้าน เรื่อง “ความน่าจะเป็น” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 9(2), 115–125.
- ยุทธพงษ์ สีม่วง. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี., 8(1), 47–58.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2564). การวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์ (2555). คู่มือครูคณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์ด้วยเกม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทแอคทิฟ พริ้นท์ จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย: การพัฒนา – ผลกระทบ – ภาวะถดถอยในปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- _____. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้*. สืบค้น 20 เมษายน 2566, จาก http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf
- สินินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2557). Active Learning: การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท.*, 42(188), 3–6.
- Fuson, K. C., & Leinwand, S. (2023). Building Equitable Math Talk Classrooms. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 116(3), 164–173.
- Kemmis, & McTaggart, R. (1988). *The Action research planner*, (3rd ed). Geelong: Deakin University, Australia
- Maulnya, M. A., Annizar A. M., & Mukhlis M. (2019). Analysis of students' verbal and written mathematical communication error in solving word problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020(1538).
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Pokhrel, T. R. (2018). Activity Based Mathematics Instruction: Experiences in Addressing the 21st-Century Skills. *Journal of Mathematics Education*, 11(1), 46-61.
- Yarmasi, Y., Fonna, M., & Mursalin, M. (2020). The Influence of Cooperative Learning Model Type Team Assisted Individualized of Interactive Media Assistance to Students' Mathematical Communication Ability. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 2(9).