

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES MANAGEMENT USING
MATHEMATICAL ARGUMENTATION TO ENHANCE CREATIVE THINKING
ABILITY ON THE TOPIC OF FUNDAMENTAL COUNTING PRINCIPLE FOR
GRADE 10 STUDENTS

กัญญาณัฐ ไข่วุฒิพันธ์¹ และวนินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์²
Kanyanat Phivuttipan¹ and Wanintorn Poonpaiboonpipat²

^{1,2} หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
^{1,2} Master of Education Program in Mathematics Education, Naresuan University
E-mail: kanyanat.kph@gmail.com

Received: April 20, 2024
Revised: June 15, 2024
Accepted: June 17, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจรปฏิบัติการ เวลาทั้งหมด 10 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนมีการพัฒนาองค์ประกอบย่อยด้านความคิดยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านความคิดคล่อง และด้านความคิดริเริ่มมีการพัฒนาน้อยที่สุด

คำสำคัญ

การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลักการนับเบื้องต้น

ABSTRACT

This research aimed to study mathematical creative thinking ability of grade 10 students who learned through mathematic learning activities management using mathematical argumentation. The target group was 40 students in a medium-sized high school in Nakhon Sawan Province in the second semester of academic year 2023 by purposive sampling. This research conducted classroom action research which had three cycles and took a total of 10 hours. The research instruments were three lesson plans, activity worksheets, and a mathematical creative thinking ability test. Data were analyzed by content analysis and percentage.

The results revealed that most of students were at the highest level of mathematical creative thinking ability. Students' sub-component was developed most in the area of flexibility, fluency, originality, respectively.

Keywords

Mathematical Argumentation, Creative Thinking Ability, Fundamental Counting Principle

ความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้มนุษย์เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ แบบแผน โดยสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (Ministry of Education, 2017) แต่จากผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล PISA 2018 ในส่วนของผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนด้านคณิตศาสตร์เฉลี่ย 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ที่มีคะแนน 489 คะแนน โดย PISA เน้นการประเมินความรู้และทักษะที่ต้องใช้ในชีวิตจริง นอกโรงเรียนในอนาคต แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูในปัจจุบันยังเป็นเพียงแค่การสอนนักเรียนเพื่อให้ความรู้เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ การประเมิน PISA 2022 จึงได้ทำการประเมินแบบใหม่ที่ได้รวบรวมการวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2022) ประกอบกับที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเน้นให้นักเรียนทำตามตัวอย่างของผู้สอน ซึ่งทำให้นักเรียนละเลยการนำเอาวิธีการที่ดีกว่ามาใช้ในการแก้ปัญหาและเป็นการจำกัดทางความคิดของนักเรียนทำให้นักเรียนอยู่ในภาวะยึดติด ซึ่งนักเรียนควรได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดใหม่นำมาสู่การค้นพบปัญหาของผู้วิจัย คือ นักเรียนไม่กล้าที่จะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีการคิดหาคำตอบให้เพื่อนต่าง

กลุ่มฟัง และวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของเพื่อน รวมถึงนักเรียนไม่กล้าที่จะคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการที่แปลกใหม่ด้วยตนเองเมื่อเจอสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังที่ Makanong (2011) กล่าวว่าปัจจุบันนักเรียนกลัวความแตกต่างจึงไม่ฝึกคิดและทำวิธีการเดียวกันเพื่อให้ได้คำตอบเช่นเดียวกัน จึงไม่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

การส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผู้สอนต้องแสดงให้เห็นนักเรียนตระหนักถึงการยอมรับแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายจากการแก้ปัญหาเพียงหนึ่งปัญหามีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาหลายปัญหาโดยใช้แนวคิดหรือวิธีการเพียงอย่างเดียว (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2018) ซึ่งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนากระบวนการคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายในชีวิตประจำวันของนักเรียน รวมถึงส่งเสริมให้ผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น โดยองค์ประกอบที่ชี้ให้เห็นการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต่างกันมุ่งเน้นไปที่ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม (Silver, 1997) วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและเหตุผลที่มีความแปลกใหม่ของวิธีการหาคำตอบวิธีการหนึ่ง คือ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Argumentation) โดย Knudsen, Stevens, Meloy, Kim & Shechtman (2018) กล่าวว่า แนวคิดของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล และขั้นตอนที่ 4 การสรุป ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ อีกทั้งเป็นการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Hiebert et al., 2005) นอกจากนี้การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ รวมถึงได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาหนึ่งซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการสื่อสารได้ และมีรูปแบบการโต้แย้งหลายรูปแบบแต่ทุกรูปแบบต่างก็เน้นการใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจเป็นจุดเริ่มต้นของการโต้แย้ง ประกอบกับที่ผู้วิจัยยังพบอีกว่าการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นที่ผ่านมาจะเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่านั้นโดยใช้คำถามปลายปิดซึ่งนักเรียนจะแสดงวิธีการหาคำตอบเช่นเดียวกับครูและไม่ได้คำตอบที่หลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นจุดเริ่มต้นของการโต้แย้งให้นักเรียนเห็นถึงมุมมองที่แปลกใหม่และเปิดโอกาสให้ระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลายในองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (2000 cited in Kijkuakul, 2014) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ใน 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยทั้ง 4 ขั้นตอน มีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจร โดยผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบจำนวนวงจรที่กำหนด

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยได้สร้างและให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน พิจารณาและประเมินความเหมาะสม ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 10 ชั่วโมง เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ จำนวน 4 ชั่วโมง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง และการจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม เท่ากับ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.13 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับเครื่องมือและเกณฑ์การวัดและประเมินผลของจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีข้อความให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 3 คำถามย่อย ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม ใบกิจกรรมที่ 2 ชวนมาร่วมเฟรม และใบกิจกรรมที่ 3 แผ่นดิสก์เจ้าปัญหา

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ 1) ปรับแก้ข้อความให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย และ 2) ปรับสถานการณ์ปัญหาให้สามารถแสดงยุทธวิธีหรือกรอบความคิดที่หลากหลายในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยมีข้อความให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 3 คำถามย่อย โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบ ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนี IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับแก้ข้อความให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ปฐมนิเทศพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 ชั่วโมง ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนร่วมกันทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม โดยมีผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

3. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

4. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด (4) มาก (3) ปานกลาง (2) น้อย (1) และไม่มี (0) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
ความคิดคล่อง	วิธีการหาคำตอบถูกต้องมากกว่า 3 วิธีการขึ้นไปภายในเวลาที่กำหนด	วิธีการหาคำตอบถูกต้อง 3 วิธีการ ภายในเวลาที่กำหนด	วิธีการหาคำตอบถูกต้อง 2 วิธีการ ภายในเวลาที่กำหนด	วิธีการหาคำตอบถูกต้อง 1 วิธีการ ภายในเวลาที่กำหนด	ไม่มีวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	วิธีการหาคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	วิธีการหาคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ แต่มีข้อผิดพลาด 1 แห่ง	วิธีการหาคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ แต่มีข้อผิดพลาด 2 แห่ง	วิธีการหาคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ แต่มีข้อผิดพลาดมากกว่า 2 แห่งขึ้นไป	ไม่มีวิธีการหาคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้
ความคิดริเริ่ม	วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างสอดคล้องกับเงื่อนไขได้ถูกต้อง ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีการนี้ต่ำกว่าร้อยละ 15 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด	วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างสอดคล้องกับเงื่อนไขได้ถูกต้อง ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีการนี้ต่ำกว่าร้อยละ 30 แต่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 15 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด	วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างสอดคล้องกับเงื่อนไขได้ถูกต้อง ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีการนี้ต่ำกว่าร้อยละ 45 แต่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด	วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างสอดคล้องกับเงื่อนไขได้ถูกต้อง ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีการนี้ตั้งแต่ร้อยละ 45 ขึ้นไปของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด	ไม่มีวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดได้

ผู้วิจัยหาค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และนำผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาเขียนอธิบายภาพรวมที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลตามแนวทางการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป (Resource Triangulation)

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถ (รายด้าน) จากใบกิจกรรม

องค์ประกอบ	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถรายด้าน (ร้อยละ)														
	ใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม					ใบกิจกรรมที่ 2 ชวนมารวมเฟรม					ใบกิจกรรมที่ 3 แผ่นดิสก์เจ้าปัญหา				
	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
1. ความคิดคล่อง	1 (12.5)	5 (62.5)	2 (25)	0 (0)	0 (0)	4 (50)	2 (25)	1 (12.5)	1 (12.5)	0 (0)	6 (75)	2 (25)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2. ความคิดยืดหยุ่น	7 (87.5)	1 (12.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
3. ความคิดริเริ่ม	2 (25)	0 (0)	0 (0)	6 (75)	0 (0)	8 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (50)	2 (25)	0 (0)	0 (0)	2 (25)

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (รายด้าน) จากทั้ง 3 ใบกิจกรรมรายกลุ่ม พบว่า องค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากใบกิจกรรมที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ (5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 62.5) อยู่ในระดับมาก ในขณะที่ใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ (4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50 และ 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75 ตามลำดับ) อยู่ในระดับมากที่สุด องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นทั้ง 3 ใบกิจกรรมกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ (7 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 87.5, 8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 และ 8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 ตามลำดับ) อยู่ในระดับมากที่สุด และองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ (6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75) อยู่ในระดับน้อย ในขณะที่ใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ (8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 และ 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50 ตามลำดับ) อยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มในใบกิจกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถ (รายด้าน) จากแบบทดสอบ

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถรายด้าน (ร้อยละ)														
	สถานการณ์ที่ 1 แบรนด์เสื้อยืด YP					สถานการณ์ที่ 2 พินพาไหมไทย					สถานการณ์ที่ 3 สถานนักเรียนเฉพาะกิจ				
	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
1. ความคิดคล่อง	6 (15)	12 (30)	6 (15)	13 (32.5)	3 (7.5)	18 (45)	15 (37.5)	3 (7.5)	4 (10)	0 (0)	19 (47.5)	10 (25)	7 (17.5)	2 (5)	2 (5)
2. ความคิดยืดหยุ่น	21 (52.5)	14 (35)	4 (10)	0 (0)	1 (2.5)	27 (67.5)	2 (5)	1 (2.5)	10 (25)	0 (0)	32 (80)	4 (10)	3 (7.5)	1 (2.5)	0 (0)
3. ความคิดริเริ่ม	14 (35)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	26 (65)	10 (25)	8 (20)	15 (37.5)	0 (0)	7 (17.5)	30 (75)	6 (15)	0 (0)	0 (0)	4 (10)

จากตารางที่ 3 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (รายด้าน) จากทั้ง 3 แบบทดสอบรายบุคคล พบว่า

องค์ประกอบด้านความคิดคล่องในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ (13 คน คิดเป็นร้อยละ 32.5) อยู่ในระดับน้อย ในขณะที่สถานการณ์ที่ 2 และ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ (18 คน คิดเป็นร้อยละ 45 และ 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.5 ตามลำดับ) อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งแต่ละสถานการณ์ใช้ความรู้ที่แตกต่างกัน โดยสถานการณ์ที่ 1 ใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ นักเรียนบางส่วนไม่แม่นยำในเนื้อหาจึงไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ แก้ปัญหาได้ดีเท่าที่ควร อีกทั้งดำเนินการคำนวณไม่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้วิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้องและนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับน้อย ดังภาพที่ 1

สถานการณ์ที่ 1 : แบรนด์เสื้อยืด YP
แบรนด์เสื้อยืด YP เป็นเสื้อยืดสีพื้น โดยเสื้อทุกตัวของ YP เป็นผ้าคอตตอนที่มีผสมกับ Poly อย่างดีทำให้เสื้ออยู่ทรงสวย นุ่มสบาย และที่สำคัญยังยาก ซึ่งแบรนด์เสื้อยืด YP มี 2 รูปแบบ คือ คอกลมและคอวี โดยแต่ละรูปแบบมีขนาด S, M, L, XL และ 2XL แต่ละขนาดมี 5 สี คือ สีขาว สีดำ สีฟ้า สีชมพู และสีเขียว
ราคาแต่ละขนาดมีความแตกต่างกัน ดังนี้ ขนาด S – L ราคา 100 บาท
ขนาด XL – 2XL ราคา 150 บาท

❶ จากสถานการณ์ข้างต้น คิมต้องการซื้อเสื้อยืดแบรนด์ YP รูปแบบคอกลม โดยต้องการทุกขนาด และต้องการสีทั้งหมด 3 สี คือ สีฟ้า สีชมพู และสีเขียว คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 3 วิธีการขึ้นไปภายในเวลา 20 นาที โดยนักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 5 วิธีการได้อย่างถูกต้อง จึงอยู่ในระดับมากที่สุด แม้ว่าจะมีวิธีการหาคำตอบที่ไม่ถูกต้องจำนวน 2 วิธีการเนื่องจากวิธีการหนึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวิธีการเดิมที่ถูกต้องและอีกวิธีการหนึ่งไม่นำรูปแบบเสื้อคอกลมมาคำนวณซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยทั้ง 3 สถานการณ์ นักเรียนส่วนใหญ่ (21 คน คิดเป็นร้อยละ 52.5, 27 คน คิดเป็นร้อยละ 67.5 และ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ตามลำดับ) อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากนักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมในทุกขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งนักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจน และไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาระหว่างการแสดงผลวิธีการหาคำตอบ ดังภาพที่ 2

② เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ YP มีโปรโมชันพิเศษ “ซื้อ 3 จ่าย 2” สามารถลดรูปแบบ ขนาด และสีได้ (แถมฟรีชิ้นที่ถูกต้องที่สุด) คิมต้องการใช้โปรโมชันพิเศษนี้ โดยคิมเลือกรูปแบบคอกลม ขนาด M, L และ 2XL โดยแต่ละขนาดเลือกสีฟ้าและสีชมพู คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และราคาถูกกว่าเดิมกี่บาท ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

นักเรียนคนที่ 1 วิธีการหาคำตอบ

วิธีที่ 1 คอกลม — ฟ้า — ชมพู
วิธีที่ 2 คอกลม — ฟ้า — 2XL-ชมพู
วิธีที่ 3 คอกลม — ฟ้า — 2XL-ฟ้า
วิธีที่ 4 คอกลม — ชมพู — 2XL-ฟ้า
วิธีที่ 5 คอกลม-2XL-ฟ้า — 2XL-ชมพู
วิธีที่ 6 คอกลม-2XL-ชมพู — 2XL-ฟ้า

ราคาเดิม
 $M = 100 + 100 = 200$
 $L = 100 + 100 = 200$
 $2XL = 150 + 150 = 300$

ราคาโปรโมชัน
 สีฟ้า → M L 2XL
 $100 + 100 + 150 = 350$
 $\therefore$ ลด 100 บาท เหลือ 250 บาท
 สีชมพู → M L 2XL
 $100 + 100 + 150 = 350$
 $\therefore$ ลด 100 บาท เหลือ 250 บาท

ดังนั้น คิมจะจ่าย 500 บาท ทด 700 บาท
 ราคาถูกกว่าเดิม 200 บาท

นักเรียนคนที่ 2 วิธีการหาคำตอบ

คอกลม 1 x ขนาด 3 x สี 2 = 6 วิธี ✗

สี คอกลม M สีฟ้า คอกลม M สีชมพู คอกลม L สีฟ้า คอกลม L สีชมพู
 คอกลม 2XL สีฟ้า คอกลม 2XL สีชมพู

$\therefore$ ราคาเดิม ค่าเงิน 500 บาท หรือ 200 บาท ราคาเดิม เท่ากับ 200 บาท
 เมื่อบริษัทโปรโมชัน “ซื้อ 3 จ่าย 2” โดยค่าเงิน ตัวที่แพง แล้ว 200 คือเสื้อที่ถูกที่สุด

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด

จากภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 1 ที่นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม โดยนักเรียนคนที่ 1 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้ และนักเรียนคนที่ 2 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คณิตกรณรวม ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์และไม่มีข้อผิดพลาด จึงอยู่ในระดับมากที่สุด

องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ (26 คน คิดเป็นร้อยละ 65) อยู่ในระดับไม่มี ในขณะที่สถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ (15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5) อยู่ในระดับปานกลางและสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ (30 คน คิดเป็นร้อยละ 75) อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งความคิดริเริ่มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของสถานการณ์ นอกจากนี้องค์ประกอบของความคิดริเริ่มเน้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง อีกทั้งเมื่อนักเรียนคิดสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบแล้วนักเรียนต้องดำเนินการคำนวณตามหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและตอบคำถามให้ครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มดังภาพที่ 3

๓ เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ YP ต้องการกระตุ้นยอดขายจึงผลิตกางเกงแบรนด์ YP เพื่อเป็นสินค้าตัวอย่างก่อนวางจำหน่ายจริง โดยจะให้ไปโรมชั่นเสริมสำหรับลูกค้าที่ซื้อสินค้าแบรนด์ YP ตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกางเกงมีขนาด S, M, L, XL และ 2XL โดยแต่ละขนาดมีสีทั้งหมด 2 สี คือ สีฟ้า และสีชมพู ต้นทุนของกางเกงขนาด S – 2XL ราคา 150 บาท นอกจากนี้ต้นทุนของเสื้อขนาด S – L ราคา 60 บาท และขนาด XL – 2XL ราคา 110 บาท ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดไปโรมชั่นเสริมอย่างไรให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน และลูกค้ามีวิธีในการเลือกซื้อเสื้อกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

ไม่ไปซื้อ

เสื้อสีฟ้า 5 ลำตัว ๖ ตัว และกางเกง 1 ตัว

เสื้อตัวที่ 1 เสื้อตัวที่ 2 เสื้อตัวที่ 3 เสื้อตัวที่ 4 เสื้อตัวที่ 5

(แบบ ขนาด ส) (แบบ ขนาด ส) (แบบ ขนาด ส) (แบบ ขนาด ส) (แบบ ขนาด ส)

$(2 \times 1 \times 1)$ $(2 \times 1 \times 1)$ $(2 \times 1 \times 1)$ $(2 \times 1 \times 1)$ $(2 \times 1 \times 1)$

$= 2 \times 2 \times 2 = 2 \times 2$

$= 32$ วิธี

∴ กางเกง 300 บาท ราคาขาย 500 บาท กำไร 200 บาท

กางเกง (60 × 5 = 300 บาท)

หารราคาขาย (100 × 5 = 500 บาท)

กำไรจากกางเกง = 200 - 150 (ราคากางเกง) = 50 บาท

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด

จากภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างให้สอดคล้องกับเงื่อนไขได้ถูกต้องและมีโปรโมชันเสริมให้กับลูกค้าโดยทางร้านไม่ขาดทุนจากการแถมกางเกงแบรนด์ YP ซึ่งเป็นวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองโดยมีเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ใช้โปรโมชันนี้ จึงคิดเป็นร้อยละ 2.50 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 15 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมดตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จึงอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการวิจัยความสอดคล้องของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการ คือ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความคิดริเริ่ม นอกจากนี้องค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการมีพัฒนาการสูงกว่าแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1 และองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการมีพัฒนาการสูงกว่าแบบทดสอบในสถานการณ์ 1 และ 2 เนื่องจากในการทำใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนได้มีการระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในและภายนอกกลุ่มอยู่เสมอ รวมถึงร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) จึงได้เห็นวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายด้วยการแสดงเหตุผลสนับสนุนวิธีการหาคำตอบของตนเอง อีกทั้งเมื่อวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้องนักเรียนสามารถดำเนินการปรับปรุงแก้ไขได้ก่อนครบวงจรปฏิบัติการ แต่ในทางกลับกันการทำแบบทดสอบแต่ละสถานการณ์ของนักเรียนรายบุคคลขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจของแต่ละบุคคล อีกทั้งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องมีข้อจำกัดด้านเวลา จึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบและใบกิจกรรมมีแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

อภิปรายผล

นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องในแบบทดสอบอยู่ในระดับมากขึ้นไปทุกสถานการณ์ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับใบกิจกรรม โดยทั้ง 4 ขั้นตอนของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดคล่อง เช่น สถานการณ์ “Chef ป่อมพาชิม” ในขั้นตอนการสร้างกรณีเริ่มต้นด้วยการที่ครูใช้สถานการณ์ที่ทำทนายเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้เข้าถึงง่าย และอธิบายการสร้างกรณีให้ชัดเจนว่าขึ้นอยู่กับยุทธวิธีหรือกรอบความคิดเท่านั้นจะทำให้สร้างกรณีได้หลากหลาย โดยในขั้นตอนการคาดเดานักเรียนหาจำนวนวิธีการเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป่อมด้วยการใช้ความรู้อย่างถูกต้อง เนื่องจากมีการทบทวนความรู้ให้นักเรียนก่อนเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความแม่นยำในเนื้อหา และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยการอธิบายเหตุผลสนับสนุนการแสดงวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเอง โดยที่ครูใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนเห็นมุมมองการแสดงวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายจากการวิพากษ์วิจารณ์แม้ว่าจะเป็นโจทย์ปัญหาเดียวกัน ได้แก่ การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี คิดกรณีรวม การเปลี่ยนมุมมองปัญหา: มุมมองที่เฉพาะเจาะจงเป็นมุมมองกว้าง และการเขียนภาพ

หรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้ และนำไปสู่ขั้นตอนการสรุปที่ครูให้นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของตนเองเพื่อให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ในทุกวิธีการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rueangsukanan, Janjaruporn & Hajisalah (2011) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้สามารถหาผลเฉลยได้จำนวนมากภายในเวลาที่กำหนดซึ่งจะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นในแบบทดสอบอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสถานการณ์ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับใบกิจกรรม โดยทั้ง 4 ขั้นตอนของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดยืดหยุ่น เช่น สถานการณ์ “Chef ป้อมพาชิม” ในขั้นตอนการสร้างกรณีต่อเนื่องมาจากความคิดคล่องเพียงแต่มีเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และสามารถสร้างกรณีที่หลากหลายเพื่อนำมาตัดสินใจในการเลือกสำหรับแสดงวิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการคาดเดาซึ่งครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้เลือกการคาดเดาที่มีความเป็นไปได้และสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะเลือกการคาดเดาที่ได้คำตอบรวดเร็วที่สุด เนื่องจากประหยัดเวลา เพราะความคิดยืดหยุ่นไม่กำหนดจำนวนวิธีการโดยสามารถแสดงเหตุผลสนับสนุนได้ และนำไปสู่ขั้นตอนการสรุปครูเน้นย้ำเกี่ยวกับการปรับปรุงการคาดเดาเพื่อลดข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Keawmeechai & Kijkuakul (2021) ที่กล่าวว่า ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งการนำความรู้มาช่วยในการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายและปรับแนวคิดให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่เสมอซึ่งจะเป็นแนวคิดที่หลากหลายเพิ่มขึ้น

นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มในแบบทดสอบอยู่ในระดับไม่มี ปานกลาง และมากที่สุด ตามลำดับ กล่าวคือความคิดริเริ่มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของสถานการณ์ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับใบกิจกรรม โดยทั้ง 4 ขั้นตอนของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดริเริ่ม เช่น สถานการณ์ “Chef ป้อมพาชิม” ในขั้นตอนการสร้างกรณีต่อเนื่องมาจากความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเพียงแต่ให้นักเรียนสร้างเงื่อนไขขึ้นด้วยตนเองตามสถานการณ์ที่ระบุไว้และแสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง การสร้างกรณีนั้นขึ้นอยู่กับการรู้และประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่แปลกใหม่และเลือกกรณีที่เป็นไปได้ในการหาจำนวนวิธี นักเรียนต้องนำกรณีที่สร้างขึ้นมาได้แสดงวิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการคาดเดาของแต่ละกลุ่มและอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนว่าถูกต้องตามกรณีที่สร้างขึ้นหรือไม่ การวิพากษ์โจทย์ปัญหาเดียวกันนักเรียนสามารถสร้างกรณีได้หลากหลายวิธีการขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของนักเรียน และนำไปสู่ขั้นตอนการสรุปที่ครูให้นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของตนเองให้ถูกต้อง ซึ่งพบว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนเริ่มต้นจากไม่มีเป็นมากที่สุดโดยต้องอาศัยการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yamsok & Poonpaiboonpipat (2023)

ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะด้านความคิดริเริ่มเป็นด้านที่ต้องอาศัยระยะเวลาในการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นด้านที่มีการพัฒนาน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ควรออกแบบสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย โดยการใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดของครู รวมถึงครูเน้นให้นักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์อย่างละเอียดและปรับปรุงตามคำแนะนำให้ครบถ้วน เพื่อลดข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบได้ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการพัฒนาองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มน้อยที่สุด การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาในประเด็น ดังนี้

2.1 ควรศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม

2.2 ควรศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคาดเดาและการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากความสามารถในการคาดเดา (Conjecturing) และการแสดงเหตุผล (Justifying) มีความสำคัญต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

References

- Hiebert, J., et al. (2005). Mathematics teaching in the United States today (and tomorrow): results from the TIMSS 1999 video study. **Educational Evaluation and Policy Analysis**. 27(2), 111-132.
- Keawmeechai, N. & Kijkuakul, S. (2021). kanchatkañ rianrū thī nēn kñ patibat doī chai ngān thāng khanittasāt phūā phatthanākñ khīt sāngsan thāng khanittasāt rūāng sēsuan lāe chāmnuān khla khōng nak rian namat yom suksā pī thī hā [Practice-based learning management using mathematical applications to develop mathematical creativity. Subject: Fractions and Mixed Numbers of Grade 5 Students]. **Journal of Kasetsart Educational Review**. 36(2), 180-190.
- Kijkuakul, S. (2014). kanchat kitchakam kñrianrū wittayāsāt thitthāng samrap khurū satawat thī yīsip‘et [Organizing Science Learning Activities Directions for 21 Century Teachers]. Phitsanulok: Juldis Printing.
- Knudsen, J., Stevens, H., Meloy, T., Kim, H. & Shechtman, N. (2018). **Mathematical argumentation in middle school–The what, why, and how**. London: Corwin.

- Makanong, A. (2011). **thaksa læ krabuānkān thāng khanittasāt : kānphatthana phūa phatthanakān** [Mathematical skills and processes: development for development]. 2nd ed. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.
- Ministry of Education. (2017). **tua chī wat læ sara kānrīanrū kēn klāng klum sara kānrīanrū khanittasāt (chabap prapprung Phō,So, sōngphanhārōjhoksip) tām laksūt kēn klāng kānsuksā naphūn thān Phutthasakkarāt sōngphanhārōjhasip** 'et [Core Learning Indicators and Contents Mathematics Learning Subject Group (Revised 2017) according to the Basic Education Core Curriculum 2008]. 1th ed. Bangkok: Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2022). **Pisa 2022 creative thinking**. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/innovation/creative-thinking/>
- Rueangsukanan, T., Janjaruporn, R. & Hajisalah, S. (2011). **kānsuksā phruttkam dān khwāmkhīt khon 'ong læ khwāmkhīt yūtyun rūāng rēkhākhanit khōng nak rīan namat yom suksā pī thī nung phān kitchakam kān kē panhā thāng khanittasāt læ kān radom samōng** [The study of agile and flexible thinking behavior Geometry subjects of 1st grade students through math problem solving activities and brainstorming]. **Journal of Research and Curriculum Development**. 27(2), 133-151.
- Silver, E. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. **ZDM Mathematics Education**. 29(3), 75-80.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). **khūmū kānchai laksūt klum sara kānrīanrū khanittasāt (chabap prapprung Phō,So, sōngphanhārōjhoksip) radap matthayommasuksā tōn plāi** [Manual for using the Mathematics Learning Subject Group (Revised 2017) High School Level]. Retrieved from <https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8379-2560-2551-8379>.
- Yamsok, T. & Poonpaiboonpipat, W. (2023). **kānchat kitchakam kānrīanrū dūai kēm kra dā nōrōwō bōkānchai ngān thāng khanittasāt phūa phatthana thaksa khwāmkhīt sāngsan rūāng phūnthī phiu læ parimat khōng nak rīan namat yom suksā pī thī sōng** [Organizing learning activities with board games combined with mathematical applications to develop creative skills on surface area and volume of secondary school students]. **Journal of Science and Science Education**. 6(2), 303-319.