



การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



กัญญาณัฐ ไผ่วุฒิพันธ์

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

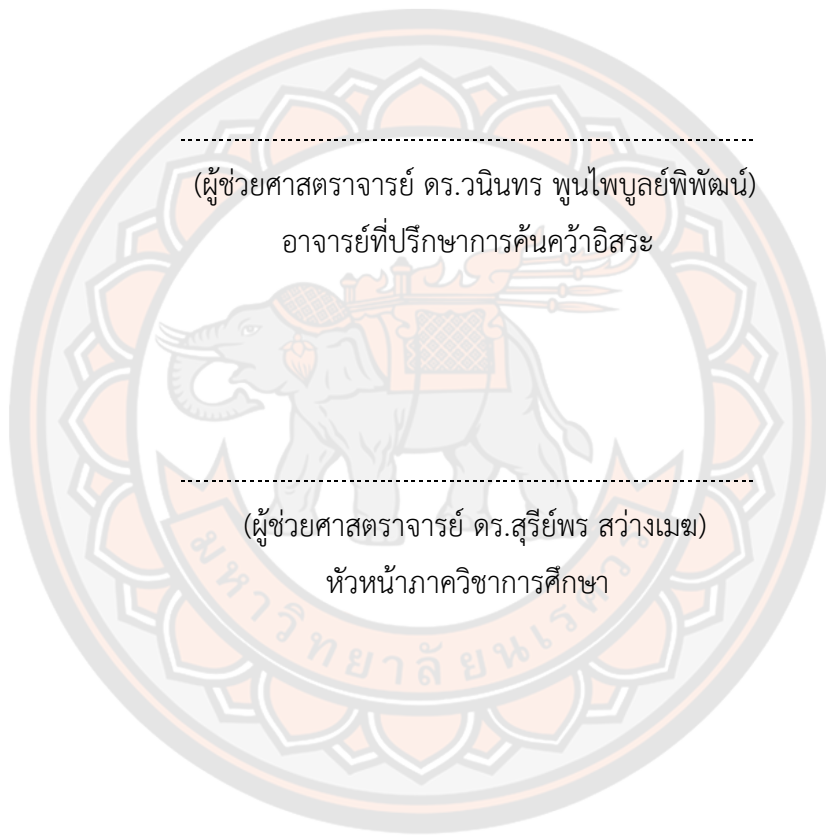
การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง
คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4"
ของ กัญญาณัฐ ไม้วุฒิพันธ์
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	กัญญาณัฐ ไข่มุขพันธ์
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2567
คำสำคัญ	การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์, การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์, หลักการนับเบื้องต้น

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 10 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล และขั้นตอนที่ 4 การสรุป มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน การฝึกฝนและพัฒนา

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย โดยครูจะต้องใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิด และให้นักเรียนดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำหลังจากการวิพากษ์วิจารณ์อย่างละเอียด

2. นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนมีการพัฒนาองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง และองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มพัฒนาน้อยที่สุด



Title	LEARNING IMPLEMENTATION USING MATHEMATICAL ARGUMENTATION TO ENHANCE CREATIVE THINKING ABILITY ON THE TOPIC OF FUNDAMENTAL COUNTING PRINCIPLE FOR GRADE 10 STUDENTS
Author	Kanyanat Phivuttiapan
Advisor	Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2024
Keywords	Mathematical Argumentation, Creative Thinking Ability, Fundamental Counting Principle

ABSTRACT

This research aimed to study 1) the appropriate way of learning implementation using mathematical argumentation to enhance creative thinking ability, and 2) the effects of learning implementation using mathematical argumentation to enhance creative thinking ability on the topic of fundamental counting principle for grade 10 students. The target group was 40 students in grade 10/1 of a high school in Nakhon Sawan Province in the second semester of academic year 2023 by purposive sampling. The research methodology was the classroom action research comprising of three cycles and took totally 10 hours. The instruments used in the research were three lesson plans, a reflective learning form, activity sheets, and a creative thinking ability test. Data were analyzed by content analysis, and percentage.

The results revealed that

1. The learning implementation using mathematical argumentation on the topic of fundamental counting principle composed of 4 steps as follow: 1) generating cases, 2) conjecturing, 3) justifying, and 4) concluding. Additionally, the teacher should emphasis on selecting scenarios that are representative of real-world events,

maintaining practice and the development of creative thinking ability, and providing students with mathematical arguments through which they can express their opinions. The teacher should also utilize open-ended questions to provoke critical thinking and encourage students to revise their work after receiving thorough criticism.

2. The majority of students were in the highest degree of creative thinking ability. Students' ability to be creative was most developed in the area of flexibility, then fluency, and least developed in the area of originality.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและคณะกรรมการทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ตลอดจนตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดร.อาทร นกแก้ว อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และนางสาวชญาณี ฤทธิณรงค์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหนองกรดพิทยาคม จังหวัดนครสวรรค์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนหนองกรดพิทยาคม จังหวัดนครสวรรค์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนหนองกรดพิทยาคม จังหวัดนครสวรรค์ ที่ให้ความร่วมมือในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติมิตร และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่านที่คอยสั่งสอนและอบรมให้นิสิตเป็นอย่างดี และขอใจเฟื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

กัญญาณัฐ ไผ่วุฒิพันธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งใน จังหวัดนครสวรรค์ พุทธศักราช 2561 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	8
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์.....	9
ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
รูปแบบการวิจัย.....	39

กลุ่มเป้าหมาย	40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	40
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
การวิเคราะห์ข้อมูล	49
บทที่ 4 ผลการวิจัย	53
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	53
ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	71
บทที่ 5 บทสรุป	102
สรุปผลการวิจัย.....	102
อภิปรายผลการวิจัย.....	107
ข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	120
ประวัติผู้วิจัย	203

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของ Siswono (2011)	26
ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1962, อ้างถึงใน อรรถพร เพชรสงค์, 2565)	27
ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967, อ้างถึงใน ธรินทร์ แย้มสุข, 2565)	29
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	31
ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	33
ตาราง 6 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	40
ตาราง 7 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อสถานการณ์ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	41
ตาราง 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในใบกิจกรรมกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	45
ตาราง 9 แสดงการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	47
ตาราง 10 แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	51

ตาราง 11 แสดงผลการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	56
ตาราง 12 แสดงผลการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของ สิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	61
ตาราง 13 แสดงผลการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกัน ทั้งหมด ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	65
ตาราง 14 สรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์ซึ่งจำแนกตามบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้.....	66
ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1	72
ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2	78
ตาราง 17 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3	82
ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ (รายด้าน) จากทั้ง 3 ใบกิจกรรม	86
ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1	87
ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2	88

ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3.....	88
ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์.....	89
ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์.....	93
ตาราง 24 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์.....	96
ตาราง 25 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	122
ตาราง 26 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4.....	126

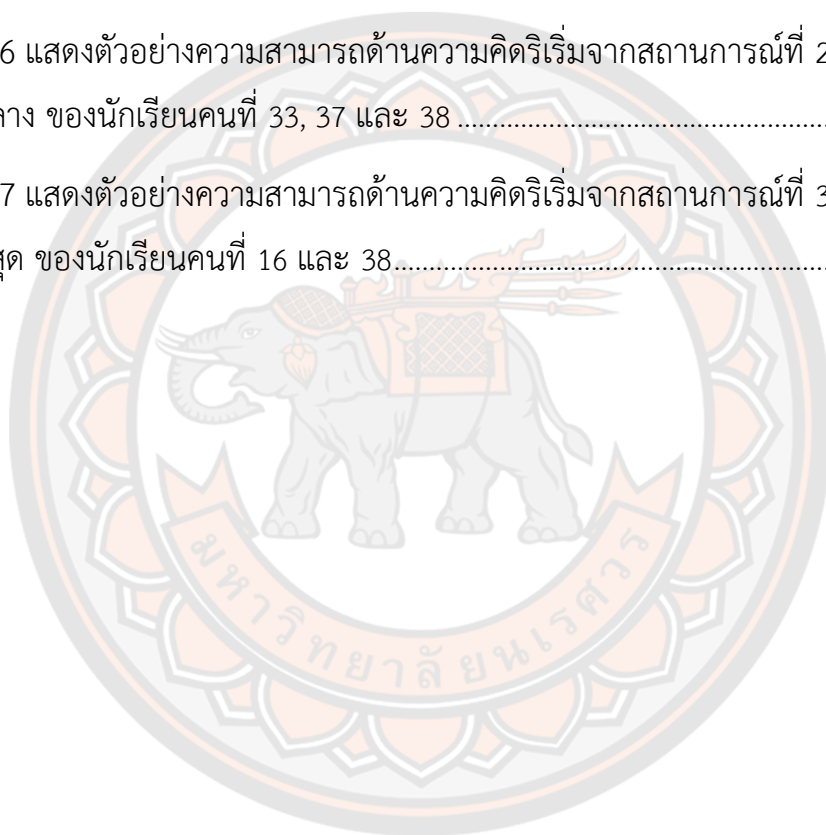
สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 1 “Chef ป่อมพาชิม” ของวงจร ปฏิบัติการที่ 1.....	73
ภาพ 2 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมาก ที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 2.....	74
ภาพ 3 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับ มากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 3	74
ภาพ 4 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมาก ที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 6.....	75
ภาพ 5 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมาก ของนักเรียนกลุ่มที่ 4.....	76
ภาพ 6 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับ มาก ของนักเรียนกลุ่มที่ 5.....	77
ภาพ 7 แสดงตัวอย่างสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 2 “ชวนมาร่วมเฟรม” ของวงจร ปฏิบัติการที่ 2.....	79
ภาพ 8 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากใบกิจกรรมที่ 2 อยู่ในระดับมาก ที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 4.....	80
ภาพ 9 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 2 อยู่ในระดับ มากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 3 และ 5 ตามลำดับ.....	80
ภาพ 10 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 2 อยู่ในระดับ มากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 6 และ 8 ตามลำดับ.....	81

ภาพ 11 แสดงตัวอย่างสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 3 “แผ่นดิสก์เจ้าปัญหา” ของวงจรปฏิบัติการณ์ที่ 3.....	83
ภาพ 12 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากใบกิจกรรมที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 4	84
ภาพ 13 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 6 และ 7 ตามลำดับ.....	84
ภาพ 14 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 4, 5, 6 และ 8 ตามลำดับ	85
ภาพ 15 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 16.....	90
ภาพ 16 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับน้อย ของนักเรียนคนที่ 20	90
ภาพ 17 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 32.....	91
ภาพ 18 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 38.....	92
ภาพ 19 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 2 และ 24.....	94
ภาพ 20 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 29.....	95
ภาพ 21 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 37.....	95
ภาพ 22 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 9, 16, และ 24	97

ภาพ 23 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับไม่มี ของนักเรียนคนที่ 7 และ 10.....	97
ภาพ 24 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 3 และ 16.....	98
ภาพ 25 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 19 และ 36.....	99
ภาพ 26 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับปานกลาง ของนักเรียนคนที่ 33, 37 และ 38	99
ภาพ 27 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 16 และ 38.....	100



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้มนุษย์เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ แบบแผน โดยสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ส่งผลให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ รวมถึงแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นอันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1)

ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) 2018 ในส่วนของผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนด้านคณิตศาสตร์เฉลี่ย 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ที่มีคะแนน 489 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) โดย PISA เน้นการประเมินความรู้และทักษะที่ต้องใช้ในชีวิตจริงนอกโรงเรียนในอนาคต แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูในปัจจุบันยังเป็นเพียงแค่การสอนนักเรียนเพื่อให้ความรู้เท่านั้น ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นการช่วยให้นักเรียนพัฒนาทั้งความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญรวมถึงให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล ดังที่ OECD (2018) กล่าวว่า ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การแปลงปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์เป็นสมรรถนะสำคัญที่เยาวชนจำเป็นต้องเตรียมพร้อมสำหรับอนาคต ด้วยเหตุนี้ การประเมิน PISA 2022 จึงได้ทำการประเมินแบบใหม่ที่ได้

รวบรวมการวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ โดยวัดความสามารถมีส่วนร่วมอย่างมีประสิทธิภาพในการสร้าง ประเมิน และปรับปรุงแนวคิด ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ มีการพัฒนาองค์ความรู้ และเป็นการแสดงออกถึงจินตนาการที่เกิดประโยชน์ (OECD, 2022)

ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงบริบทในชั้นเรียนของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเน้นให้นักเรียนทำตามตัวอย่างหรือวิธีการสอนของผู้สอน ซึ่งทำให้นักเรียนละเลยการนำเอาวิธีการที่ดีกว่าหรือมีประสิทธิภาพมากกว่ามาใช้ในการแก้ปัญหาและเป็นการจำกัดทางความคิดของนักเรียนทำให้นักเรียนอยู่ในภาวะยึดติด กล่าวคือ นักเรียนไม่สามารถคิดวิธีการแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพมากกว่ามาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่กล้าที่จะแสดงแนวคิดที่แตกต่างจากผู้สอนหรือแปลกใหม่จากเดิมเพียงเพราะนักเรียนกลัวว่าแนวคิดที่แตกต่างนั้นไม่ถูกต้องและไม่เหมือนผู้สอน รวมถึงการอธิบายเหตุผลโต้แย้งและการยอมรับฟังแนวคิดที่แตกต่างของเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนควรได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดใหม่นำมาสู่การค้นพบปัญหาของผู้วิจัย คือ นักเรียนไม่กล้าที่จะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีการคิดหาคำตอบให้เพื่อนต่างกลุ่มฟัง และวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของเพื่อน รวมถึงนักเรียนไม่กล้าที่จะคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการที่แปลกใหม่ด้วยตนเองเมื่อเจอสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังที่ อัมพร มาคทอง (2554) กล่าวว่า ปัจจุบันนักเรียนกลัวความแตกต่างจึงไม่ฝึกคิดและทำวิธีการเดียวกันเพื่อให้ได้คำตอบเช่นเดียวกันจึงไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ล้วนเป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนจำเป็นต้องมีไม่มากก็น้อย โดยการคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐานจินตนาการและวิจารณญาณในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้นฐาน ๆ เพียงเล็กน้อยไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และมีคุณค่าที่คนส่วนใหญ่คาดไม่ถึงหรือมองข้ามตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 46) นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้แนะนำถึงบรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ การเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษา คำแนะนำของผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถเริ่มต้นจากการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย

น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียนและเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาคควรจัดเป็นกิจกรรมในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหาให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดเป็นการช่วยเสริมเติมเต็มทำให้ได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และหลากหลาย ปัญหาปลายเปิดซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบหลายคำตอบ หรือมีแนวคิด หรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง เป็นปัญหาที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ เมื่อนักเรียนคนหนึ่งหาคำตอบหนึ่งได้แล้วก็ยังมีสิ่งท้าทายให้นักเรียนคนอื่น ๆ คิดหาคำตอบอื่น ๆ ที่เหลืออยู่ สำหรับปัญหาที่มีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง แม้ว่านักเรียนจะหาคำตอบได้ผู้สอนต้องแสดงให้นักเรียนตระหนักถึงการให้ความสำคัญกับแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้นด้วยการส่งเสริมและยอมรับแนวคิด หรือวิธีการที่หลากหลายของนักเรียนในการให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการหลาย ๆ อย่างในการแก้ปัญหาหนึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกว่าการให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหาโดยใช้แนวคิดหรือวิธีการเพียงอย่างเดียว ซึ่งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนากระบวนการคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียน รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนมีผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีมากขึ้น โดยองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลายได้ (Silver, 1997) ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถปรับตัวเข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรวดเร็วได้ และพัฒนาความสามารถของตนเองในการทำงานตลอดจนสังคัม รวมถึงรับมือกับความท้าทายที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้นด้วยแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ติดอยู่ในกรอบเดิมได้ด้วยตนเอง

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและเหตุผลที่มีความแปลกใหม่ของวิธีการหาคำตอบ คือ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Argumentation) ซึ่งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เน้นให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Rumsey & Langrall, 2016) โดยแนวคิดของ Knudsen, Stevens, Meloy, Kim & Shechtman (2018) มีขั้นตอนรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล และขั้นตอนที่ 4 การสรุป ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ภายใต้เนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Hiebert et al., 2005) นอกจากนี้การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันของนักเรียน โดยเป็นการเปิดโอกาสให้

นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ รวมถึงได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการหลายอย่างในการแก้ปัญหาหนึ่งซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

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

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง
2. ขอบเขตของเนื้อหา
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2 ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐานในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ตามหลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ พุทธศักราช 2561 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565) ตามหลักสูตรแกนกลาง

การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 10 ชั่วโมง โดยมีหัวข้อย่อย ดังนี้

- 2.1 หลักการบวกและหลักการคูณ จำนวน 4 ชั่วโมง
- 2.2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง
- 2.3 การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง
3. สิ่งที่ศึกษา
 - 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการอภิปราย คาดการณ์คำตอบขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบซึ่งแสดงเหตุผลนำไปสู่การสรุปข้อเท็จจริงและความสมเหตุสมผลของข้อสรุป โดยในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน โดยครูเป็นผู้กำหนดงานและสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสร้างกรณีปัญหาที่ช่วยในการแก้ปัญหาหรือสนับสนุนการอภิปรายสถานการณ์อย่างหลากหลายในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล หารูปแบบความสัมพันธ์สังเกต และแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือระดมสมองแนวคิดกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อเตรียมสร้างกรณีอย่างหลากหลายที่เป็นไปได้และคัดเลือกกรณี

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอธิบายการคาดเดาและสร้างการคาดเดาโดยแสดงการสร้างกรณีปัญหาทั้งหมดที่นักเรียนสร้างขึ้นและสามารถตัดสินใจได้ว่าอาจจะเป็นจริง รวมถึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระดมความคิดร่วมกันผ่านการสนทนาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การคาดเดามากยิ่งขึ้นจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันโดยการรับฟังและต่อยอดแนวคิดของนักเรียนภายในกลุ่มเพื่อให้เกิดการคาดเดาที่มีความหลากหลายหรือแปลกใหม่ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของผู้อื่นและให้นักเรียนบันทึกการคาดเดาของกลุ่มตนเองอย่างละเอียด

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูจัดลำดับการคาดเดาของนักเรียนทุกกลุ่ม และเลือกให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบทีละประเด็นตามลำดับโดยการเสนอเหตุผลว่าทำไมการคาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จหลากหลายวิธี เช่น การให้เหตุผลแย้ง การยกตัวอย่าง การใช้รูปภาพ ที่ทำ

ให้การให้เหตุผลมีความสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ พิสูจน์และอธิบายเหตุผล วิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของผู้อื่น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผลโดยการโต้แย้งได้ โดยเป็นขั้นที่โน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับในเหตุผลที่ตนเองนำเสนอว่ามีความน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จและสรุปความสมเหตุสมผลของเหตุผลตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด โดยยึดตามเหตุผลของนักเรียนทุกคนหรือยึดตามข้อโต้แย้งของนักเรียนที่ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์อย่างถี่ถ้วนจากผู้อื่นและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งไปยังอีกแนวคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งได้อย่างเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าคุณเองเรียนรู้อะไรบ้าง และสามารถปรับปรุงแก้ไขบันทึกการสร้างกรณีปัญหา การคาดเดา การแสดงเหตุผลของกลุ่มตนเองอย่างละเอียดตามคำแนะนำได้อย่างถูกต้อง

2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แตกต่างหลากหลายและเป็นสิ่งใหม่ ซึ่งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดและประเมินได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็วโดยไม่มีการกำหนดจำนวนวิธีการหาคำตอบและมีการกำหนดเวลาอย่างเหมาะสม ซึ่งครูและนักเรียนต้องตรวจสอบว่าวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด

องค์ประกอบที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) โดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

องค์ประกอบที่ 3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ พุทธศักราช 2561 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 วิสัยทัศน์ จุดมุ่งหมาย และพันธกิจของหลักสูตรโรงเรียน

1.2 คำอธิบายรายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2

1.3 ตัวชี้วัดรายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

2.2 ลักษณะของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

2.4 ตัวอย่างประเด็นสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.4 การวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.5 รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ พุทธศักราช 2561 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1. วิสัยทัศน์ จุดมุ่งหมาย และพันธกิจของหลักสูตรโรงเรียน

วิสัยทัศน์ คือ ยกระดับผลสัมฤทธิ์ น้อมนำพาเศรษฐกิจพอเพียง เทียบเคียงมาตรฐานสากล บนพื้นฐานคุณธรรม ความเป็นไทย ก้าวไกลสู่อาเซียน

จุดมุ่งหมาย คือ

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

พันธกิจ คือ

1. พัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้อย่างหลากหลาย รวมทั้งบูรณาการสาระอาเซียนและมาตรฐานสากล

2. พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาให้ไปตามเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพ

3. พัฒนาผู้เรียนให้มีคุณธรรม มีความรู้ มีจิตสาธารณะและมีความเป็นไทย

4. ส่งเสริม พัฒนาสิ่งแวดล้อมและแหล่งเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย

5. ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้และบริหารจัดการ

6. ส่งเสริมการบริหารจัดการศึกษาแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

วิสัยทัศน์ จุดมุ่งหมาย และพันธกิจของหลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ พุทธศักราช 2561 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สะท้อนให้เห็นถึงบริบทต่าง ๆ ของโรงเรียน กล่าวคือ โรงเรียนมีการจัดการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา โดย

การประยุกต์กับเศรษฐกิจพอเพียงให้เป็นมาตรฐานสากลบนพื้นฐานคุณธรรม ความเป็นไทย และนำสู่อาเซียน

2. คำอธิบายรายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2

ศึกษา วิเคราะห์ หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีทีสิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด เช่น การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของธงอาเซียนและธงประเทศสมาชิกอาเซียน การจัดหมู่กรณีทีสิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด และ การทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

เพื่อให้เห็นคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความซื่อสัตย์ สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นทำงาน

3. ตัวชี้วัดรายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2

ตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในรายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2 หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ พุทธศักราช 2561 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กำหนดตัวชี้วัด ดังนี้

ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

ค 3.2 ม.4/2 หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

โดยตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Kuhn & Udell (2003) กล่าวว่า การโต้แย้ง หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป หรือกลุ่มคนมีทัศนคติหรือความคิดเห็นตรงข้ามกัน

Rumsey & Langrall (2016) กล่าวว่า การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหนึ่งของวาทกรรมทางสังคมที่มีพลวัตในการค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่และโน้มน้าวผู้อื่นว่าข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นความจริงภายในสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน โดยการให้เหตุผล

เป็นส่วนหนึ่งของข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีการให้หลักฐานและเหตุผลเพื่อโน้มน้าวผู้อื่นว่า ข้อกล่าวอ้างนั้นถูกต้อง

กฤตยาณี พ่วงเสื่อ (2563) กล่าวว่า การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามสร้างข้อมูลสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ รวมถึงการยอมรับบนพื้นฐานของข้อมูล และหลักฐานเชิงประจักษ์จากการศึกษาค้นคว้าหรือการพิสูจน์ด้วยตนเองร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและหลักฐานเข้าด้วยกัน

ศรีธัญญา ศรีแปง (2565) กล่าวว่า การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามสร้างข้อมูลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เพื่อนำไปสู่การยืนยันข้อมูล และการลงข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือ โดยอ้างอิงถึงหลักฐานและเหตุผลร่วมด้วย

ความหมายการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปพยายามแสดงความคิดเห็นเพื่อสนับสนุนหลักฐานและเหตุผลของข้อกล่าวอ้างทางคณิตศาสตร์ และนำไปสู่การยืนยันและลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ

2. ลักษณะของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Schiffirin (1985) กล่าวว่า การโต้แย้งสามารถแบ่งลักษณะได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การโต้แย้งเชิงวาทศิลป์ (Rhetorical) ผู้สนทนามีเพียงคนเดียวที่ครอบครองบทสนทนานั้น เช่น การเขียนบทความเพื่อโต้แย้งในวารสารการได้วาที เป็นต้น

2. การโต้แย้งแบบเผชิญหน้า (Oppositinal) ผู้สนทนาต่างมีส่วนร่วมในการครอบครองบทสนทนานั้นอย่างละเท่า ๆ กัน เช่น การพูดอภิปรายหรือการพูดโต้แย้งในกลุ่มสนทนาย่อย เป็นต้น

Eemeren, Grootendorst, Jackson & Jacobs (1997) กล่าวว่า การโต้แย้งสามารถแบ่งลักษณะได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. การโต้แย้งมีการกล่าวอ้างโดยมีการให้เหตุผลรองรับและปฏิเสธต่อข้อกล่าวอ้างนั้น

2. การโต้แย้งแบ่งเป็น 2 ฝ่าย โดยฝ่ายที่ 1 ได้แก่ ฝ่ายสนับสนุนซึ่งเป็นฝ่ายที่เสนอความคิดและนำเสนอการกล่าวอ้าง และฝ่ายที่ 2 ได้แก่ ฝ่ายคัดค้านที่ไม่เชื่อในการกล่าวอ้างนั้นจึงทำให้เกิดการโต้แย้งที่ขัดขวางการกล่าวอ้าง

3. การโต้แย้งแฝงอยู่ในการกระทำและกิจกรรมต่าง ๆ เช่น บทความในหนังสือพิมพ์ การสนทนาในชีวิตประจำวัน เป็นต้น

Lin & Mintzes (2010) กล่าวว่า การโต้แย้งสำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ประกอบด้วย

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการแสดงผลที่ได้จากการสืบค้น สืบค้น ทดสอบ ซึ่งเป็นการแสดงความคิดเห็นของตนเองในประเด็นข้อโต้แย้งที่กำลังพิจารณา

2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการให้เหตุผลแสดงความเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและทดสอบกับข้อกล่าวอ้างนั้น เพื่อสนับสนุนและทำให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ ซึ่งเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3. หลักฐานที่ใช้สนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการแสดงข้อเท็จจริงของข้อมูลสำหรับนำมาสนับสนุนในการอธิบายเหตุผลเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับและมีความน่าเชื่อถือ โดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองที่มีผู้อื่นเก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้วอย่างน่าเชื่อถือหรือหากมีการทำการทดลองซ้ำก็จะมีผลเช่นเดียวกับผลที่นำเสนอข้อกล่าวอ้างได้

4. ข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากเดิม (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งข้อกล่าวอ้างนั้นมีมุมมองที่แตกต่างออกไปจากเดิมที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึง ส่งผลให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดน้อยลงและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้อื่นตลอดจนข้อกล่าวอ้างเดิมไม่น่าเชื่อถืออีกต่อไปซึ่งวิธีการนี้เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไว้

5. การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดน้อยลงและทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมใช้ไม่ได้ในที่สุด โดยการนำเสนอหลักฐานที่เป็นประจักษ์และการอธิบายเหตุผลสนับสนุนมีความเชื่อถือว่ามาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น

ลักษณะของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำเสนอความคิดด้วยการใช้ข้อกล่าวอ้างและใช้หลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างทางคณิตศาสตร์ และนำไปสู่การยืนยันและลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ โดยเป็นการเปิดโอกาสให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันด้วยการนำเสนอความคิดอย่างหลากหลาย เพื่อพิจารณาว่าข้อกล่าวอ้างนั้นมีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความคิดที่แตกต่างร่วมกัน

3. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3.1 ขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Toulmin (1979, อ้างถึงใน Hitchcock, D., & Verheij, B., 2006) กล่าวว่า การโต้แย้งเน้นโครงสร้างการโต้แย้งของแต่ละบุคคลที่ใช้ตรวจสอบข้อขัดแย้งที่ซับซ้อน เพื่อใช้เป็นกรอบวิเคราะห์และเป็นเครื่องมือสำหรับประเมินจุดแข็งและจุดอ่อนของการโต้แย้งได้ ซึ่งรูปแบบการโต้แย้งนี้เน้นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผล มีขั้นตอนรูปแบบการโต้แย้ง 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยมีปัญหามาเป็นตัวตั้งเพื่อให้เกิดการโต้แย้งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ข้อมูล (Grounds) เป็นขั้นให้นักเรียนพิจารณาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่นำมาช่วยสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ขั้นตอนที่ 3 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นขั้นแสดงเหตุผล กฎเกณฑ์ หลักการที่เสนอเพื่อทำให้ความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือหรือสมเหตุสมผล ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นได้

Knudsen et al. (2018) กล่าวว่า การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ควรเริ่มจากการสร้างข้อโต้แย้งที่ใช้ได้จริงและวิพากษ์วิจารณ์การให้เหตุผลของผู้อื่น เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ความรู้ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น มีขั้นตอนรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่ทำทลายความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสร้างกรณีปัญหาที่ช่วยในการแก้ปัญหาหรือสนับสนุนการอธิบายสถานการณ์อย่างหลากหลายในชั้นเรียน โดยอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูล ทารูปแบบความสัมพันธ์ หรือสังเกตจากสถานการณ์ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์จากการรับรู้รูปแบบของการสร้างกรณีปัญหาต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) เป็นขั้นการแสดงการสร้างกรณีปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นและสามารถตัดสินใจได้ว่าอาจจะจริง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอธิบายการคาดเดาและสร้างการคาดเดา รวมถึงให้นักเรียนได้ระดมความคิดร่วมกันผ่านการสนทนาทางคณิตศาสตร์ เช่น การจับคู่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการคาดเดาเป็นกลุ่มสามารถนำไปสู่การคาดเดามากยิ่งขึ้นเมื่อนักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันโดยจะต้องรับฟังและต่อยอดแนวคิดของผู้อื่นเพื่อให้เกิดการคาดเดาที่มีความแปลกใหม่ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการตัดสินใจการคาดเดาของผู้อื่นและให้นักเรียนบันทึกการคาดเดาของตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) เป็นขั้นการเสนอเหตุผลว่าทำไมการคาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จ โดยการให้เหตุผลนั้นใช้ได้หลายวิธี เช่น การให้เหตุผลแย้ง การยกตัวอย่าง การใช้ตัวแปร การใช้รูปภาพ กราฟ ตาราง ที่ทำให้การให้เหตุผลมีความสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งลำดับการให้เหตุผลมีความสำคัญกับนักเรียนเป็นอย่างมากและมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนได้พิสูจน์และอธิบายเหตุผล วิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของผู้อื่น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผลโดยการโต้แย้งได้ โดยเป็นขั้นที่โน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับในเหตุผลที่ตนเองนำเสนอว่ามีความน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) เป็นขั้นการตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จและสรุปความสมเหตุสมผลของเหตุผลตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันในชั้นเรียนโดยยึดตามเหตุผลของนักเรียนทุกคนหรือยึดตามข้อโต้แย้งของนักเรียนที่ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์อย่างถี่ถ้วน

จากผู้อื่น โดยจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นถึงความเชื่อมโยงจากแนวคิดหนึ่งไปยังอีกแนวคิดหนึ่งได้อย่างเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองเรียนรู้อะไรบ้าง และสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อโต้แย้งตามคำแนะนำได้อย่างถูกต้อง

3.2 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Knudsen et al. (2018) กล่าวว่า การเริ่มต้นการสอนด้วยการโต้แย้งสามารถเริ่มต้นด้วยรูปแบบการโต้แย้งได้ไม่ครบทั้ง 4 ขั้นตอนในหนึ่งครั้งของกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ในทุกบทเรียนสามารถใช้บางขั้นตอนของการรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 รูปแบบที่ทำให้ง่ายต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 เริ่มต้นด้วยการเพิ่มการให้เหตุผลที่เหมาะสมกับบทเรียนของครู โดยการใช้คำถามกระตุ้นอย่างบ่อยครั้งจะทำให้นักเรียนตระหนักได้ว่าสามารถอธิบายและให้เหตุผลได้ด้วยตัวอย่างเช่น ครูใช้คำถามว่า “คุณรู้ได้อย่างไรว่าเป็นจริง” ไม่ว่าจะสอนบทเรียนอะไร นักเรียนจะสามารถสร้างข้อความทางคณิตศาสตร์ได้ แม้ว่าสิ่งที่พวกเขาได้เป็นเพียงผลลัพธ์ก็ตาม เพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลและอธิบายเหตุผลที่ดีที่สุดโดยยึดตามการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนพัฒนาขึ้นมา

รูปแบบที่ 2 สอนตามบทเรียนตามการคาดเดาเพียงอย่างเดียว ครูสามารถเริ่มต้นบทเรียนด้วยการคาดเดาที่ขัดแย้ง เพื่อให้เกิดสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักเรียนในตอนเริ่มต้น โดยครูควรวางแผนเพื่อกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการเริ่มต้นด้วยการคาดเดาที่ได้ออกแบบมาที่เน้นแนวคิดหรือความเข้าใจใหม่ เพราะครูบางคนเชื่อว่าการเริ่มต้นด้วยการคาดเดาผิดนั้นมีประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งที่แสดงถึงความคิดเริ่มแรกที่นักเรียนมักคาดเดาผิดบ่อยครั้งซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ควรนำเข้าสู่การสนทนาได้ โดยในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คำพูดของนักเรียนที่เกี่ยวกับการคาดเดาจะนำมาซึ่งเหตุผลที่นักเรียนยึดถือตามแนวคิดในขณะที่นักเรียนคนอื่นที่ไม่เห็นด้วยกับการคาดเดาพิจารณาและอธิบายสาเหตุว่าเพราะเหตุใดแนวคิดของนักเรียนจึงเปลี่ยนแปลงไป

รูปแบบที่ 3 สอนบทเรียนที่กำหนดให้และนักเรียนสร้างการคาดเดาของตนเองเมื่อเข้าสู่ขั้นตอนที่ 3 ครูจะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในรูปแบบการโต้แย้งทั้ง 4 ขั้นตอน ตัวอย่างเช่น ครูให้นักเรียนสร้างกรณีและทำการคาดเดาในครั้งนี้ และเลือกการคาดเดาเพื่อให้เหตุผลในครั้งถัดไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการอภิปราย คาดการณ์คำตอบขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบซึ่งแสดงเหตุผลนำไปสู่การสรุปข้อเท็จจริงและความสมเหตุสมผลของข้อสรุป โดยในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ด้วยสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน โดยครูเป็นผู้กำหนดงานและสถานการณ์ ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสร้างกรณีปัญหาที่ช่วยในการแก้ปัญหาหรือสนับสนุนการอภิปรายสถานการณ์ อย่างหลากหลายในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล หารูปแบบความสัมพันธ์ สังเกต และแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือระดมสมองแนวคิดกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อเตรียมสร้างกรณีอย่างหลากหลายที่เป็นไปได้และคัดเลือกกรณี

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการ อธิบายการคาดเดาและสร้างการคาดเดาโดยแสดงการสร้างกรณีปัญหาทั้งหมดที่นักเรียนสร้างขึ้นและ สามารถตัดสินใจได้ว่าอาจจะจริง รวมถึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระดมความคิดร่วมกันผ่านการ สนทนาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การคาดเดามากยิ่งขึ้นจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันโดย การรับฟังและต่อยอดแนวคิดของนักเรียนภายในกลุ่มเพื่อให้เกิดการคาดเดาที่มีความหลากหลายหรือ แปลกใหม่ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของผู้อื่นและให้นักเรียนบันทึกการคาดเดาของกลุ่ม ตนเองอย่างละเอียด

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูจัดลำดับการคาดเดาของนักเรียนทุกกลุ่ม และเลือกให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบทีละประเด็นตามลำดับโดยการเสนอเหตุผลว่าทำไมการ คาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จหลากหลายวิธี เช่น การให้เหตุผลแย้ง การยกตัวอย่าง การใช้รูปภาพ ที่ทำ ให้การให้เหตุผลมีความสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ พิสูจน์และอธิบายเหตุผล วิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของผู้อื่น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผลโดย การโต้แย้งได้ โดยเป็นขั้นที่เน้นนำให้ผู้เรียนยอมรับในเหตุผลที่ตนเองนำเสนอว่ามีความน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริง หรือเท็จและสรุปความสมเหตุสมผลของเหตุผลตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด โดยยึดตาม เหตุผลของนักเรียนทุกคนหรือยึดตามข้อโต้แย้งของนักเรียนที่ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์อย่างถี่ถ้วนจาก ผู้อื่นและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งไปยังอีกแนวคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งได้อย่างเป็น ระเบียบมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าคุณสมบัติที่ตนเองเรียนรู้อะไรบ้าง และสามารถปรับปรุงแก้ไขบันทึก การสร้างกรณีปัญหา การคาดเดา การแสดงเหตุผลของกลุ่มตนเองอย่างละเอียดตามคำแนะนำได้ อย่างถูกต้อง

ซึ่งในงานวิจัยนี้สอดคล้องแนวทาง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์ 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การใช้คำถามกระตุ้นอย่างบ่อยครั้งเพื่อกระตุ้นการให้เหตุผลของนักเรียน และสามารถอธิบายเหตุผลได้

รูปแบบที่ 2 การเริ่มต้นบทเรียนด้วยการคาดเดาที่ขัดแย้งเพื่อให้เกิดแนวความคิดที่นำไปสู่การโต้แย้งได้ อีกทั้งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้จากการคาดเดาที่ขัดแย้งนำไปสู่การคาดเดาที่ถูกต้อง

รูปแบบที่ 3 การให้นักเรียนสร้างการคาดเดาของตนเองเพื่อนำไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอธิบายเหตุผลกับผู้อื่น

4. ตัวอย่างประเด็นสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

กฤตยาณี พวงเสื่อ (2563) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูกล่าวทักทายและบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นติดแถบรูปสี่เหลี่ยมหลายชนิดโดยแต่ละชนิดมีหลายสี หลายขนาด และให้นักเรียนจำแนกโดยเริ่มจากครูกำหนดเกณฑ์ให้และนักเรียนกำหนดเกณฑ์เอง เช่น ขนาด สี ชนิด ด้าน และครูนำแถบรูปสี่เหลี่ยม 3 รูปมาเป็นต้นแบบในการสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะที่ร่วมกันของรูปสี่เหลี่ยมทั้ง 3 รูป ซึ่งหลังจากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสำรวจสี่เหลี่ยม โดยครูจะกำหนดรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ให้นักเรียนสำรวจ อธิบายสมบัติของแต่ละรูป และนำเสนอสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้คำถามว่า ถ้านักเรียนต้องจำแนกรูปสี่เหลี่ยมที่ครูกำหนดให้โดยใช้ขนาดของมุม ความยาวของด้าน และการขนานกันของด้านเป็นเกณฑ์นักเรียนจะสามารถจำแนกรูปสี่เหลี่ยมได้ที่ชนิด และแต่ละชนิดเรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมอะไร ซึ่งครูให้นักเรียนเขียนการคาดเดาของตนเองลงในใบกิจกรรม และให้นักเรียนปรึกษาสนทนากับเพื่อนต่างกลุ่มเป็นเวลา 2 นาที ครูเน้นย้ำนักเรียนว่าห้ามตัดสินการคาดเดาของเพื่อน เพราะเรายังไม่ได้พิสูจน์ว่ากลุ่มใดถูกต้อง กลุ่มใดไม่ถูกต้อง และให้นักเรียนกลับมาคาดเดากันอีกครั้งในกลุ่มของตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มให้เหตุผลหรือพิสูจน์ว่าการจำแนกชนิดของรูปสี่เหลี่ยมของกลุ่มของตนเองเป็นจริงและสรุปลงในใบกิจกรรม ซึ่งระหว่างการทำกิจกรรมของนักเรียนครูควรกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามและบอกนักเรียนขณะกำลังเขียนเหตุผล เช่น รูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปมีอะไรที่เหมือนกันและเหมือนกันอย่างไร มีอะไรที่เท่ากันแล้วนักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเท่ากัน นักเรียนสามารถดูสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมที่กลุ่มตนเองเขียนไว้ได้ จากนั้นครูนำการคาดเดาของนักเรียนและการให้เหตุผลมาติดไว้บนกระดานเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของตนเอง และครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจและศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน รวมถึงตรวจสอบการให้เหตุผลของเพื่อนได้โดย

การเลือกให้วิพากษ์วิจารณ์ทีละกลุ่ม และกลุ่มที่โดนวิพากษ์วิจารณ์หรือตรวจสอบสามารถใช้เหตุผลเพื่อนำมาเพื่อนกลุ่มอื่นให้คล้ายตามด้วยเช่นกัน

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูนำไปกิจกรรมติดบนกระดานอีกครั้งและให้นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและตัดสินใจว่ากลุ่มใดถูกต้องที่สุด จากการให้เหตุผลตรวจสอบและโต้แย้งที่ผ่านมา จากนั้นครูสะท้อนผลการคาดการณ์การให้เหตุผลและสรุปผลจากที่ได้แย้งของแต่ละกลุ่มว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหน และให้ข้อเสนอแนะในแต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไข นำไปสู่การอภิปรายสรุปการจำแนกชนิดของรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาขนาดของมุม ความยาวของด้าน และการขนานของด้านเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งให้นักเรียนทำกิจกรรมจัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยมในใบกิจกรรม

วิรมน ศรคม (2564) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูทบทวนความรู้ เรื่อง ปริซึมและลูกบาศก์ โดยการใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียน และสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับหน่วยของปริมาตร จากนั้นทำกิจกรรมตัดยางลูกบาศก์ เพื่อทบทวนการหาปริมาตร และครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา แจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาและเงื่อนไขในการทำกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูให้นักเรียนเขียนแสดงการคาดเดาแนวทางขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวาดภาพประกอบการอธิบาย จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนข้อคาดเดาของตนเอง และร่วมกันสรุปเป็นข้อคาดเดาของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการคิด และเขียนแสดงการดำเนินการหาคำตอบตามข้อคาดเดาของกลุ่มอย่างละเอียดเป็นขั้นตอนพร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาของกลุ่มตน รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยผลัดเปลี่ยนกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงานเพื่อนโดยใช้เหตุผลโน้มน้าวใจเพื่อนกลุ่มอื่นให้คล้ายตามด้วยเช่นกัน

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและตัดสินใจว่ากลุ่มใดถูกต้อง จากการที่ได้ให้เหตุผลตรวจสอบและโต้แย้ง รวมถึงครูสะท้อนผลการคาดการณ์ การนำเสนอแนวคิด การดำเนินการแก้ปัญหา และสรุปผลจากที่ได้แย้งของแต่ละกลุ่มว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหน และให้ข้อเสนอแนะในแต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไข

ศรินญา ศรีแปง (2565) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูกล่าวทักทายนักเรียนและบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ โดยครูนำรูปทรงสามมิติมาติดกระดาน แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียน

และใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้ รูปทรงสามมิติสามารถแบ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ ถ้านักเรียนต้องการหาปริมาตรของรูปทรงสามมิติสามารถหาได้อย่างไร ซึ่งครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา และให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่สามารถแบ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ ครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพิ่มเติมว่า รูปทรงสามมิติที่เรามองเห็นมีด้านใดบ้าง เมื่อเรารู้ทั้งสามด้านนี้สามารถหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้อย่างไร และให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เมื่อทำใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้วครูนำรูปทรงสามมิติมาติดบนกระดาน จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า ถ้านักเรียนต้องการหาปริมาตรของรูปสามมิติรูปนี้ให้ได้คำตอบเร็วกว่าเพื่อนกลุ่มอื่นนักเรียนคิดว่าจะใช้วิธีใดในการหาปริมาตร เพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีหาปริมาตรแบบนั้น โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบและเหตุผลลงใน Post-it แล้วออกมานำเสนอ รวมทั้งหาข้อสรุปของกลุ่มตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติสามารถแบ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่ ครูให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาลงในใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนเขียนข้อความ การวาดภาพ วาดแบบจำลอง การเขียนตัวเลข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงแทนการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูนำใบกิจกรรมของนักเรียนติดบนกระดานหน้าห้องเรียน จากนั้นแจก Post-it ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินสำรวจและศึกษาผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งตั้งประเด็นคำถามหรือข้อสงสัยโดยเขียนลงใน Post-it และแปะไว้ที่ผลงานนั้น ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการคาดเดาคำตอบและเหตุผลของการคาดเดาคำตอบของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งตอบประเด็นคำถามหรือให้เหตุผลอธิบายข้อสงสัยของเพื่อนที่เขียนลงใน Post-it ครูตั้งคำถามกระตุ้นนักเรียนว่า วิธีการหาปริมาตรรูปทรงสามมิติของกลุ่มนักเรียนทำอย่างไร อะไรทำให้นักเรียนคิดว่า วิธีการหาปริมาตรรูปทรงสามมิติที่นักเรียนเลือกมาสามารถได้คำตอบเร็วกว่าเพื่อนกลุ่มอื่น ครูรวบรวม Post-it ที่แปะไว้แต่ละกลุ่ม เพื่อนำมาตั้งเป็นประเด็นโต้แย้งและหาข้อสรุปทั้งชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูจัดกลุ่มประเด็นที่เหมือนกัน โดยครูให้นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและตัดสินใจว่าคำตอบใดถูกต้องที่สุดจากการให้เหตุผลและตรวจสอบประเด็นที่ผ่านมาด้วยการใช้คำถามกระตุ้นว่า นักเรียนแต่ละคนสรุปได้ว่า ปริมาตรของรูปทรงสามมิติเป็นเท่าใด นักเรียนเห็นด้วยกับกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไรนักเรียนจึงเห็นด้วยกับเพื่อนกลุ่มนี้ จากนั้นครูอภิปรายสรุปปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึงเขียนข้อสรุป เรื่อง ปริมาตรและ

ความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติลงในสมุดในรูปแบบต่าง ๆ ที่นักเรียนถนัดและเข้าใจ เช่น การจดบันทึก การทำแผนผังความคิด หรือการวาดภาพประกอบ

ตัวอย่างประเด็นสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) ซึ่งสิ่งสำคัญ คือ การใช้คำถามปลายเปิดของครูที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงการคาดเดาและการแสดงเหตุผลออกมาประกอบการคาดเดาของตนเอง

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Osborn (1963) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง จินตนาการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่มนุษย์ประสบปัญหาอยู่ ซึ่งความคิดจินตนาการเป็นลักษณะที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งนำไปสู่การประดิษฐ์ คิดค้น หรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่ แต่ความคิดจินตนาการอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิตที่สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่

Torrance & Paul (1965) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การคิดที่เป็นต้นฉบับ สะท้อนสิ่งต่าง ๆ และสร้างผลงานที่ซับซ้อน ซึ่งรวมถึงการสังเคราะห์แนวคิด การสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ และการตัดสินประสิทธิภาพของแนวคิดนั้น นอกจากนี้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์รวมไปถึงความสามารถในการตัดสินใจ และเกี่ยวข้องกับการสร้างผลงานสุดท้ายที่แปลกใหม่

Guilford (1967) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ลักษณะของความคิดอ่อนกนัย ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล โดยลักษณะความคิดนี้จะนำไปสู่การคิด ประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จ

Roy (1982) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็ยังสามารถสังเกตได้ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นความสามารถในหารูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาและการมองหาแนวความคิดใหม่มาช่วยในการแก้ปัญหา สร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงหรือพัฒนาองค์ความรู้

Siswono (2011) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลายและเป็นสิ่งแปลกใหม่

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การคิดระดับสูง ซึ่งเป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดนอกกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ ทำให้ได้แนวทางใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน จึงเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่โดยไม่มีการลอกเลียนความคิดของผู้อื่นเป็นความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ หาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาและนำความคิดมาผสมผสานเป็นแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดวิธีแก้ปัญหาที่อาศัยความรู้พื้นฐานจินตนาการ และวิจารณ์ญาณในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความสามารถคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ระดับสูงมากจนไร้ขอบจำกัดที่คนอื่นคิดไม่ถึง จนมองเหมือนเป็นการเพื่อฝัน

ความหมายของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แตกต่างหลากหลายและเป็นสิ่งใหม่

2. องค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Guilford (1967) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว และมีจำนวนมากในระยะเวลาจำกัด แบ่งเป็น

1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในระยะเวลาที่กำหนด

1.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยคและนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

1.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในระยะเวลาที่กำหนด ความคล่องในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาวิธีการหาคำตอบแก้ไขปัญหาหลายวิธีและต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามต้องการ

สรุปได้ว่า ความคิดคล่อง (fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมากในระยะเวลาที่จำกัดและไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขปัญหาได้หลายวิธี

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งเป็น

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลากหลายอย่างอิสระ เช่น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้ จะคิดว่า ประโยชน์มีอะไรบ้างและคิดได้หลายทิศทาง ในขณะที่คนซึ่งไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงอย่างเดียวหรือสองอย่างเท่านั้น

2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้ ซึ่งคนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

สรุปได้ว่า ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบได้หลายประเภทหรือหลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันที

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างจากความคิดธรรมดาเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลง ประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จก็ได้แนวคิดมาจากการทำเครื่องบินร่อน เป็นต้น

สรุปได้ว่า ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกโดยเป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิมและอาจจะไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิดกล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตนบ่อยครั้ง ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการหรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์ นั่นคือ มีใช้คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงาน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดอย่างละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

Torrance (1973, อ้างถึงใน ธรินทร์ แยมสุข, 2565) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ซึ่งเป็นผู้นำแนวคิดและ

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford มาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบของการเรียนการสอน ดังนี้

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการผลิตความคิดทางภาษาได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทางหรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นความคิดคล่องทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลายและสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดที่แตกต่างไปจากผู้อื่นหรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มี ความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านของความคิดหรือการกระทำ

Siswono (2011) กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ได้มากกว่าหนึ่งวิธีภายในระยะเวลาที่กำหนด

2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

3. ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเดิม

อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด

2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลากหลายหรือหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่และแตกต่างไปจากแนวความคิดของผู้อื่น

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง การคิดได้หลายวิธีการหรือคำตอบในประเด็นหรือปัญหาเดียวกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง การคิดได้หลากหลายวิธี หลากหลายแนวทาง โดยมีการปรับวิธีคิดหรือขั้นตอนการทำงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้ได้กลุ่มความคิดที่หลากหลาย

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง การคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิมที่ไม่เคยมีใครคิดมาก่อน อาจใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการประยุกต์สิ่งใหม่ให้มีความแปลกใหม่ และมีประโยชน์มากกว่าเดิม

4. ความคิดละเอียดลออ (Delicacy) หมายถึง การคิดเชิงลึก และคิดในรายละเอียดย่อยอย่างรอบคอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเงื่อนไขที่เหมาะสม ตามที่ Guilford ซึ่งทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับความมีเหตุผล การแก้ปัญหา และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องมานานกว่า 20 ปี ได้นำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นคำตอบของปัญหาออกมา ซึ่ง Guilford เชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างคำตอบที่แปลกและเฉียบคมได้มากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า

2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ โดยการคิดแล้วเลือกนำมาปรับไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป นั่นคือ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่ง Guilford เชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสูงจะมีโอกาสในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้มากกว่าผู้ที่คิดซ้ำในแนวทางเดิมตลอดเวลา

3. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดพื้น ซึ่งเป็นความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกที่แตกต่างจากความคิดพื้นฐานที่มีอยู่เดิมและอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีความกล้าคิดนอกกรอบ กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งต้องอาศัยความคิด จินตนาการในการประยุกต์ นั่นคือ ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย สำหรับความคิดริเริ่มที่ตี้นั้นสิ่งที่พึงมี คือ ความคิด จินตนาการ และความพยายามที่จะสร้างผลงาน

4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึก หลายแง่มุมของแต่ละคำตอบของปัญหาจนกระทั่งสามารถสร้าง

ผลงานหรือชิ้นงานขึ้นมาได้สำเร็จ ซึ่งความคิดละเอียดลออเป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบทั้ง 3 ข้อข้างต้นมีความสมบูรณ์นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยในงานวิจัยนี้พิจารณาเพียง 3 องค์ประกอบเช่นเดียวกับ Siswono (2011) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม สามารถแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็วโดยไม่มีการกำหนดจำนวนวิธีการหาคำตอบและมีการกำหนดเวลาอย่างเหมาะสม ซึ่งครูและนักเรียนต้องตรวจสอบว่าวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด

องค์ประกอบที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) โดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

องค์ประกอบที่ 3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง

3. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Torrance & Paul (1965) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ที่กระตือรือร้นระหว่างครูกับนักเรียนทั้งหมด 8 ประการ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการถามคำถามและไม่ได้มุ่งเพียงหาคำตอบเท่านั้น เพราะการแก้ปัญหาในบางครั้งของนักเรียนใช้การคาดเดาก็ควรยอมรับและส่งเสริมเพื่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์ การแยกแยะ การศึกษาค้นคว้า การพิสูจน์การคาดเดาโดยใช้การสังเกตและการใช้ประสบการณ์ของนักเรียน

2. ตั้งใจฟังความคิดที่แตกต่างและตอบคำถามของนักเรียนอย่างชัดเจนด้วยความเป็นกลาง อีกทั้งไม่ควรรีบด่วนตัดสินใจและลิดรอนความคิดนั้น ควรเก็บไว้พิจารณาอีกครั้ง

3. กระตุ้นหรือรับต่อคำถามที่แตกต่างและตอบคำถามของนักเรียนอย่างชัดเจนหรือชี้แนะแนวทาง เพื่อให้ให้นักเรียนค้นหาวิธีการหาคำตอบจากแหล่งคำตอบที่หลากหลาย

4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความภูมิใจและมีกำลังใจในการคิดสร้างสรรค์

5. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรเปิดโอกาสและเตรียมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเสริมแรงนักเรียนที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง อยู่เสมอ โดยครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ลดการอธิบายหรือบรรยาย อีกทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม คิดริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้อย่างอิสระและต่อเนื่อง โดยไม่ใช้วิธีการบังคับด้วยคะแนนหรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น

7. ตระหนักถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องอาศัยเวลาอย่างค่อยเป็นค่อยไป และต่อเนื่อง

8. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเองและเสริมแรงนักเรียนที่มีจินตนาการที่แตกต่างจากผู้อื่นและมีคุณค่า

Joseph (2019) กล่าวว่า วิธีการสอนที่ใช้กระบวนการคิดที่แตกต่างกันจะช่วยพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การใช้งานที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (Problem-solving and problem-posing tasks)

2. การใช้คำถามปลายเปิด

3. การใช้งานที่มีวิธีการหลายขั้นตอน (Multiple solution tasks)

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือสร้างวิธีการในการแก้ปัญหา ที่เกี่ยวกับชีวิต (Model-eliciting activities: MEAs)

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนสรุปได้ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความคิดของตนเอง

2. สร้างประเด็นเพื่อท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการค้นหาและทดลอง

3. สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้อย่างเสรี โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการแสดงออก รวมถึงผู้สอนต้องลดการจำกัดกรอบความคิดและความสนใจของผู้เรียน

4. พยายามให้ผู้เรียนตั้งคำถาม และในขณะเดียวกันควรให้ความสนใจและตอบคำถามแปลก ๆ ของผู้เรียน

5. ลดการอธิบาย โดยเปลี่ยนเป็นชี้แนะทางให้ผู้เรียนได้คิด จินตนาการ และสร้างสรรค์ ผลงานและแนวคิดใหม่จากประสบการณ์ของตนเอง

6. ผู้สอนไม่ควรเน้นคำตอบ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปมากเกินไป ควรยอมรับในความคลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีหรือการคิดสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน เป็นขั้นตอนของกระบวนการคิดที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับเป้าหมายของการคิดเพื่อการแก้ปัญหา การกำหนดปัญหาให้ชัดเจนถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะช่วยให้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาเป็นไปอย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 คิดหาคำตอบที่หลากหลาย เป็นความต้องการให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังจากที่กำหนดปัญหาอย่างชัดเจนแล้ว เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลาย ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดในแนวทางของตนให้ได้มากที่สุด เพราะคำตอบที่หลากหลายนั้นอาจมีบางคำตอบที่เป็นคำตอบใหม่ที่ไม่เคยมีใครคิดได้ โดยครูไม่ควรสกัดกั้นแนวคิดของนักเรียน ตลอดจนครูควรใช้คำถามยั่วความสนใจ คำถามที่ท้าทาย คำถามที่แปลกชนิดคาดไม่ถึง คำถามที่ให้นักเรียนคาดการณ์ล่วงหน้าว่าจะเกิดอะไรขึ้น ซึ่งขั้นนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ขั้นที่ 3 คิดพิจารณา ไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ และสมเหตุสมผล เป็นความต้องการให้นักเรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์มาช่วยในการคิดพิจารณา ไตร่ตรอง แล้ววิเคราะห์ความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 2 ว่าคำตอบใดมีความเหมาะสม สมเหตุสมผล และดีที่สุด คำตอบใดที่ไม่เหมาะสมจึงควรตัดทิ้ง ซึ่งขั้นนี้เป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นที่ 4 ตัดสินใจ เป็นความต้องการให้นักเรียนตัดสินใจว่าจะเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางใดในการแก้ปัญหา ถ้าคำตอบหรือแนวทางที่เลือกไว้ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ นักเรียนอาจจะย้อนไปดูคำตอบในขั้นที่ 2 และตัดสินใจเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางใหม่อีกครั้งได้

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ควรเน้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความคิดของตนเองโดยการกำหนดเป้าหมายของการคิดสำหรับการแก้ปัญหาให้เป็นไปอย่างถูกต้อง ซึ่งต้องมีการคิดหาวิธีการหรือคำตอบที่หลากหลาย โดยครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดในแนวทางของตนเองให้ได้มากที่สุดและไม่ควรสกัดกั้นแนวคิดของนักเรียน ตลอดจนครูควรใช้คำถามยั่วความสนใจ คำถามที่ท้าทาย ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เน้นให้นักเรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์มาช่วยในการคิดพิจารณา แล้ววิเคราะห์ความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางใดในการแก้ปัญหา

4. การวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Becker & Shimada (1997) กล่าวว่า การวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นการประเมินความหลากหลายของแนวคำตอบของนักเรียน ซึ่งพิจารณาเกณฑ์ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นจำนวนของคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นว่ามีมากน้อยเพียงใด
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความแตกต่างของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนได้ค้นพบว่ามีมากน้อยเพียงใด
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นระดับของความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มของนักเรียนว่าอยู่ในระดับไหน
4. ความคิดละเอียดลออ (Elegance) เป็นระดับของการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนที่มีความชัดเจนและง่ายเพียงใด

Siswono (2011) กล่าวว่า การวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์วัดได้โดยใช้เกณฑ์พิจารณา 3 องค์ประกอบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของ Siswono (2011)

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4	นักเรียนสามารถแสดงความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มาก ในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
3	นักเรียนสามารถแสดงความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หรือความคิดคล่องและความคิดริเริ่มในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
2	นักเรียนสามารถแสดงความคิดยืดหยุ่นในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ค่อนข้างสร้างสรรค์
1	นักเรียนสามารถแสดงความคิดคล่องในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้สร้างสรรค์น้อย
0	นักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้

Greenstein (2012, อ้างถึงใน ธรนิษฐ์ แยมสุข, 2565) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 6 ลักษณะ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น เป็นความรู้สึกหลงใหลในองค์ประกอบของแนวคิดใหม่และมีความสนใจในการค้นหาแนวคิดใหม่
2. ความคิดคล่องแคล่ว เป็นความสามารถมองหาทางเลือกที่แตกต่างได้หลายวิธีและอธิบายจุดประสงค์ของทางเลือกได้หลากหลายแนวทาง
3. ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถคิดค้นแนวคิดและผลิตภัณฑ์ใหม่ในหัวข้ออื่นได้ และสามารถทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่เป็นรูปธรรมได้
4. ความคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ปรับแต่งบางสิ่งให้สมบูรณ์เป็นเรื่องง่ายและสนุกยิ่งขึ้น
5. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ใหม่และสามารถเห็นถึงความเป็นไปได้ในการเรียนรู้และใช้ชีวิต
6. จินตนาการ เป็นความสามารถในการเรียบเรียง ผสมดัดแปลงหรือปรับเปลี่ยนแนวคิดเพื่อพัฒนาแนวคิดเดิมให้เป็นเรื่องง่าย

Torrance (1962, อ้างถึงใน อรรถพร เพชรสงค์, 2565) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้โดยใช้เกณฑ์พิจารณา 4 องค์ประกอบ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1962, อ้างถึงใน อรรถพร เพชรสงค์, 2565)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความคิดคล่อง	3	ได้คำตอบที่เหมาะสมหลายคำตอบภายในเวลาที่กำหนด
	2	ได้คำตอบที่เหมาะสม 2 คำตอบภายในเวลาที่กำหนด
	1	ได้คำตอบที่เหมาะสม 1 คำตอบภายในเวลาที่กำหนด
	0	ไม่มีคำตอบหรือได้คำตอบ 1 คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์หรือไม่สามารถคิดหาคำตอบภายในเวลาที่กำหนด
ความคิดยืดหยุ่น	3	สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยใช้วิธีที่หลากหลาย ซึ่งสามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้หลายกลุ่มและเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม
	2	สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ 2 วิธี หรือมีวิธีการที่สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้ 2 กลุ่มแนวคิด
	1	สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้วิธีเดียวกัน ซึ่งสามารถจัดเป็น

ตาราง 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความคิดริเริ่ม		กลุ่มแนวคิดได้เพียง 1 กลุ่ม
	0	ไม่สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดหรือวิธีคิดที่ได้มายังไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด
	3	คิดหาวิธีหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีนี้ตั้งแต่ 1 – 2% ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด
	2	คิดหาวิธีหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีนี้ตั้งแต่ 3 – 5% ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด
	1	คิดหาวิธีหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ แต่เป็นวิธีที่ค่อนข้างธรรมดา ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีนี้ตั้งแต่ 6% ขึ้นไปของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด
	0	ไม่สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบที่แตกต่างจากวิธีที่คิดทั่วไปให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้หรือมีร่องรอยในการคิดหาวิธีหาคำตอบที่แตกต่างจากวิธีคิดทั่วไป แต่ไม่สามารถนำมาใช้หาคำตอบได้
ความคิดละเอียดลออ	3	คิดหาคำตอบจากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยจัดระบบการคิดในการวางแผนและอธิบายได้เป็นระบบ ซึ่งอธิบายวิธีคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมชัดเจน กระชับถี่ถ้วน และวิธีนั้น ๆ ใช้การได้เป็นอย่างดี
	2	คิดหาคำตอบจากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยจัดระบบการคิดในการวางแผนและอธิบายได้เป็นระบบ ซึ่งอธิบายวิธีคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมและชัดเจน
	1	คิดหาคำตอบจากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดย

ตาราง 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
		จัดระบบการคิดในการวางแผนและอธิบายได้ค่อนข้างเป็นระบบ ซึ่งอธิบายวิธีคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้บ้างเล็กน้อย แต่ยังไม่ชัดเจน
	0	ไม่สามารถคิดหาคำตอบจากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยจัดระบบการคิดในการวางแผนและอธิบายได้ไม่เป็นระบบ

ธรรนินทร์ แยมสุข (2565) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้โดยการพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดยืดหยุ่น เป็นการแสดงถึงจำนวนของวิธีการที่แตกต่างกันเพื่อใช้สำหรับการแก้ปัญหา
2. ความคิดคล่องแคล่ว เป็นการแสดงถึงจำนวนรวมทั้งหมดของวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหา
3. ความคิดริเริ่ม เป็นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์คณิตศาสตร์ โดยการพัฒนาแนวคิดเดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่ที่มีความแตกต่างจากเดิม

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้โดยใช้เกณฑ์พิจารณา 3 องค์ประกอบ ตาม Guilford (1967, อ้างถึงใน ธรรนินทร์ แยมสุข, 2565) ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967, อ้างถึงใน ธรรนินทร์ แยมสุข, 2565)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความคิดคล่อง	3	นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการพูดได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเอง ได้ตามมโนทัศน์ อย่างถูกต้องตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
	2	นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการพูดได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเอง ได้ตามมโนทัศน์ อย่างถูกต้องเพียง 1-2 วิธี
	1	นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการพูดได้ แต่เมื่อให้เขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเอง จะเขียนได้เพียง 1 วิธี และ

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความคิดยืดหยุ่น		มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
	0	นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามโดยการพูดได้ และไม่สามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเองได้
	3	นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม
	2	นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มีข้อผิดพลาดบางส่วน
	1	นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มีข้อผิดพลาดมากมาย
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่สามารถใช้มโนทัศน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
	3	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างแปลกใหม่ แตกต่างจากผู้อื่น มีความคิดอย่างหลากหลาย และสามารถนำความรู้ไปสู่การพัฒนาตนเองได้
	2	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ โดยพัฒนาจากข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาปรับปรุงใหม่
	1	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ ตามมโนทัศน์ที่เคยเรียนรู้มา
	0	นักเรียนไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ดัดแปลง/ประยุกต์และสามารถนำไปใช้ได้เป็นส่วนน้อย หรือนำไปใช้ไม่ได้เลย

จากการวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่

แตกต่างกันหลากหลายและเป็นสิ่งใหม่ ซึ่งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดและประเมินได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้วัดและประเมินผลความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็วโดยไม่มีการกำหนดจำนวนวิธีการหาคำตอบและมีการกำหนดเวลาอย่างเหมาะสม ซึ่งครูและนักเรียนต้องตรวจสอบว่าวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด

องค์ประกอบที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) โดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

องค์ประกอบที่ 3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
ความคิดคล่อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 3 วิธีการขึ้นไปภายในเวลาที่กำหนด	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการภายในเวลาที่กำหนด	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการภายในเวลาที่กำหนด	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการภายในเวลาที่กำหนด	นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด
	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง 3	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง 2	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง 1	นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง
	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง
	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง
	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง
	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการ	ระดับคุณภาพ					
	ประเมิน	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
ความคิด ยืดหยุ่น	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง
	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา
	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่
	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ
	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ
	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่
	กำหนดได้	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้
	อย่างถูกต้อง	มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด	หรือวิธีคิดที่
	และมีความ	1 แห่ง	2 แห่ง	มากกว่า 2	ได้มายังไม่	
เหมาะสม			แห่งขึ้นไป	ถูกต้องหรือไม่		
					เหมาะสมกับ	
					สถานการณ์ที่	
					กำหนด	
ความคิด ริเริ่ม	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง
	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา
	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่
	แตกต่างให้	แตกต่างให้	แตกต่างให้	แตกต่างให้	แตกต่างให้	แตกต่างให้
	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ
	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ
	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ที่
	ถูกต้อง โดย	ถูกต้อง โดย	ถูกต้อง โดย	ถูกต้อง โดย	ถูกต้อง โดย	กำหนดได้
	เลือกใช้	เลือกใช้	เลือกใช้	เลือกใช้	เลือกใช้	
หลักการทาง	หลักการทาง	หลักการทาง	หลักการทาง	หลักการทาง		
คณิตศาสตร์ที่	คณิตศาสตร์ที่	คณิตศาสตร์ที่	คณิตศาสตร์ที่	คณิตศาสตร์ที่		
เหมาะสม ซึ่ง	เหมาะสม ซึ่ง	เหมาะสม ซึ่ง	เหมาะสม ซึ่ง	เหมาะสม ซึ่ง		

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
มีนักเรียนใช้	มีนักเรียนใช้	มีนักเรียนใช้	มีนักเรียนใช้	มีนักเรียนใช้	
วิธีการนี้ต่ำ	วิธีการนี้ต่ำ	วิธีการนี้ต่ำ	วิธีการนี้ต่ำ	วิธีการนี้ตั้งแต่	
กว่าร้อยละ 15 ของ	กว่าร้อยละ 30 แต่	กว่าร้อยละ 45 แต่	ร้อยละ 45	ขึ้นไปของ	
นักเรียนในชั้น เรียนทั้งหมด	มากกว่าหรือ เท่ากับร้อยละ 15 ของ นักเรียนในชั้น เรียนทั้งหมด	มากกว่าหรือ เท่ากับร้อยละ 30 ของ นักเรียนในชั้น เรียนทั้งหมด	มากกว่าหรือ เท่ากับร้อยละ 45 ของ นักเรียนในชั้น เรียนทั้งหมด	นักเรียนในชั้น เรียนทั้งหมด	

5. รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์	ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี	ความคิดคล่อง
ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา	ความคิดยืดหยุ่น
ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล	ความคิดริเริ่ม
ขั้นตอนที่ 4 การสรุป	

ตารางข้างต้น ผู้วิจัยได้แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ด้วยสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน โดยครูเป็นผู้กำหนดงานและสถานการณ์ ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสร้างกรณีปัญหาที่ช่วยในการแก้ปัญหาหรือสนับสนุนการอภิปรายสถานการณ์ อย่างหลากหลายในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล หารูปแบบความสัมพันธ์ สังเกต และแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือระดมสมองแนวคิดกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่ง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างกรณีอย่างหลากหลายที่เป็นไปได้และคัดเลือกกรณีของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการ อธิบายการคาดเดาและสร้างการคาดเดาโดยแสดงการสร้างกรณีปัญหาทั้งหมดที่นักเรียนสร้างขึ้นและ สามารถตัดสินใจได้ว่าอาจจะเป็นจริง รวมถึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระดมความคิดร่วมกันผ่านการ สนทนาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การคาดเดามากยิ่งขึ้นจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันโดย การรับฟังและต่อยอดแนวคิดของนักเรียนภายในกลุ่มเพื่อให้เกิดการคาดเดาที่มีความหลากหลายหรือ แปลกใหม่ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการตัดสินใจการคาดเดาของผู้อื่นและให้นักเรียนบันทึกการคาดเดาของกลุ่ม ตนเองอย่างละเอียด ซึ่งสอดคล้องกับความคิดคล่อง คือ การส่งเสริมให้นักเรียนแสดงการคาดเดาของ วิธีการหาคำตอบทั้งหมดที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็วโดยไม่มีการกำหนดจำนวนวิธีการหา คำตอบและมีการกำหนดเวลาอย่างเหมาะสม ความคิดยืดหยุ่น คือ การส่งเสริมให้นักเรียนแสดงการ คาดเดาวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายแตกต่างกันโดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือ เงื่อนไขที่กำหนด และความคิดริเริ่ม คือ การส่งเสริมให้นักเรียนแสดงการคาดเดาวิธีการหาคำตอบที่ แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของ ตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูจัดลำดับการคาดเดาของนักเรียนทุกกลุ่ม และเลือกให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบทีละประเด็นตามลำดับโดยการเสนอเหตุผลว่าทำไมการ คาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จหลากหลายวิธี เช่น การให้เหตุผลแย้ง การยกตัวอย่าง การใช้รูปภาพ ที่ทำ ให้การให้เหตุผลมีความสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ พิสูจน์และอธิบายเหตุผล วิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของผู้อื่น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผลโดย การโต้แย้งได้ โดยเป็นขั้นที่โน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับในเหตุผลที่ตนเองนำเสนอว่ามีความน่าเชื่อถือ ซึ่ง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบการคาดเดาทั้งหมดของความคิดคล่อง ความคิด ยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

และขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding) นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็น จริงหรือเท็จและสรุปความสมเหตุสมผลของเหตุผลตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด โดยยึดตาม เหตุผลของนักเรียนทุกคนหรือยึดตามข้อโต้แย้งของนักเรียนที่ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์อย่างถี่ถ้วนจาก

ผู้อื่นและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งไปยังอีกแนวคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งได้อย่างเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองเรียนรู้อะไรบ้าง และสามารถปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการสร้างกรณีปัญหา การคาดเดา การแสดงเหตุผลของกลุ่มตนเองอย่างละเอียดตามคำแนะนำได้อย่างถูกต้องซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาทั้งหมดให้ถูกต้องและเหมาะสมของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

พงศกร วังศิลา วรินทร์ สุภาพ และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม (2561) ได้ศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น ครูเลือกสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความท้าทายและแสดงความคิดเห็นสำหรับแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยครูควรสังเกตและช่วยเหลือนักเรียนเมื่อเกิดอุปสรรคในการสร้างแบบจำลอง อีกทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ระดมความคิดเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อปรับแต่งแบบจำลองของตนเองให้สมบูรณ์ และผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยเริ่มตั้งแต่ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ ความอยากรู้อยากเห็น ความคิดริเริ่ม และจินตนาการ ตามลำดับ

กฤตยาณี พ่วงเสื่อ และวรินทร์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์ (2563) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลด้านการหาข้อสรุปของปัญหาสูงกว่าความสามารถในการให้เหตุผลด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มตั้งแต่ชั้นที่ 1 การสร้างกรณีโดยมีครูเป็นผู้กำหนดงานหรือสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียนพิจารณาถึงกรณีที่สามารถเป็นไปได้ ชั้นที่ 2 การคาดเดาโดยนักเรียนคำนึงถึงการตัดสินใจว่าอาจจะเป็นจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้การต่อยอดทางแนวคิดจากผู้อื่นเพื่อให้เกิดความแตกต่างในการพิจารณาสถานการณ์ปัญหานั้น ชั้นที่ 3 การแสดงเหตุผลโดยนักเรียนนำเสนอหลักฐาน แนวคิด กฎ ทฤษฎี

สูตรต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการคาดเดาของกลุ่มตนเอง อีกทั้งโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับเหตุผลของตนเอง เพื่อข้อโต้แย้งมีความน่าเชื่อถือ ชั้นที่ 4 การสรุปผลโดยนักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการโต้แย้งโดยการเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์ที่หลากหลายเข้าด้วยกัน

สมฤทัย โคตรบุตโต ขานนท์ จันทรา และชนิศจิรา เลิศอมรพงษ์ (2563) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้สูงกว่า 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนและความรู้พื้นฐานในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคลซึ่งครูสามารถเลือกกลวิธีในการเสริมต่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนเพื่อให้ทราบข้อบกพร่องหรือความผิดพลาดของนักเรียนและสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ทันที รวมถึงครูควรเพิ่มตัวอย่างและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้อย่างครบถ้วน

ณัฐริยา เอิบอิม พรรณทิพา ดันตินัย และอาพันธ์ชนิต เจนจิต (2565) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาโพลยา ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา จังหวัดปราจีนบุรี ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาโพลยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาโพลยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในช่วงของการฝึกปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่าครูควรมีการนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาโพลยาได้อย่างเป็นขั้นตอนและสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

วิรมน ศรคม และวณิชร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2565) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีประเด็นควรเน้น ได้แก่ การทบทวน

ความรู้พื้นฐานให้แก่นักเรียนโดยสามารถใช้วิธีที่หลากหลาย การใช้คำถามกระตุ้นคิดกับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ การมีส่วนร่วมของนักเรียน อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดต้องมีความท้าทาย และมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และ 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ธรินินทร์ แยมสุข และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2566) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์พัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้ โดยการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบการตัดกระดาษและการตัดหีบสมบัติต้องใช้งานแบบใช้ความรู้ ความจำ ซึ่งเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความคิดคล่อง งานแบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการและเชื่อมโยงเหมาะสำหรับการพัฒนายืดหยุ่น และงานแบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำเหมาะสำหรับการพัฒนาความคิดริเริ่ม รวมถึงการใช้เกมกระดานเพื่อจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และได้จำลองสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และเกิดทักษะการทำงานเป็นทีมซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และ 2) นักเรียนมีการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาด้านความคล่องมากที่สุด รองลงมาคือพัฒนาด้านความยืดหยุ่น และด้านที่พัฒนาน้อยที่สุดคือด้านความคิดริเริ่ม

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

Siswono (2011) ได้ศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงระดับความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 5 ระดับ ประกอบด้วย ระดับ 0 ถึงระดับ 4 โดยแต่ละระดับมีความแตกต่างกันในด้านลักษณะและความแตกต่างนี้ขึ้นอยู่กับความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการกำหนดปัญหา กล่าวคือ ระดับ 4 มีการบรรลุองค์ประกอบสามประการของความคิดสร้างสรรค์ ระดับ 3 มีการบรรลุองค์ประกอบสององค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หรือความคิดคล่องและความคิดริเริ่ม ระดับ 2 มีการบรรลุองค์ประกอบเพียงด้านเดียว ได้แก่ ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม และระดับ 1 มีการบรรลุองค์ประกอบด้านความคิดคล่องเท่านั้น และระดับ 0 ไม่มีการบรรลุองค์ประกอบทั้งหมด

Maulidia, Johar & Andariah (2019) ได้ศึกษาผลของกรณีศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลที่ได้รับจากใบงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม สามารถแบ่งข้อมูลเป็น 5 ระดับ (ระดับสูงสุด คือ ระดับ 4 และระดับต่ำสุด คือ ระดับ 0) ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา พบว่า นักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม อยู่ในระดับ 4 โดยมีหมวดหมู่ที่สร้างสรรค์มาก นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม อยู่ในระดับ 3 โดยมีหมวดหมู่ที่สร้างสรรค์ และนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งอยู่ในระดับ 2 โดยมีหมวดหมู่ที่สร้างสรรค์ปานกลาง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบปัญหาเป็นฐานสามารถปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

Nasrullah (2022) ได้ศึกษาผลการวิเคราะห์เนื้อหาของนักเรียนโดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า 1) เนื้อหาของข้อโต้แย้งของนักเรียนในการสร้างเหตุผลที่สร้างสรรค์นักเรียนแสดงให้เห็นด้วยการใช้ข้อความอย่างง่าย ข้อความซับซ้อน หรือข้อความที่ใช้ความสัมพันธ์ทางโครงสร้างในการสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และ 2) ความสามารถของนักเรียนในการแสดงข้อโต้แย้งในการแก้ปัญหา คือ ระดับความสามารถในการตีความและเป็นตัวแทนความรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของนักเรียน โดยนักเรียนแต่ละคนมีความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความยืดหยุ่นในการแสดงข้อโต้แย้งในการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้หลายรูปแบบ อาทิ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน ซึ่งทุกรูปแบบต่างก็เน้นการใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดกิจกรรม อีกทั้งผู้วิจัยยังพบว่ามีการใช้วิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ และวิธี IMPROVE ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาโพลยา สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นวิธีการที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่านั้นโดยเป็นการใช้คำถามปลายปิดซึ่งนักเรียนจะแสดงวิธีการหาคำตอบ เช่นเดียวกับครูและไม่ได้คำตอบที่หลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการโต้แย้งให้นักเรียนเห็นถึงมุมมองที่แปลกใหม่และเปิดโอกาสให้ระดมสมอง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลายในองค์ประกอบด้านความคิดคล่องความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (2000 อ้างอิงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 149-152) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) คือ ขั้นเตรียมการของผู้วิจัยทุกประเด็นที่จะทำการปฏิบัติ รวมทั้งกิจกรรมที่จะดำเนินการวิจัยให้บรรลุผลในวงจรปฏิบัตินั้น 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) คือ ขั้นตอนของการลงมือกระทำการวิจัยตามแผนที่ได้เตรียมไว้ โดยปฏิบัติไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) คือ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นสิ่งที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) คือ ขั้นตอนการสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงาน โดยทั้ง 4 ขั้นตอน มีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจร โดยผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบจำนวนวงจรที่กำหนด ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ

วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	- แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	- ใบกิจกรรม - แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น รวมทั้งหมด 10 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น เนื้อหา ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ รวมถึงการวัดผลและประเมินผล

1.1.2 ศึกษาคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

1.1.4 ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการพัฒนา และการวัดและประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน และไปกิจกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 10 ชั่วโมง ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อสถานการณ์ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อสถานการณ์	จำนวน (ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ	Chef ป่อมพาชิม	4
แผนการจัดการเรียนรู้ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	ชวนมาร่วมเฟรม	3
แผนการจัดการเรียนรู้ 3 การจัดหมู่ของสิ่งของ ที่แตกต่างกันทั้งหมด	แผ่นดิสก์เจ้าปัญหา	3

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. สาระการเรียนรู้

5. กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding)

6. สื่อการเรียนรู้

7. แหล่งการเรียนรู้

8. การวัดและประเมินผล

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 แผน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน คือ ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมิน แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.50 - 5.00	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50 - 4.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.50 - 3.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50 - 2.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม เท่ากับ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.13 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข

1.1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นสำคัญที่ปรับแก้ คือ ปรับเครื่องมือและเกณฑ์การวัดและประเมินผลของจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1.8 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้บันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีลักษณะเป็นแบบเขียนบันทึกประเด็นตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

1.2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับประเด็นการสะท้อนผลตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน คือ ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี

1.2.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นสำคัญที่ปรับแก้ คือ ปรับแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ให้มีส่วนบันทึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อย

1.2.5 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งต่อไป

นอกจากนี้ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีข้อความให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระสำหรับประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแต่ละใบกิจกรรมมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบกิจกรรม

2.1.2 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

2.1.4 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1.5 กำหนดข้อคำถามในการบันทึกข้อมูลของนักเรียนให้สอดคล้องกับองค์ประกอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1.6 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียนที่สอดคล้องกับการสอนโดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 7 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในใบกิจกรรมกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในใบกิจกรรมกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถามในใบกิจกรรม	องค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1. ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าวภายในเวลา 20 นาที	ความคิดคล่อง
2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว	ความคิดยืดหยุ่น
3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว	ความคิดริเริ่ม

2.1.7 นำใบกิจกรรมของนักเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน คือ ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี

2.1.8 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นสำคัญที่ปรับแก้ ดังนี้

1) ปรับแก้คำถามให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย เพื่อให้นักเรียนแสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วนตามองค์ประกอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2) ปรับสถานการณ์ปัญหาให้สามารถแสดงยุทธวิธีหรือกรอบความคิดที่หลากหลายในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

2.1.9 จัดทำใบกิจกรรมของนักเรียนฉบับสมบูรณ์

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยมีข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 3 คำถามย่อยตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้านความคิดริเริ่ม มีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบ

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อย 3 ข้อ รวมทั้งหมด 9 ข้อ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
หลักการนับเบื้องต้น

สถานการณ์	เนื้อหา	สร้าง (ข้อ)	ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์		
			ทางคณิตศาสตร์		
			ความคิด คล่อง	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม
1	หลักการบวกและหลักการคูณ	3	1	1	1
2	การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของ สิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	3	1	1	1
3	การจัดหมู่ของสิ่งของที่ แตกต่างกันทั้งหมด	3	1	1	1
รวม		9	3	3	3

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์มหาวิทยาลัยประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน คือ ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 3 ข้อ โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนี IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แสดงในภาคผนวก ค

2.2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นสำคัญที่ปรับแก้ คือ ปรับแก้คำถามให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย เพื่อให้นักเรียนแสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วนตามองค์ประกอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2.6 จัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ประชุมนิเทศพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในช่วงโม่งปกติของโรงเรียนโดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 ชั่วโมง
3. ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดในใบกิจกรรมที่กำหนดให้ พร้อมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม เพื่อระดมแนวคิดที่หลากหลายและลงมือแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีการคิดลงในใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะให้คะแนนใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และ

ผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบในชั่วโมงสุดท้ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

5. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

6. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล ซึ่งมีสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด 3 สถานการณ์ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 3 ชั่วโมง

7. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย ผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอาจารย์ที่ปรึกษา มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาจัดเรียงตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ผู้วิจัยให้รหัสข้อมูล (Coding) เป็นการจัดระเบียบเนื้อหาข้อมูลโดยย่อหรือลดทอนข้อมูลให้เหลือเฉพาะที่ตรงกับประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ (Theme) จากนั้นนำข้อความนั้นมาใส่รหัสในรูปแบบของตัวอักษรหรือวลีสั้น (Code) เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญสามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไร 2) ปัญหาที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มีอะไรบ้าง และ 3) แนวทางการปรับปรุงแก้ไขสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรทำอย่างไร

1.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดกลุ่มข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ (Category) เดียวกัน ซึ่งแต่ละหมวดหมู่อาจมีความสัมพันธ์กันตามประเด็นที่วิเคราะห์ และหาลักษณะร่วมของข้อมูล ดีความข้อมูล เพื่อสรุปเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม

1.3 ผู้วิจัยเขียนสรุปการสะท้อนปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหาของแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปให้ดียิ่งขึ้น

1.4 ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป (Resource Triangulation) ให้ข้อมูลประเด็นเดียวกันและใช้เครื่องมือวิจัยเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายมาดำเนินการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยจะทำการวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยตรวจคำตอบและจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด (4) มาก (3) ปานกลาง (2) น้อย (1) และไม่มี (0) ที่ปรับปรุงจากงานวิจัยของ Siswono (2011) และ Torrance (1962, อ้างถึงใน อรรถพร เพชรสงค์, 2565) ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
ความคิด คล่อง	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง
	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา
	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่
	ถูกต้อง	ถูกต้อง 3	ถูกต้อง 2	ถูกต้อง 1	ถูกต้องภายใน
	มากกว่า 3	วิธีการ ภายใน	วิธีการ ภายใน	วิธีการ ภายใน	เวลาที่กำหนด
	วิธีการขึ้นไป	เวลาที่กำหนด	เวลาที่กำหนด	เวลาที่กำหนด	
ภายในเวลาที่					
กำหนด					
ความคิด ยืดหยุ่น	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง
	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา
	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่
	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ
	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ
	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่
	กำหนดได้	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้
	อย่างถูกต้อง	มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด	หรือวิธีคิดที่
	และมีความ	1 แห่ง	2 แห่ง	มากกว่า 2	ได้มายังไม่
เหมาะสม			แห่งขึ้นไป	ถูกต้องหรือไม่	
				เหมาะสมกับ	
				สถานการณ์ที่	
				กำหนด	

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการ	ระดับคุณภาพ					
	ประเมิน	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
		นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
		สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง
		วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา
		คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่
		แตกต่างให้	แตกต่างให้	แตกต่างให้	แตกต่างให้	แตกต่างให้
		สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ
		เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ
		สถานการณ์ได้	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ได้	สถานการณ์ที่
		ถูกต้อง โดย	ถูกต้อง โดย	ถูกต้อง โดย	ถูกต้อง โดย	กำหนดได้
		เลือกใช้	เลือกใช้	เลือกใช้	เลือกใช้	
ความคิด ริเริ่ม		หลักการทาง	หลักการทาง	หลักการทาง	หลักการทาง	
		คณิตศาสตร์ที่	คณิตศาสตร์ที่	คณิตศาสตร์ที่	คณิตศาสตร์ที่	
		เหมาะสม ซึ่ง	เหมาะสม ซึ่ง	เหมาะสม ซึ่ง	เหมาะสม ซึ่ง	
		มีนักเรียนใช้	มีนักเรียนใช้	มีนักเรียนใช้	มีนักเรียนใช้	
		วิธีการนี้ต่ำ	วิธีการนี้ต่ำ	วิธีการนี้ต่ำ	วิธีการนี้ตั้งแต่	
		กว่าร้อยละ	กว่าร้อยละ	กว่าร้อยละ	ร้อยละ 45	
		15 ของ	30 แต่	45 แต่	ขึ้นไปของ	
		นักเรียนในชั้น	มากกว่าหรือ	มากกว่าหรือ	นักเรียนในชั้น	
		เรียนทั้งหมด	เท่ากับร้อยละ	เท่ากับร้อยละ	เรียนทั้งหมด	
			15 ของ	30 ของ		
			นักเรียนในชั้น	นักเรียนในชั้น		
			เรียนทั้งหมด	เรียนทั้งหมด		

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

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 วงจรปฏิบัติการ รวม 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) รวมเวลาทั้งหมด 10 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ จำนวน 4 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง

วจนรปฏิบัติกรที่ 1 หลักการบวและหลักการคูน จนวน 4 ชั่วโมง

ชั้นวางแผน (Plan)

แผนกรจัดกรเรียนรูที่ 1 เรื่อง หลักการบวและหลักการคูน เป็นการจัดกิจกรรมกรเรียนรูที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาคณิตศสตร์จกสถนกรณของใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพชิม ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจนวนเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสรสำหรับผู้วิจัยประกอบด้วย แผนกรจัดกรเรียนรู แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมกรเรียนรู แบบประเมินใบกิจกรรม และเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสรสรค์ทงคณิตศสตร์ของนักเรียน ส่วนที่ 2 เอกสรสำหรับผู้ร่วมสังเกตกรจัดกิจกรรมกรเรียนรู ประกอบด้วย แผนกรจัดกรเรียนรู และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมกรเรียนรู และส่วนที่ 3 เอกสรสำหรับกลุ่มเป้าหมายหรือนักเรียนประกอบด้วย ใบกิจกรรม และ Exit ticket

ชั้นปฏิบัติกร (Act)

ครูชี้แจงจุดประสงค์กรเรียนรู และแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ แล้วใช้สถนกรณปัญหาที่ททำทยของใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพชิม กระตุ้นความสามารถในการคิดสรสรค์ทงคณิตศสตร์ของนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจกคำถมกระตุ้นความคิดด้วยการสรสรค์และการคตเดาที่ขัดแย้งของครูเพื่อนำไปสู่การสรสรค์และการคตเดาที่ถูกต้องโดยให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล และระดมสมองแนวคิดภายในกลุ่มเพื่อสรสรค์ที่ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เมื่อนักเรียนสรสรค์แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงการคตเดา โดยครูกระตุ้นความคิดนักเรียนเพิ่มเติมว่า การสรสรค์ของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องควรปรับแก้ไขส่วนใดบ้าง จึงจะสามารถสรสรค์การคตเดาได้ จกนั้นครูจัดลำดับกรนำเสนอโดยเรียงลำดับการคตเดาจกถูกต้องน้อยไปยงถูกต้องมก เพื่อให้แต่ละกลุ่มโต้แย้งและร่วมกันอธิบายเหตุผลประกอบทีละประเด็น ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะบันทึกกรวิพกษัวิจารณ์เหตุผลของเพื่อนและนำมาตรวจสอบและแก้ไขการคตเดาของกลุ่มตนเอง ทำเช่นนี้จนกระทั่งครบ 3 ข้อ รวมถึงนักเรียนร่วมกันตรวจสอบทั้ง 3 ข้ออีกครั้งตามคำแนะนำของเพื่อน และครูร่วมสะท้อนผลการคตเดาของนักเรียนว่าควรพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง จกนั้นนักเรียนดำเนนกรปรับปรุงการคตเดาของกลุ่มตนเอง อีกทั้งสรสรุปควมหมยของหลักการบวและหลักการคูนที่ได้เรียนรู รวมถึงมอบหมยให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในเรื่องถัดไป

ชั้นสังเกตกรณ (Observe)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถนกรณที่กำหนดให้ในมุมมองที่หลกหลายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรูกับเพื่อน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับคำถมของครูเนื่องจากนักเรียนใช้มุมมองตามความเป็นจริงเกี่ยวกับการเลือกอาหาร และนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของตนเองได้ว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วย รวมถึงนักเรียนบางส่วนทรววิธีการหาคำตอบที่ใช้

วิธีการหาคำตอบได้บ้าง และสำหรับนักเรียนที่ไม่ทราบวิธีการหาคำตอบมีความกระตือรือร้นในการสืบค้น และระดมสมองแนวคิดภายในกลุ่ม เนื่องจากมีเพื่อนภายในกลุ่มกระตุ้นให้ช่วยสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามทั้ง 3 ข้อ ในการสร้างกรณี เมื่อนักเรียนสร้างกรณีได้แล้วนำไปสู่การคาดเดาโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงการคาดเดาโดยการแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 ข้อ ซึ่งระหว่างการแสดงวิธีการหาคำตอบ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา 2 – 3 คน ส่วนสมาชิกภายในกลุ่มที่เหลือไม่มีส่วนร่วมในการแสดงวิธีการหาคำตอบ ซึ่งการคาดเดาของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีทั้งถูกต้องและไม่ถูกต้องซึ่งต้องปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนถัดไป จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการหาคำตอบของตนเองหน้าชั้นเรียนซึ่งเกิดการโต้แย้งของเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับการแสดงวิธีการหาคำตอบ โดยเพื่อนอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วยและนำเสนอวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในระหว่างการโต้แย้งมีการตอบโต้ของทั้งสองฝ่ายเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ และหลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองอีกครั้งเพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

ขั้นตอนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อดี

สิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้ดีในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 คือ การสร้างสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันเพราะนักเรียนเข้าถึงได้ง่าย อีกทั้งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้เห็นวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันของกลุ่มอื่น และพัฒนาปรับปรุงของตนเองให้ดีขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สถานการณ์ของใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม ในขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผลนักเรียนนำเสนอวิธีการหาคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 6 ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม โดยนักเรียนกลุ่มที่ 6 สามารถคิดชุด Set อาหารใหม่ของ Chef ป้อมได้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองโดยไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน อีกทั้งระบุชุด Set อาหารใหม่อย่างละเอียดว่าประกอบด้วยเมนูใดบ้าง และพิจารณากำไรของชุด Set อาหารใหม่แต่ละชุดว่าอยู่ระหว่าง 15% - 50% ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

นักเรียนกลุ่มอื่น: ถ้าเรากำหนดรายการอาหารแต่ละรายการและพิจารณาจำนวนวิธีที่ละรายการก็สามารถทำได้ถูกต้องใช่ไหม

นักเรียนกลุ่มที่ 6: ใช่ จำนวนวิธีขึ้นอยู่กับรายการอาหารที่เรากำหนดให้ เพื่อนลองยกตัวอย่างรายการอาหารและมาหาจำนวนวิธีดู

นักเรียนกลุ่มอื่นยกตัวอย่างและลองคำนวณหาจำนวนวิธีการหาคำตอบจึงทำให้เห็นวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายโดยใช้แนวคิดของนักเรียนกลุ่มที่ 6

ข้อค้นพบ

สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาและเห็นคุณค่าของหลักการนับเบื้องต้นที่อยู่ในชีวิตประจำวันได้อย่างง่าย โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากสืบค้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

ตาราง 11 แสดงผลการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
การสร้างกรณี (Generating Cases)	นักเรียนบางส่วนไม่ทราบวิธีการหาคำตอบสถานการณ์ของใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป๋อมพาชิมว่าใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ	ผู้วิจัยและสมาชิกภายในกลุ่มกระตุ้นให้ช่วยสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามทั้ง 3 ข้อ เนื่องจากเป็นกิจกรรมกลุ่ม
	นักเรียนสับสนเกี่ยวกับการสร้างกรณีว่าสิ่งใดที่แสดงว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน (ความคิดคล่องและความคิดริเริ่ม)	ผู้วิจัยอธิบายความหมายของการสร้างกรณีให้ชัดเจนและอธิบายเพิ่มเติมว่าความเหมือนกันหรือแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ของนักเรียน ไม่นิ่งถึงเนื้อหาของหลักการบวกและหลักการคูณ
การคาดเดา (Conjecturing)	นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา 2 – 3 คน ส่วนสมาชิกภายในกลุ่มที่เหลือไม่มีส่วนร่วมในการแสดงวิธีการหาคำตอบ	ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงวิธีการหาคำตอบ

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
<p>นักเรียนบางส่วนนำความรู้ เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณมา ใช้ได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจาก นักเรียนไม่แม่นยำในเนื้อหา เช่น นักเรียนต้องการใช้ความรู้ เรื่อง หลักการคูณ และแสดงวิธีการหาคำตอบโดยการนำจำนวนอาหาร ในทุก Step คูณกันโดยไม่ พิจารณาอาหารตามเงื่อนไขที่ กำหนดในแต่ละข้อ จึงส่งผลให้ ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์ กำหนด (ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิด ริเริ่ม)</p>	<p>นักเรียนบางส่วนนำความรู้ เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ มาใช้ได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจาก นักเรียนไม่แม่นยำในเนื้อหา เช่น นักเรียนต้องการใช้ความรู้ เรื่อง หลักการคูณ และแสดงวิธีการหาคำตอบโดยการนำจำนวนอาหาร ในทุก Step คูณกันโดยไม่ พิจารณาอาหารตามเงื่อนไขที่ กำหนดในแต่ละข้อ จึงส่งผลให้ ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์ กำหนด (ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิด ริเริ่ม)</p>	<p>ผู้วิจัยทบทวนความรู้ เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ ให้นักเรียนก่อนเริ่มการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ ความรู้ได้อย่างถูกต้อง</p>
<p>นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถ แสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลก ใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่าง จากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของ ตนเอง ในข้อ 3 ความคิดริเริ่มได้ (ความคิดริเริ่ม)</p>	<p>นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถ แสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลก ใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่าง จากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของ ตนเอง ในข้อ 3 ความคิดริเริ่มได้ (ความคิดริเริ่ม)</p>	<p>ผู้วิจัยยกตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนเห็นมุมมองวิธีการหา คำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนา จากข้อมูลเดิม และปรับปรุง แก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อ เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง</p>
<p>นักเรียนใช้เวลาในการแสดง วิธีการหาคำตอบเกินเวลาที่ กำหนด</p>	<p>นักเรียนใช้เวลาในการแสดง วิธีการหาคำตอบเกินเวลาที่ กำหนด</p>	<p>ผู้วิจัยกำหนดเวลาให้ชัดเจนและ กระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการ เวลาให้เพียงพอและเหมาะสม อีกทั้งแบ่งหน้าที่การทำงานอย่าง ชัดเจน เพื่อให้เป็นไปตามเวลาที่ กำหนด</p>

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
	นักเรียนต้องการทราบเกณฑ์ ระดับความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนทั้ง 3 ข้อ เนื่องจาก นักเรียนต้องการผ่านเกณฑ์ที่ กำหนด	ผู้วิจัยนำเสนอเกณฑ์ระดับ ความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนทั้ง 3 ข้ออย่างชัดเจน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดง วิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับ เกณฑ์ที่กำหนด
การแสดงผล (Justifying)	นักเรียนไม่กล้านำเสนอวิธีการหา คำตอบของกลุ่มตนเอง เนื่องจาก กลัวว่าวิธีการหาคำตอบนั้นจะไม่ ถูกต้อง (ความคิดคล่อง ความคิด ยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม)	ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึง รูปแบบวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่ หลากหลาย และปรับมุมมอง ความคิดของนักเรียนว่าการ แสดงวิธีการหาคำตอบที่ไม่ ถูกต้องไม่ใช่เรื่องที่น่าอาย อีกทั้ง เป็นบทเรียนที่ดีให้กับเพื่อนและ ตนเอง รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียน ช่วยกันหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข ให้ถูกต้อง
	นักเรียนไม่ร่วมกันแสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบ ของเพื่อนต่างกลุ่มในช่วงเริ่มต้น ของการแสดงผล	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นการ พิจารณาเหตุผลว่าถูกต้องหรือไม่ ถูกต้องอย่างไร และให้อธิบาย เหตุผลสนับสนุนเพื่อโน้มน้าวให้ ผู้อื่นยอมรับเหตุผลของตนเอง โดยผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มลำดับ ก่อนหน้าและกลุ่มลำดับถัดไป เป็นผู้วิพากษ์วิจารณ์

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
การสรุป (Concluding)	นักเรียนปรับปรุงการคาดเดา ของกลุ่มตนเองได้ไม่ถูกต้อง ทั้งหมด เนื่องจากนักเรียนบันทึก การวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของ เพื่อนได้ไม่ครบถ้วน (ความคิด คล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่ม)	ผู้วิจัยตรวจสอบการบันทึกการ วิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของแต่ละ กลุ่มและเน้นย้ำเกี่ยวกับประเด็น การจดบันทึกของแต่ละกลุ่มใน ระหว่างขั้นตอนการแสดงผล เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ปรับปรุงการคาดเดาได้อย่าง ครบถ้วนและถูกต้อง

ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ของใบกิจกรรมที่ 2 ชวนมาร่วมเฟรม ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินใบกิจกรรม และเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับกลุ่มเป้าหมายหรือนักเรียนประกอบด้วย ใบกิจกรรม และ Exit ticket

ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ และแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ แล้วใช้สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายของใบกิจกรรมที่ 2 ชวนมาร่วมเฟรม กระตุ้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจากคำถามกระตุ้นความคิดด้วยการสร้างกรณีและการคาดเดาที่ขัดแย้งของครูเพื่อนำไปสู่การสร้างกรณีและการคาดเดาที่ถูกต้องโดยให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล และระดมสมองแนวคิดภายในกลุ่มเพื่อสร้างกรณีที่ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เมื่อนักเรียนสร้างกรณีแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงการคาดเดาภายในเวลาที่กำหนดและกระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้เพียงพอและเหมาะสม โดยครูกระตุ้นความคิดนักเรียนเพิ่มเติมว่า การสร้างกรณีของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องควรปรับแก้ไขส่วนใดบ้าง จึงจะสามารถสร้างการคาดเดาได้ จากนั้นครูจัดลำดับการนำเสนอโดยเรียงลำดับการคาดเดาจากถูกต้องน้อยไปยังถูกต้องมาก เพื่อให้แต่ละกลุ่มโต้แย้งและร่วมกันอธิบายเหตุผลประกอบทีละประเด็น ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อนและนำมาตรวจสอบและแก้ไขการคาดเดาของกลุ่มตนเอง ทำเช่นนี้จนกระทั่งครบ 3 ข้อ รวมถึงนักเรียนร่วมกันตรวจสอบทั้ง 3 ข้ออีกครั้งตามคำแนะนำของเพื่อน และครูร่วมสะท้อนผลการคาดเดาของนักเรียนว่าควรพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นนักเรียนดำเนินการปรับปรุงการคาดเดาของกลุ่มตนเอง อีกทั้งสรุปความหมายของการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดที่ได้เรียนรู้ รวมถึงมอบหมายให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในเรื่องถัดไป

ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในมุมมองที่หลากหลายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับคำถามของครูเนื่องจากนักเรียนใช้ความรู้ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด และนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของตนเองได้ว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วย รวมถึงนักเรียนบางส่วนทราบวิธีการหาคำตอบว่าใช้วิธีการหาคำตอบใดได้บ้าง และสำหรับนักเรียนที่ไม่ทราบวิธีการหาคำตอบ มีสาเหตุเนื่องมาจากนักเรียนไม่ได้ศึกษาเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ แต่นักเรียนยังมีความกระตือรือร้นในการสืบค้น และระดมสมองแนวคิดภายในกลุ่ม เนื่องจากมีเพื่อนภายในกลุ่มกระตุ้นให้ช่วยสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามทั้ง 3 ข้อ ในการสร้างกรณี เมื่อนักเรียนสร้างกรณีได้แล้วนำไปสู่การคาดเดาโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงการคาดเดาโดยการแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 ข้อ ซึ่งระหว่างการแสดงวิธีการหาคำตอบ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะแบ่งหน้าที่การทำงาน ซึ่งการคาดเดาของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีทั้งถูกต้องและไม่ถูกต้องซึ่งต้องปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนถัดไป จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการหาคำตอบของตนเองหน้าชั้นเรียนโดยส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่

นำเสนอในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และมีการโต้แย้งของเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับการแสดงวิธีการหาคำตอบของกลุ่มลำดับก่อนหน้าและกลุ่มลำดับถัดไปเป็นผู้วิพากษ์วิจารณ์ โดยเพื่อนอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วยและนำเสนอวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งกลุ่มที่นำเสนอบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อนอย่างละเอียด ซึ่งในระหว่างการโต้แย้งมีการตอบโต้ของทั้งสองฝ่ายเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ และหลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองอีกครั้งเพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

ขั้นตอนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อดี

จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาท้าทายที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม นักเรียนจึงสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันของแต่ละกลุ่มได้ตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการของนักเรียน

ข้อค้นพบ

ในช่วงเริ่มต้นนักเรียนอาจจะไม่มีความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาท้าทายที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม นักเรียนจึงไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันได้ หากนักเรียนได้รับการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องนักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องการ

ตาราง 12 แสดงผลการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
การสร้างกรณี (Generating Cases)	นักเรียนไม่ทราบวิธีการหาคำตอบ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้ศึกษาเนื้อหาที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้สำหรับการจัดกิจกรรมการ	ผู้วิจัยทบทวนความรู้ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ให้ นักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรม

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
	เรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้	การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียน สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ อย่างถูกต้อง
การคาดเดา (Conjecturing)	นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการ แก้โจทย์ปัญหา เพราะแบ่งหน้าที่ การทำงาน แต่ไม่มีการระดม สมองร่วมกันในการแสดงวิธีการ หาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบ ความคิด) ในสถานการณ์ที่ กำหนด	ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่ง หน้าที่การทำงานเพื่อให้ทุกคนมี ส่วนร่วมในการแสดงวิธีการหา คำตอบ และควรกระตุ้นให้ นักเรียนระดมสมองหรือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้ เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ที่ กำหนดทั้ง 3 ข้อ
การแสดงผล (Justifying)	นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอวิธีการ หาคำตอบโดยให้นักเรียนคนเดิม ที่นำเสนอในแผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1 อธิบายวิธีการหา คำตอบของกลุ่มตนเองเช่นเดิม	ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนระดม สมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกัน เพื่อให้เกิดความ เข้าใจ ในสถานการณ์ที่กำหนดทั้ง 3 ข้อ และใช้วิธีการสุ่มตัวแทนนักเรียน แต่ละกลุ่มนำเสนอ เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วมและมี ปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่เสมอ
การสรุป (Concluding)	-	-

ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรถับปฏิบัติที่ 3 การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จำนวน 3 ชั่วโมง

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรถับปฏิบัติที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรถับปฏิบัติที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ของใบกิจกรรมที่ 3 แผ่นติสก์เจ้าปัญหา ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินใบกิจกรรม และเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับกลุ่มเป้าหมายหรือนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรม และ Exit ticket

ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ และแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ แล้วใช้สถานการณ์ปัญหาที่ทำทายของใบกิจกรรมที่ 3 แผ่นติสก์เจ้าปัญหา กระตุ้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจากคำถามกระตุ้นความคิดด้วยการสร้างกรณีและการคาดเดาที่ขัดแย้งของครูเพื่อนำไปสู่การสร้างกรณีและการคาดเดาที่ถูกต้องโดยให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล และระดมสมองแนวคิดภายในกลุ่มเพื่อสร้างกรณีที่ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม อีกทั้งครูทบทวนความรู้ เรื่อง การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ให้นักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างถูกต้อง เมื่อนักเรียนสร้างกรณีแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงการคาดเดาภายในเวลาที่กำหนดและกระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้เพียงพอและเหมาะสม โดยครูกระตุ้นความคิดนักเรียนเพิ่มเติมว่า การสร้างกรณีของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องควรปรับแก้ไขส่วนใดบ้าง จึงจะสามารถสร้างการคาดเดาได้ ระหว่างการคาดเดาครูควรกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดทั้ง 3 ข้อ จากนั้นครูจัดลำดับการนำเสนอโดยเรียงลำดับการคาดเดาจากถูกต้องน้อยไปยังถูกต้องมาก รวมถึงใช้วิธีการสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อให้แต่ละกลุ่มโต้แย้งและร่วมกันอธิบายเหตุผลประกอบทีละประเด็น ซึ่ง

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อนและนำมาตรวจสอบและแก้ไขการคาดเดาของกลุ่มตนเอง ทำเช่นนี้จนกระทั่งครบ 3 ข้อ รวมถึงนักเรียนร่วมกันตรวจสอบทั้ง 3 ข้ออีกครั้งตามคำแนะนำของเพื่อน และครูร่วมสะท้อนผลการคาดเดาของนักเรียนว่าควรพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นนักเรียนดำเนินการปรับปรุงการคาดเดาของกลุ่มตนเอง อีกทั้งสรุปความหมายของการจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดที่ได้เรียนรู้

ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในมุมมองที่หลากหลายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับคำถามของครู เนื่องจากนักเรียนใช้มุมมองตามหลักของความเป็นจริงของสถานการณ์นั้น และนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของตนเองได้ว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วย รวมถึงนักเรียนบางส่วนทราบวิธีการหาคำตอบว่าใช้วิธีการหาคำตอบใดได้บ้าง โดยนักเรียนยังมีความกระตือรือร้นในการสืบค้น และระดมสมองแนวคิดภายในกลุ่ม เนื่องจากมีเพื่อนภายในกลุ่มกระตุ้นให้ช่วยสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามทั้ง 3 ข้อ ในการสร้างกรณี เมื่อนักเรียนสร้างกรณีได้แล้วนำไปสู่การคาดเดาโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงการคาดเดาโดยการแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 ข้อ ซึ่งระหว่างการแสดงวิธีการหาคำตอบ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะแบ่งหน้าที่การทำงาน และระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดทั้ง 3 ข้อ ซึ่งการคาดเดาของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีทั้งถูกต้องและไม่ถูกต้องซึ่งต้องปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนถัดไป จากนั้นตัวแทนนักเรียนที่ได้จากวิธีการสุ่มแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการหาคำตอบของตนเองหน้าชั้นเรียน และมีการโต้แย้งของเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับการแสดงวิธีการหาคำตอบของกลุ่มลำดับก่อนหน้า กลุ่มลำดับถัดไป และนักเรียนอาสาสมัครของกลุ่มอื่นเป็นผู้วิพากษ์วิจารณ์ โดยเพื่อนอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วยและนำเสนอวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งกลุ่มที่นำเสนอบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อนอย่างละเอียด ซึ่งในระหว่างการโต้แย้งมีการตอบโต้ของทั้งสองฝ่ายเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ และหลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองอีกครั้งเพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง โดยนักเรียนบางกลุ่มปรับปรุงการคาดเดาของกลุ่มตนเองที่ได้คำแนะนำจากครูและเพื่อนไม่ครบถ้วน ส่งผลให้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถนำวิธีการหาคำตอบในข้อนั้นมาพิจารณาตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อดี

จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนมีการระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น อีกทั้งนักเรียนมีความกล้าแสดงออกในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนทั้งภายในกลุ่มและ

นอกกลุ่มตามความสมัครใจ พร้อมทั้งสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้เป็นอย่างดี และโน้มน้าวผู้อื่นให้เห็นด้วยกับเหตุผลที่ตนเองอธิบาย รวมถึงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม

ข้อค้นพบ

การระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนส่งผลให้เกิดมุมมองวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลาย อีกทั้งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนทั้งภายในกลุ่มและนอกกลุ่มสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เนื่องจากการที่ระบุเพียงถูกต้องหรือไม่ถูกต้องไม่มีความน่าเชื่อถือมากพอ หากนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และโน้มน้าวผู้อื่นให้เห็นด้วยกับเหตุผลที่ตนเองอธิบายได้จะเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยปัจจัยที่มีส่งผลต่อความกล้าแสดงออกในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดของครู เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งสร้างบรรยากาศเชิงบวกให้นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการปรับปรุงการคาดเดาตามคำแนะนำเพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลาย

ตาราง 13 แสดงผลการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
การสร้างกรณี (Generating Cases)	-	-
การคาดเดา (Conjecturing)	-	-
การแสดงผล (Justifying)	-	-
การสรุป (Concluding)	นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของกลุ่มตนเองที่ได้คำแนะนำจากครูและเพื่อนไม่ครบถ้วน ส่งผลให้การคำนวณทาง	ผู้วิจัยเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการหาคำตอบในแต่ละข้อของใบกิจกรรมให้ครบถ้วนก่อน

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
	คณิตศาสตร์ผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถนำวิธีการหาคำตอบในข้อนั้นมาพิจารณาตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ (ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม)	ดำเนินการส่งทุกครั้ง

ตาราง 13 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดหมู่ของที่แตกต่างกันทั้งหมด ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยนำข้อมูลข้างต้นรวมถึงประเด็นที่ควรเน้นมาสรุปเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ซึ่งจำแนกตามบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูที่สนใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ดังตาราง 14

ตาราง 14 สรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ซึ่งจำแนกตามบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การสร้างกรณี (Generating Cases)	ครูทบทวนเนื้อหาให้นักเรียนก่อน เริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ ความรู้ได้อย่างถูกต้องด้วยการ ระดมความคิดร่วมกัน การเล่นเกม หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตามความ เหมาะสม เรื่อง หลักการนับ	หลังจากที่ครูทบทวนเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่าง ครอบคลุม และทราบวิธีการหา คำตอบ โดยสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ ท้าทายได้ นักเรียนทราบวิธีการหา

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	<p>เบื้องต้น โดยการสร้างกรณีของนักเรียนแต่ละกลุ่มครูกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล ทารูปแบบความสัมพันธ์ สังเกต และแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือระดมสมองแนวคิดภายในกลุ่ม เพื่อตอบคำถามทั้ง 3 ข้อ เนื่องจากเป็นกิจกรรมกลุ่ม อีกทั้งระหว่างการสร้างกรณีครูควรอธิบายความหมายของการสร้างกรณีขององค์ประกอบด้านความคิดคล่องและความคิดริเริ่มให้ชัดเจนและอธิบายเพิ่มเติมว่าความเหมือนกันหรือแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ของนักเรียน ไม่คำนึงถึงเนื้อหาของหลักการนับเบื้องต้น เพื่อให้นักเรียนสร้างกรณีได้อย่างถูกต้องทั้ง 3 ข้อ</p>	<p>คำตอบทั้ง 3 สถานการณ์ว่าใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างกรณีของแต่ละสถานการณ์ได้ รวมทั้งนักเรียนเข้าใจและสามารถจำแนกได้เกี่ยวกับการสร้างกรณีว่าสิ่งใดที่แสดงว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน และสามารถสร้างกรณีได้อย่างถูกต้องทั้ง 3 ข้อ</p>
<p>การคาดเดา (Conjecturing)</p>	<p>จากการที่ครูทบทวนเนื้อหา เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ให้นักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนการสร้างกรณี ส่งผลให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างถูกต้อง และในระหว่างการคาดเดาครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงการคาดเดา</p>	<p>นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มาใช้ได้อย่างถูกต้อง และมีความแม่นยำในเนื้อหา เพื่อนำมาใช้ในการแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลาย ในระหว่างการคาดเดา นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะแบ่งหน้าที่การทำงาน และ</p>

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>(วิธีการหาคำตอบ) และกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดทั้ง 3 ข้อ อีกทั้งครูกำหนดเวลาให้ชัดเจน และกระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้เพียงพอและเหมาะสม อีกทั้งแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน เพื่อให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนดของการแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 ข้อ โดยสิ่งสำคัญควรสร้างความเข้าใจให้นักเรียนโดยการยกตัวอย่างเพิ่มเติม เช่น การเลือกซื้ออาหารของนักเรียนในแต่ละวัน เพื่อให้นักเรียนเห็นมุมมองวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง</p> <p>ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม พร้อมทั้งครูชี้แจงเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 ข้ออย่างชัดเจน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด</p>	<p>ระดมสมองร่วมกัน รวมถึงนักเรียนใช้เวลาในการแสดงวิธีการหาคำตอบตามเวลาที่กำหนด และสามารถแสดงการคาดเดาได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งนักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง ในข้อ 3 ความคิดริเริ่มได้ ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย สำหรับนักเรียนจึงต้องอาศัยการฝึกฝนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งนักเรียนควรทราบเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 ข้อ เพื่อให้นักเรียนผ่านเกณฑ์ที่นักเรียนต้องการ</p>	

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การแสดงผล (Justifying)	<p>ครูกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงรูปแบบวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายในองค์ประกอบด้านความคิดคล่องความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม รวมถึงปรับมุมมองความคิดของนักเรียนว่าการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ไม่ถูกต้องไม่ใช่เรื่องที่น่าอาย อีกทั้งยังเป็นบทเรียนที่ดีให้กับเพื่อนและตนเอง รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง อีกทั้งครูกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดทั้ง 3 ข้อ และใช้วิธีการสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้อยู่เสมอ โดยในขั้นตอนการแสดงผลครูใช้คำถามกระตุ้นการพิจารณาเหตุผลว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้องอย่างไร และให้อธิบายเหตุผลสนับสนุนเพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับเหตุผลของตนเอง โดยครูกำหนดให้กลุ่มลำดับก่อนหน้าและกลุ่มลำดับถัดไปเป็นผู้วิพากษ์วิจารณ์</p>	<p>นักเรียนทุกคนสามารถนำเสนอวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเอง และมีความกล้าในการนำเสนอวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองได้อีกทั้งนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของเพื่อนต่างกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอธิบายเหตุผลสนับสนุน รวมถึงโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับเหตุผลของตนเอง</p>

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
การสรุป (Concluding)	ครูตรวจสอบการบันทึกการ วิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของแต่ละ กลุ่มและเน้นย้ำเกี่ยวกับประเด็น การจดบันทึกของแต่ละกลุ่มใน ระหว่างขั้นตอนการแสดงผล และการตรวจสอบความถูกต้องของ วิธีการหาคำตอบในแต่ละข้อของใบ กิจกรรมให้ครบถ้วนก่อนดำเนินการ ส่งทุกครั้ง เพื่อให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มปรับปรุงการคาดเดาได้อย่าง ครบถ้วนและถูกต้องใน องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม	นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของ กลุ่มตนเองที่ได้คำแนะนำจากครู และเพื่อนขณะวิพากษ์วิจารณ์ เหตุผลให้ครบถ้วน เพื่อไม่ให้เกิด คำถามทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด และพิจารณาตามเกณฑ์ระดับ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ได้

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้ว พบว่ามีประเด็นที่ควรให้ความสำคัญ ดังนี้

1. การใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาและเห็นคุณค่าของหลักการนับเบื้องต้นที่อยู่ในชีวิตประจำวันได้อย่างง่าย โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากสืบค้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

2. การฝึกฝนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในช่วงเริ่มต้นนักเรียนอาจจะไม่มีความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาท้าทายที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เนื่องจากก่อนหน้านี้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการทำตามตัวอย่างหรือวิธีการสอนของครูจึงไม่มีความหลากหลายในการแสดงวิธีการหาคำตอบและเป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันได้ หากนักเรียนได้รับการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องนักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องการ

3. การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย

3.1 การระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนส่งผลให้เกิดมุมมองวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลาย อีกทั้งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนทั้งภายในกลุ่มและนอกกลุ่มสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เนื่องจากการที่ระบุเพียงถูกต้องหรือไม่ถูกต้องไม่มีความน่าเชื่อถือมากพอ หากนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และโน้มน้าวผู้อื่นให้เห็นด้วยกับเหตุผลที่ตนเองอธิบายได้จะเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อความกล้าแสดงออกในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดของครู เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งสร้างบรรยากาศเชิงบวกให้นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3.2 การดำเนินการวิพากษ์วิจารณ์การแสดงวิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการแสดงผล หากนักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์อย่างละเอียดและปรับปรุงตามคำแนะนำได้ครบถ้วนจะแสดงให้เห็นถึงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เนื่องจากเมื่อนักเรียนปรับปรุงตามคำแนะนำไม่ครบถ้วนหรือคำนวณทางคณิตศาสตร์ผิดพลาดส่งผลให้นักเรียนไม่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม หลังจากนั้นเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล สำหรับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ใบกิจกรรม และแบบประเมินใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งพิจารณาจากข้อความถามในใบกิจกรรมและองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดจำแนกตามวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ

1.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลักการบวกและหลักการคูณ ในสถานการณ์ “Chef ป่อมพาชิม” ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1

องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
1. ความคิดคล่อง	1 (12.50)	5 (62.50)	2 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2. ความคิดยืดหยุ่น	7 (87.50)	1 (12.50)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3. ความคิดริเริ่ม	2 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	6 (75.00)	0 (0.00)
องค์ประกอบโดยรวม	2 (25.00)	5 (62.50)	1 (12.50)	0 (0.00)	0 (0.00)

ตาราง 15 แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวมจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 62.50 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า ความคิดคล่องของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 62.50 ความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 7 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 87.50 และความคิดริเริ่มของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับน้อย จำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนอธิบาย

และแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นราย
ด้าน ดังภาพ 1 – 6

ใบกิจกรรม 1

Chef ป้อมพาชิม

รายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Together Set เริ่มต้น 199.-

สถานการณ์

ร้านอาหารแห่งหนึ่งมี Chef ป้อมเป็นแม่ครัวประจำร้าน อาหารซึ่งเป็นผู้กำหนด Promotion อิ่มตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set ให้กับลูกค้า โดยมีราคาเริ่มต้นที่ 199 บาท แบ่งเป็นทั้งหมด 5 Step แต่ละ Step ลูกค้าสามารถเลือกอาหารได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังเมนู

- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 จ่ายเพียง 199 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 4 จ่ายเพียง 299 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 และ 5 จ่ายเพียง 399 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 5 จ่ายเพียง 499 บาท

แต่ถ้าลูกค้าเลือกอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step ต้องจ่ายเงินตามราคาอาหารที่กำหนด

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 1 “Chef ป้อมพาชิม” ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “Chef ป้อมพาชิม” ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนสามารถนำมาปรับใช้ได้จริง นักเรียนจึงมีความกระตือรือร้นในการคิดแก้ปัญหา รวมถึงเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

❶ จากสถานการณ์ข้างต้น สายชดต้องมารับประทานอาหาร ณ ร้านอาหารแห่งนี้ โดยต้องการสั่งอาหารเมนู ดังนี้

★ สลัดผลไม้ ★ สปาเก็ตตี้ชีมาทะเล ★ สเต็กแซลมอน

สายชดสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน อย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดสร้างสรรค์)

วิธีหาคำตอบ

① แผนกรังการ

S1 S2 S3 S4 S5
 $3 \times 1 \times 1 \times 1 = 3$ วิธี

② S1 S2 S3 S4 S5
 $3 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1 = 12$ วิธี

∴ ① + ②
 $= 3 + 12 = 15$ วิธี

③ แผนกรังการ

S1 S2 S3 S4 S5
 A — F — K — R } 3 — ①
 B — F — K — R }
 C — F — K — R }
 S1 S2 S3 S4 S5
 A — F — K — M — R } 12 — ②
 B — F — K — N — R }
 C — F — K — O — R }
 P — R — จ — ผ — ก }
 Q — R — จ — ผ — ก }
 R — R — จ — ผ — ก }
 S — R — จ — ผ — ก }

∴ ① + ③
 $= 3 + 12 = 15$ วิธี

Step 1 - 3 menu + step 1-5
 $= (3 \times 1 \times 1 \times 1) + (3 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1)$
 $= 3 + 12$
 $= 15$ วิธี

④ step 1 - 3 menu
 $(1 \times 1 \times 1 \times 1) + (1 \times 1 \times 1 \times 1) + (1 \times 1 \times 1 \times 1)$
 $= 1 + 1 + 1$
 $= 3$ วิธี

⑤ step 1-5
 $(1 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1) + (1 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1) + (1 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1)$
 $= 4 + 4 + 4$
 $= 12$ วิธี

∴ ① + ⑤
 $= 3 + 12 = 15$ วิธี

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนกลุ่มที่ 2

❶ เนื่องจากวันที่สายชดไปรับประทานอาหารที่ร้านอาหาร Chef ป้อมหามี ไปเป็นชิ้นพิเศษ คือ ถ้าลูกค้าสั่งรายการอาหาร "เมนูพิเศษในจาน 1 จาน" จะมีรายการอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step อื่น ๆ เพื่อจำกัดรายการอาหาร 1 จานเท่านั้น โดยรายการอาหารรวมทั้งหมดมากกว่า 700 บาท จะได้รับส่วนลดทันที 20% ของราคาอาหารทั้งหมด ดังนั้นสายชดสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และจะต้องจ่ายเงินต่อวิธีเท่าใด โดยมีเงื่อนไขว่าสายชดต้องได้รับประทานอาหาร 3 รายการข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20% ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดสร้างสรรค์)

วิธีการหาคำตอบ

① แผนกรังการ

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	แผนกรังการ	สลัดผลไม้	กึ่งตั้ง
A	F	K	M	R	จ	ผ	ก
			N	R	จ	ผ	ก
			O	R	จ	ผ	ก
			P	R	จ	ผ	ก
B	F	K	M	R	จ	ผ	ก
			N	R	จ	ผ	ก
			O	R	จ	ผ	ก
			P	R	จ	ผ	ก
C	F	K	M	R	จ	ผ	ก
			N	R	จ	ผ	ก
			O	R	จ	ผ	ก
			P	R	จ	ผ	ก

∴ เลือกวิธี 1 วิธี คือ step 1-5 และสั่งเพิ่มชิ้นพิเศษในจาน, สั่งเมนูขบเขมรและกึ่งตั้ง และจะได้รับส่วนลด 20% (Step 1-5 = 499 + 99 + 79 + 89 = 766)
 มี 12 วิธี คือ AFKMRจผก, AFKNRจผก, AFKORจผก, AFKPRจผก, BFKMRจผก, BFKNRจผก, BFKORจผก, BFKPRจผก, CFKMRจผก, CFKNRจผก, CFKORจผก, CFKPRจผก
 มีส่วนลดคือ $\frac{766 \times 20}{100} = 153.20$ บาท
 จ่ายเงิน $766 - 153.20 = 612.80$ บาท

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนกลุ่มที่ 3

● เนื่องจาก Chef ป้อมต้องการปรับปรุงเมนูในชุดสุดคุ้ม Together Set โดยมีราคาเฉลี่ยต่อจาน ดังนี้

- ★ Step 1 เฉลี่ยจานละ 39 บาท
- ★ Step 2 เฉลี่ยจานละ 69 บาท
- ★ Step 3 เฉลี่ยจานละ 79 บาท
- ★ Step 4 เฉลี่ยจานละ 99 บาท
- ★ Step 5 เฉลี่ยจานละ 159 บาท

เนื่องจากทีมตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set เติบโตเร็วที่ร้านอาหารได้ค่อนข้างน้อย Chef ป้อมจึงต้องการจัดชุด Set อาหารใหม่ โดยไม่คำนึง Step ซึ่งทุกชุด Set ราคาขายเพียง 349 บาทเท่านั้นและไม่จำกัดจำนวนอาหารใน 1 Set นักเรียนสามารถสร้างชุด Set อาหารของ Chef ป้อมที่ต้องการปรับปรุงได้กี่วิธี และต้องได้กำไรอย่างน้อย 15% - 50% พร้อมทั้งระบุกำไรที่ได้ของแต่ละวิธีและอธิบายเหตุผลประกอบ ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบไปแลกเปลี่ยนหรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีที่ 1 อกไก่ทอด + สลัดผัก + สลัดชอยซ์ + สลัดผลไม้ + สลัดกุ้งทอด

$$1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ วิธี}$$

ราคาขายจานละที่ 1 276 บาท ถ้าทุกชุดมีราคาขาย 349 บาท จะได้กำไร $349 - 276 = 73$ บาท

คิดเป็น $\frac{73 \times 100}{349} \approx 21\%$

วิธีที่ 2 สลัดผัก + สลัดผลไม้ + สลัดชอยซ์ + สลัดกุ้งทอด

$$1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ วิธี}$$

ราคาขายจานละที่ 2 246 บาท ถ้าทุกชุดมีราคาขาย 349 บาท จะได้กำไร $349 - 246 = 103$ บาท

คิดเป็น $\frac{103 \times 100}{349} \approx 29\%$

วิธีที่ 3 สลัดผัก + สลัดผลไม้ + สลัดชอยซ์ + สลัดกุ้งทอด + สลัดผลไม้ทอด

$$1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ วิธี}$$

ราคาขายจานละที่ 3 257 บาท ถ้าทุกชุดมีราคาขาย 349 บาท จะได้กำไร $349 - 257 = 92$ บาท

คิดเป็น $\frac{92 \times 100}{349} \approx 26\%$

ภาพ 4 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 6

ภาพ 2 - 4 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 1 ภาพ 2 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 2 (คนที่ 2, 10, 20, 35 และ 38) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความคิดคล่องอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนกลุ่มที่ 2 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 4 วิธีการได้อย่างถูกต้อง ภายในเวลา 20 นาที และนักเรียนสามารถหาชุด Set อาหารของ Chef ป้อมโดยประกอบด้วยเมนูอาหาร 3 อย่างที่ต้องการ คือ สลัดผลไม้ สပါเก็ตตี้ชีสมาทะเล และสเต็กแซลมอน และอาจจะมีเมนูอื่นรวมด้วยถูกต้องในทุกวิธีการหาคำตอบ ภาพ 3 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 3 (คนที่ 1, 11, 21, 34 และ 40) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนกลุ่มที่ 3 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้ อีกทั้งนักเรียนสามารถหาจำนวนชุด Set อาหารของ Chef ป้อมและสามารถระบุได้ว่าแต่ละชุดมีอะไรบ้างอย่างละเอียดตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างครบถ้วน ในขณะที่ภาพ 4 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 6 (คนที่ 7, 25, 28, 29 และ 36) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนกลุ่มที่ 6 สามารถคิดชุด Set อาหารใหม่ของ Chef ป้อมได้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็น

เอกลักษณ์ของตนเองโดยไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน อีกทั้งระบุชุด Set อาหารใหม่อย่างละเอียดว่าประกอบด้วยเมนูใดบ้าง และพิจารณากำไรของชุด Set อาหารใหม่แต่ละชุดว่าอยู่ระหว่าง 15% - 50% ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

๑ จากสถานการณ์ข้างต้น สายชุดต้องการรับประทานอาหาร ณ ร้านอาหารแห่งนี้ โดยต้องการรับประทานอาหาร ดังนี้
 * สลัดผลไม้ * สปาเก็ตตี้มีทะเล * สติกและขนม

สายชุดสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป๊อปได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (รวมคิดข้อ)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีที่ 1 step 1-3 ทด. ๙

๑1 ๑1 ๑๑ ๑๑ ๑๑

$๑ \times 1 \times 1 \times 1 = ๑$ วิธี

step 1-5

๑1 ๑1 ๑๑ ๑๑ ๑๑

$๑ \times 1 \times 1 \times 1 = ๑$ วิธี

ดังนั้น step 1-3 ทด. ๑ + step 1-5 = 15 วิธี ✓

วิธีที่ 2 step 1-3 ทด. ๑

๑1 ๑๑ ๑๑ ๑๑ ๑๑

A — f — k — R A f k R

B — f — k — R B f k R

C — f — k — R C f k R

step 1-5

๑1 ๑๑ ๑๑ ๑๑ ๑๑

A — f — k — R — A f k R A f k R A f k R A f k R A f k R

B — f — k — R — B f k R B f k R B f k R B f k R B f k R

C — f — k — R — C f k R C f k R C f k R C f k R C f k R

ดังนั้น step 1-3 ทด. ๑ + step 1-5 = 15 วิธี ✓

วิธีที่ 3 step 1-3 ทด. ๑ + step 1-5 = ๑ + 12 = 13 วิธี

ดังนั้น step 1-3 ทด. ๑ + step 1-5 = 15 วิธี ✓

ภาพ 5 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมาก ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

๒ เนื่องจากวันที่สายชลไปรับประทานอาหารที่ร้านอาหาร Chef ป้อมพาจิม มีโปรโมชั่นพิเศษ คือ ถ้าลูกค้าสั่งรายการอาหาร “เป็่ง พันผักในงาน 1 งาน” รวมถึงรายการอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step อื่น ๆ เพียงจำกัดรายการอาหารละ 1 งานเท่านั้น โดยราคาอาหาร รวมทั้งหมดมากกว่า 700 บาท จะได้รับส่วนลดทันที 20% ของราคาอาหารทั้งหมด ดังนั้นสายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และจะต้องจ่ายเงินแต่ละวิธีเท่าใด โดยมีเงื่อนไขว่าสายชลต้องได้รับประทานอาหาร 3 รายการ ข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20% ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิด ยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

Step 1-5 ราคา 499 + แอปเปิ้ลหั่น ราคา 99 + ขนมปังไข่ราคา 79 + กัวยาวราคา 99 = 766 บาท
 จะได้รับส่วนลด 20% ส่วนที่สายชลต้องการ

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	แอปเปิ้ลหั่น	ขนมปังไข่	กัวยาว	
3	x	1	x	1	x	1	x	1 = 12 วิธี

12 วิธี อะไรบ้าง ?

ดังนั้น ไปได้ 12 วิธี ราคาเดิม 766 ได้รับส่วนลด 20% ราคาที่ต้องจ่าย 612.80 บาท

3

ภาพ 6 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับมาก
 ของนักเรียนกลุ่มที่ 5

ภาพ 5 – 6 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น จากใบกิจกรรมที่ 1 ภาพ 5 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 4 (คนที่ 12, 23, 24, 27 และ 32) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนกลุ่มที่ 4 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) จำนวน 3 วิธีการได้อย่างถูกต้อง ภายในเวลา 20 นาที ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี วิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้ และวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม ซึ่งนักเรียนกลุ่มที่ 4 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีการอื่นได้ เช่น วิธีการเปลี่ยนมุมมองปัญหา: มุมมองที่เฉพาะเจาะจงเป็นมุมมองกว้าง เช่นเดียวกับภาพ 2 หากนักเรียนเพิ่มวิธีการหาคำตอบจะส่งผลให้ความคิดคล่องอยู่ในระดับมากที่สุด ในขณะที่ภาพ 6 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 5 (คนที่ 6, 19, 26, 37 และ 39) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนกลุ่มที่ 5 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม ซึ่งนักเรียนหาจำนวนชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้แต่ตอบคำถามไม่ครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการในประเด็นแต่ละชุดมีอะไรบ้าง จึงถือว่ามีข้อผิดพลาด 1 แห่ง

1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

1.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ในสถานการณ์ “ชวนมาร่วมเฟรม” ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2

องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
1. ความคิดคล่อง	4 (50.00)	2 (25.00)	1 (12.50)	1 (12.50)	0 (0.00)
2. ความคิดยืดหยุ่น	8 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3. ความคิดริเริ่ม	8 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
องค์ประกอบโดยรวม	7 (87.50)	1 (12.50)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

ตาราง 16 แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวมจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 7 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 87.50 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า ความคิดคล่องของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50.00 รวมถึงความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของกลุ่มนักเรียนทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน ดังภาพ 7 – 10



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 2 “ชวนมาร่วมเฟรม” ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ภาพ 7 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “ชวนมาร่วมเฟรม” ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายตามเงื่อนไขที่กำหนด และใช้ความรู้ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดอย่างถูกต้อง โดยเป็นสถานการณ์ที่กระตุ้นให้เขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่องความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

๑ จากสถานการณ์ข้างต้น ถ้าครอบครัวนี้ต้องการถ่ายรูปร่วมกับตัวคนเองโดยที่ถ่ายเป็นรูปสี่เหลี่ยม และเป็นแถวหน้ากระดานทั้ง 4 คน จะมีวิธีจัดแถวเพื่อถ่ายรูปทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดต่อ)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีที่ 1 $P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$
 $P_{4,4} = \frac{4!}{(4-4)!}$
 $= \frac{4!}{0!}$
 $= \frac{24}{1} = 24 \text{ วิธี}$

วิธีที่ 2

คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
$P_{4,1}$	$P_{3,1}$	$P_{2,1}$	$P_{1,1}$
$= \frac{4!}{(4-1)!}$	$= \frac{3!}{(3-1)!}$	$= \frac{2!}{(2-1)!}$	$= \frac{1!}{(1-1)!}$
$= \frac{4 \times 3!}{3!}$	$= \frac{3 \times 2!}{2!}$	$= \frac{2 \times 1!}{1!}$	$= \frac{1!}{0!}$
$= 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24 \text{ วิธี}$			

* คนที่ 1 คนก่อน

วิธีที่ 3

$P_{4,1} = \frac{4!}{(4-1)!}$ $= \frac{4 \times 3!}{3!}$ $= 4$	$P_{3,1} = \frac{3!}{(3-1)!}$ $= \frac{3 \times 2!}{2!}$ $= 3$	$P_{2,1} = \frac{2!}{(2-1)!}$ $= \frac{2 \times 1!}{1!}$ $= 2$	$P_{1,1} = \frac{1!}{(1-1)!}$ $= \frac{1!}{0!}$ $= 1$
--	--	--	---

\therefore วิธีที่คิดได้อีก 1 คน = $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24 \text{ วิธี}$

วิธีที่ 4

$4! = 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24 \text{ วิธี}$

ภาพ 8 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนกลุ่มที่ 4

๒ ขณะที่ครอบครัวพักอยู่ที่โรงแรมริมทะเลที่วันบันเทิงพบกับครอบครัวของพี่สาวของแม่ก้อยและสามี แม่ก้อยจึงต้องการถ่ายรูปเป็นที่ระลึกและยืนเรียงแถวหน้ากระดาน โดยที่ถ่ายเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในรูปที่มีพี่ชายและไม่มีพี่สาว จะมีวิธีจัดแถวเพื่อถ่ายรูปทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดค้น)

วิธีการหาคำตอบ

พี่ชาย + ไม่มีพี่สาว = $P_{6,6} + P_{5,5}$

$$= \frac{6!}{(6-6)!} + \frac{5!}{(5-5)!}$$

$$= \frac{6!}{0!} + \frac{5!}{0!}$$

$$= \frac{6!}{1} + \frac{5!}{1}$$

$$= 720 + 120$$

$$= 840 \text{ วิธี}$$

วิธีการหาคำตอบ

พี่ชาย $P_{6,6} = \frac{6!}{(6-6)!} = \frac{6!}{0!} = 720 \text{ วิธี}$

ไม่มีพี่สาว $P_{5,5} = \frac{5!}{(5-5)!} = \frac{5!}{0!} = 120 \text{ วิธี}$

\therefore พี่ชาย + ไม่มีพี่สาว = 840 วิธี

ภาพ 9 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนกลุ่มที่ 3 และ 5 ตามลำดับ

๒ ช่วงที่ครอบครัวนี้มาพักใกล้วันพืชมงคล โรงเรียนวัดเลี้ยวหินจึงมีโปรแกรม “แซะ แซะ แซะ” ให้กับลูกคำที่เข้าพักที่โรงแรม โดยพาพ่อมาถ่ายรูป แซะคอนที่โรงแรม และแซะเพจ Facebook ของโรงแรม ถ้าเข้าร่วมกิจกรรมจะได้รับส่วนลดค่าที่พัก 10% แต่ถ้าชนะเลิศจะได้เข้าพักฟรีที่โรงแรมนี้ ซึ่งครอบครัวนี้อยากได้รางวัลชนะเลิศและทางโรงแรมมีเงื่อนไขว่ารูปที่ถ่ายต้องมีความแตกต่างจากผู้อื่นจึงจะได้รับรางวัลชนะเลิศ ถ้านักเรียนเป็นสมาชิกในครอบครัวนี้จะจัดตำแหน่งถ่ายรูปอย่างไรเพื่อให้ได้รับรางวัลชนะเลิศ และจะมีวิธีจัดแถวเพื่อถ่ายรูปทั้งหมดกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

นักเรียนกลุ่มที่ 6

$$P_{110} = \frac{11}{(11-1)} \times \frac{11}{0!} \times \frac{11}{1} = 1$$

$$P_{(5,5)} = \frac{5!}{(5-5)!} \times \frac{5!}{0!} = 6$$

$$P_{110} \times P_{(5,5)} = 1 \times 6 = 6 \frac{0!}{0!}$$

นักเรียนกลุ่มที่ 8

วิธีการหาคำตอบ

จัดแถว แถว (เรียง) แล้วให้มาเคลว แถวอื่นถ้ารูปใหม่

วิธี 1 โยนให้รอดขึ้นข้างบนก่อน โยนให้มาเคลวขึ้นข้างบนแล้ว

วิธี 2 โยนตำแหน่งที่ขึ้นก่อนแล้วโยนให้มาเคลว

ทั้งหมดที่ 1-2

$$P_{(2,2)} = \frac{2!}{0!} = \frac{2!}{1} = 2$$

ทั้งหมดที่ 3-4

$$P_{(1,1)} = \frac{1!}{0!} = \frac{1!}{1} = 1$$

จำนวนวิธีได้มากที่สุดคูณกันเข้าได้ $2 \times 1 = 2$ วิธี

ภาพ 10 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนกลุ่มที่ 6 และ 8 ตามลำดับ

ภาพ 8 – 10 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 2 ภาพ 8 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 4 (คนที่ 12, 23, 24, 27 และ 32) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนกลุ่มที่ 4 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 4 วิธีการได้อย่างถูกต้อง ภายในเวลา 20 นาที และนักเรียนสามารถจัดเรียงสมาชิกในครอบครัวทั้ง 4 คนยืนเป็นแถวหน้ากระดานเพื่อถ่ายรูปร่วมกันได้ถูกต้องในทุกวิธีการหาคำตอบ ภาพ 9 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 3 (คนที่ 1, 11, 21, 34 และ 40) และกลุ่มที่ 5 (คนที่ 6, 19, 26, 37 และ 39) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนกลุ่มที่ 3 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม และนักเรียนกลุ่มที่ 5 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี อีกทั้งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถจัดเรียงสมาชิกในครอบครัวทั้งกรณีที่มีพี่กายและไม่มีพี่กายอยู่ในรูปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้อย่างครบถ้วน ในขณะที่ภาพ 10 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 6 (คนที่ 7, 25, 28, 29 และ 36) และกลุ่มที่ 8 (คนที่ 8, 15, 16, 22 และ 31) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มอยู่ในระดับมากที่สุด โดยแต่ละกลุ่มสามารถคิดหารูปแบบ

การถ่ายรูปได้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองโดยไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน ซึ่งมีการระบุตำแหน่งการยืนถ่ายรูปอย่างชัดเจนส่งผลให้จำนวนวิธีการจัดแถวเพื่อถ่ายรูปแตกต่างกันตามรูปแบบของแต่ละกลุ่ม

1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

1.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ในสถานการณ์ “แผ่นดิสก์เจ้าปัญหา” ดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3

องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
1. ความคิดคล่อง	6 (75.00)	2 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
2. ความคิดยืดหยุ่น	8 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
3. ความคิดริเริ่ม	4 (50.00)	2 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (25.00)
องค์ประกอบโดยรวม	6 (75.00)	2 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

ตาราง 17 แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวมจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า ความคิดคล่องของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 ความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มนักเรียนทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100.00 และความคิดริเริ่มของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน ดังภาพ 11 – 14



ภาพ 11 แสดงตัวอย่างสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 3 “แผ่นดิสก์เจ้าปัญหา” ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ภาพ 11 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “แผ่นดิสก์เจ้าปัญหา” ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ เรื่อง การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด โดยนักเรียนต้องพิจารณาตามเงื่อนไขที่กำหนดรวมถึงเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

1 จากสถานการณ์ข้างต้น ผู้ตรวจสอบข้อมูลของสายการบินนครแอร์ไลน์ ต้องการเลือกตรวจสอบแผ่นดิสก์ข้อมูลต้นฉบับ จำนวน 3 แผ่น โดยมีหนึ่งใน 3 แผ่นนั้นนำไปเป็นตัวอย่างการถ่ายโอนข้อมูลที่ให้กับพนักงานของสายการบินนครแอร์ไลน์ ผู้ตรวจสอบจะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดสร้างสรรค์)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีที่ 1 $C_{15,3} = \frac{15!}{(15-3)!3!} = \frac{15 \times 14 \times 13 \times 12!}{3! \times 12!} = \frac{15 \times 14 \times 13}{1 \times 2 \times 3} = 455$
 $C_{15,1} = \frac{15!}{(15-1)!1!} = \frac{15 \times 14!}{14! \times 1} = \frac{15}{1} = 15$
 $\therefore 455 \times 15 = 15 \times 455$ วิธีนี้ ✓

วิธีที่ 2 $C_{15,3} = \frac{15!}{(15-3)!3!} = \frac{15 \times 14 \times 13}{1 \times 2 \times 3} = 455$
 $C_{15,1} = \frac{15!}{(15-1)!1!} = \frac{15 \times 14!}{14! \times 1} = \frac{15}{1} = 15$
 $\therefore 105 \times 15 = 15 \times 105$ วิธีนี้ ✓

วิธีที่ 3 $C_{15,1} = \frac{15!}{(15-1)!1!} = \frac{15 \times 14!}{14! \times 1} = \frac{15 \times 14!}{14!} = 15$
 $C_{14,2} = \frac{14!}{(14-2)!2!} = \frac{14!}{12! \times 2!} = \frac{14 \times 13 \times 12!}{12! \times 2 \times 1} = 91$
 $\therefore 15 \times 91 = 15 \times 91$ วิธีนี้ ✓

วิธีที่ 4 $C_{15,3} \times C_{15,1} = \frac{15!}{(15-3)!3!} \times \frac{15!}{(15-1)!1!} = \frac{15 \times 14 \times 13 \times 12!}{3! \times 12!} \times \frac{15 \times 14!}{14! \times 1} = \frac{15 \times 14 \times 13}{1 \times 2 \times 3} \times 15 = 455 \times 15 = 15 \times 455$ วิธีนี้ ✓

วิธีที่ 5 $C_{15,2} \times C_{15,1} = \frac{15!}{(15-2)!2!} \times \frac{15!}{(15-1)!1!} = \frac{15 \times 14 \times 13 \times 12!}{2! \times 12!} \times \frac{15 \times 14!}{14! \times 1} = \frac{15 \times 14 \times 13}{2 \times 1} \times 15 = 105 \times 15 = 15 \times 105$ วิธีนี้ ✓

วิธีที่ 6 $C_{15,1} \times C_{14,2} = \frac{15!}{(15-1)!1!} \times \frac{14!}{(14-2)!2!} = \frac{15 \times 14!}{14! \times 1} \times \frac{14 \times 13 \times 12!}{12! \times 2!} = 15 \times \frac{14 \times 13 \times 12!}{12! \times 2 \times 1} = 15 \times \frac{14 \times 13}{2} = 15 \times 91 = 15 \times 91$ วิธีนี้ ✓

ภาพ 12 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

2 เนื่องจากผู้ตรวจสอบของสายการบินนครแอร์ไลน์ต้องการเลือกตรวจสอบแผ่นดิสก์ข้อมูลต้นฉบับของแต่ละไตรมาสในปี 2565 ซึ่งแบ่งเป็นแผ่นดิสก์ข้อมูลต้นฉบับของไตรมาสที่ 1 (ช่วงเดือน ม.ค. - มี.ค.) จำนวน 3 แผ่น ไตรมาสที่ 2 (ช่วงเดือน เม.ย. - มิ.ย.) จำนวน 4 แผ่น ไตรมาสที่ 3 (ช่วงเดือน ก.ค. - ก.ย.) จำนวน 2 แผ่น และไตรมาสที่ 4 (ช่วงเดือน ต.ค. - ธ.ค.) จำนวน 6 แผ่น ถ้าต้องการเลือกพร้อมกัน 5 แผ่นโดยเลือกแผ่นดิสก์ครบทุกไตรมาส ซึ่งไตรมาสที่ 1 - 3 อย่างละ 1 แผ่น และไตรมาสที่ 4 จำนวน 2 แผ่น ผู้ตรวจสอบจะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

นักเรียนกลุ่มที่ 6

ไตรมาสที่ 1 $C_{3,1} = \frac{3!}{(3-1)!1!} = \frac{3!}{2! \times 1!} = \frac{3 \times 2 \times 1}{2 \times 1} = 3$
 ไตรมาสที่ 2 $C_{4,1} = \frac{4!}{(4-1)!1!} = \frac{4!}{3! \times 1!} = \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1} = 4$
 ไตรมาสที่ 3 $C_{2,1} = \frac{2!}{(2-1)!1!} = \frac{2!}{1! \times 1!} = \frac{2 \times 1}{1 \times 1} = 2$
 ไตรมาสที่ 4 $C_{6,2} = \frac{6!}{(6-2)!2!} = \frac{6!}{4! \times 2!} = \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 2 \times 1} = 15$
 ดังนั้น $= 3 \times 4 \times 2 \times 15$
 $= 360$ วิธีนี้ ✓
 \therefore จะมีวิธีเลือกทั้งหมด 360 วิธี ✓

นักเรียนกลุ่มที่ 7

วิธีการหาคำตอบ

ไตรมาสที่ 1 $C_{3,1} \times C_{4,1} \times C_{2,1} \times C_{6,2}$
 $= \frac{3!}{(3-1)!1!} \times \frac{4!}{(4-1)!1!} \times \frac{2!}{(2-1)!1!} \times \frac{6!}{(6-2)!2!}$
 $= \frac{3!}{2! \times 1!} \times \frac{4!}{3! \times 1!} \times \frac{2!}{1! \times 1!} \times \frac{6!}{4! \times 2!}$
 $= \frac{3 \times 2 \times 1}{2 \times 1} \times \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1} \times \frac{2 \times 1}{1 \times 1} \times \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 2 \times 1}$
 $= 3 \times 4 \times 2 \times 15$
 $= 360$ วิธีนี้ ✓
 \therefore จะมีวิธีเลือกทั้งหมด 360 วิธี # ✓

ภาพ 13 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากใบกิจกรรมที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนกลุ่มที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

๕) เนื่องจากแผ่นดิสก์หาซื้อยากในปัจจุบัน ผู้ตรวจสอบของสายการบินนครแอร์ ไลน์จึงมีนโยบายในการปรับเปลี่ยนวิธีการเก็บข้อมูลในอุปกรณ์อื่นแทนแผ่นดิสก์เดิม ซึ่งแผ่นดิสก์นั้นมีพื้นที่จัดเก็บข้อมูล 100 GB ถ้านักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบของสายการบินนครแอร์ไลน์จะปรับเปลี่ยนใช้อุปกรณ์ใดแทนและอุปกรณ์นั้นมีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเท่าไร โดยเริ่มถ่ายโอนข้อมูลจากแผ่นดิสก์เดิมในปี 2565 จากแผ่นดิสก์เป็นอุปกรณ์ใหม่ซึ่งทางสายการบินนครแอร์ไลน์สั่งซื้อจำนวนเท่าเดิม ผู้ตรวจสอบจะต้องใช้ อุปกรณ์ใหม่จำนวนเท่าไรและมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)
หมายเหตุ: พื้นที่จัดเก็บข้อมูลของแผ่นดิสก์เป็นเพียงสถานการณ์จำลองขึ้นเท่านั้น

ตารางเปรียบเทียบพื้นที่จัดเก็บข้อมูล	
1 KB	1024 Byte
1 MB	1024 KB
1 GB	1024 MB
1 TB	1024 GB

วิธีการหาคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่ 4

อุปกรณ์ที่ใช้แทน คือ ฮาร์ดดิสก์ มีพื้นที่จัดเก็บ 2 TB
 1 TB เท่ากับ 2048 GB
 จำนวนดิสก์เท่าเดิม 15 * 100 = 1500 GB
 วิธีคิด

$$C_{20,15} = \frac{20!}{(20-15)!15!} = \frac{20!}{5!15!} = \frac{20 \times 19 \times 18 \times 17 \times 16}{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 10 \times 13 \times 6 = 780$$

วิธีการหาคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่ 5

อุปกรณ์ที่ใช้แทน คือ ฮาร์ดดิสก์ มีพื้นที่จัดเก็บ 2 TB
 1 TB เท่ากับ 2048 GB
 จำนวนดิสก์เท่าเดิม 15 * 100 = 1500 GB
 วิธีคิด

$$C_{20,15} = \frac{20!}{(20-15)!15!} = \frac{20!}{5!15!} = \frac{20 \times 19 \times 18 \times 17 \times 16}{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 10 \times 13 \times 6 = 780$$

วิธีการหาคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่ 6

อุปกรณ์ คือ Solid State Flash Drive Ultra USB
 อุปกรณ์ที่มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูล 128 GB
 อุปกรณ์ซื้อจำนวนเดิม 15 * 100 = 1500 GB
 จำนวนอุปกรณ์ใหม่ที่จะต้องมีใช้คือ 128 * 12 = 1536 GB
 วิธีคิด

$$C_{20,15} = \frac{20!}{(20-15)!15!} = \frac{20!}{5!15!} = \frac{20 \times 19 \times 18 \times 17 \times 16}{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 10 \times 13 \times 6 = 780$$

วิธีการหาคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่ 8

ใช้ฮาร์ดดิสก์ (100) แทน
 ความจุรวมคือ 100 * 15 = 1500 GB หรือ 20 TB
 ใช้ฮาร์ดดิสก์จำนวน 1 ตัว ก็เพียงพอต่อความต้องการเท่ากับแผ่นดิสก์เดิมแล้ว 15 * 100 = 1500 GB
 วิธีคิด

$$C_{20,15} = \frac{20!}{(20-15)!15!} = \frac{20!}{5!15!} = \frac{20 \times 19 \times 18 \times 17 \times 16}{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 10 \times 13 \times 6 = 780$$

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนกลุ่มที่ 4, 5, 6 และ 8 ตามลำดับ

ภาพ 12 – 14 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มจากใบกิจกรรมที่ 3 ภาพ 12 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 4 (คนที่ 12, 23, 24, 27 และ 32) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนกลุ่มที่ 4 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 6 วิธีการได้อย่างถูกต้อง ภายในเวลา 20 นาที และนักเรียนสามารถเลือกตรวจสอบแผ่นดิสก์ข้อมูล 3 แผ่นโดยหนึ่งในสามแผ่นเป็นตัวอย่างของสายการบินได้ถูกต้องในทุกวิธีการหาคำตอบ ภาพ 13 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 6 (คนที่ 7, 25, 28, 29 และ 36) และกลุ่มที่ 7 (คนที่ 3, 13, 14, 30 และ 33) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนกลุ่มที่ 6 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยูทรวีธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี และนักเรียนกลุ่มที่ 7 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยูทรวีธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม อีกทั้งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเลือกแผ่นดิสก์ครบทุกไตรมาสตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้อย่างครบถ้วน ในขณะที่ภาพ 14 แสดงตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ 4 (คนที่ 12, 23, 24, 27 และ 32), กลุ่มที่ 5 (คนที่ 6, 19, 26, 37 และ 39), กลุ่มที่ 6 (คนที่ 7, 25, 28, 29 และ 36) และกลุ่มที่ 8 (คนที่ 8, 15, 16, 22 และ 31) ที่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม

อยู่ในระดับมากที่สุด โดยแต่ละกลุ่มสามารถคิดหาอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแทนแผ่นดิสก์เดิมได้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองโดยไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน คือ เมมโมรีการ์ด ฮาร์ดดิสก์ แฟลชไดรฟ์ ที่มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลแตกต่างกัน และนำมาพิจารณาให้เหมาะสมกับพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเดิม รวมถึงสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบว่ามีจำนวนวิธีในการเลือกอุปกรณ์ใหม่เท่าใด

นอกจากนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (รายด้าน) จากคำตอบของนักเรียน 8 กลุ่ม ทั้ง 3 ใบบัณฑิตกรรม เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในระดับที่ดีขึ้นของทุกองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (รายด้าน) จากทั้ง 3 ใบบัณฑิตกรรม

องค์ประกอบ	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถรายด้าน														
	ใบบัณฑิตกรรมที่ 1					ใบบัณฑิตกรรมที่ 2					ใบบัณฑิตกรรมที่ 3				
	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
1. ความคิดคล่อง	1	5	2	0	0	4	2	1	1	0	6	2	0	0	0
2. ความคิดยืดหยุ่น	7	1	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	0
3. ความคิดริเริ่ม	2	0	0	6	0	8	0	0	0	0	4	2	0	0	2

ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (รายด้าน) จากทั้ง 3 ใบบัณฑิตกรรม เมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล จำนวน 40 คน โดยใช้เวลาทั้งหมด 3 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีรายละเอียดจำแนกตามหัวข้อ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามสถานการณ์

2.1.1 สถานการณ์ที่ 1 แบรินด์เสื่อยืด YP

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ “แบรินด์เสื่อยืด YP” ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1

องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
1. ความคิดคล่อง	6 (15.00)	12 (30.00)	6 (15.00)	13 (32.50)	3 (7.50)
2. ความคิดยืดหยุ่น	21 (52.50)	14 (35.00)	4 (10.00)	0 (0.00)	1 (2.50)
3. ความคิดริเริ่ม	14 (35.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	26 (65.00)
องค์ประกอบโดยรวม	5 (12.50)	19 (47.50)	11 (27.50)	5 (12.50)	0 (0.00)

ตาราง 19 แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยรวมจากการทำแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ความคิดคล่องอยู่ในระดับน้อย และความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับมากที่สุด ในขณะที่ความคิดริเริ่มอยู่ในระดับไม่มี

2.1.2 สถานการณ์ที่ 2 พิมพาไหมไทย

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ “พิมพาไหมไทย” ดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2

องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
1. ความคิดคล่อง	18 (45.00)	15 (37.50)	3 (7.50)	4 (10.00)	0 (0.00)
2. ความคิดยืดหยุ่น	27 (67.50)	2 (5.00)	1 (2.50)	10 (25.00)	0 (0.00)
3. ความคิดริเริ่ม	10 (25.00)	8 (20.00)	15 (37.50)	0 (0.00)	7 (17.50)
องค์ประกอบโดยรวม	22 (55.00)	10 (25.00)	6 (15.00)	2 (5.00)	0 (0.00)

ตาราง 20 แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยรวมจากการทำแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับมากที่สุด ในขณะที่ความคิดริเริ่มอยู่ในระดับปานกลาง

2.1.3 สถานการณ์ที่ 3 สถานักเรียนเฉพาะกิจ

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ “สถานักเรียนเฉพาะกิจ” ดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3

องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
1. ความคิดคล่อง	19 (47.50)	10 (25.00)	7 (17.50)	2 (5.00)	2 (5.00)
2. ความคิดยืดหยุ่น	32 (80.00)	4 (10.00)	3 (7.50)	1 (2.50)	0 (0.00)
3. ความคิดริเริ่ม	30 (75.00)	6 (15.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	4 (10.00)
องค์ประกอบโดยรวม	30 (75.00)	7 (17.50)	3 (7.50)	0 (0.00)	0 (0.00)

ตาราง 21 แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยรวมจากการทำแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มอยู่ในระดับมากที่สุด

2.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามองค์ประกอบรายด้าน

2.2.1 ความคิดคล่อง

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ ดังตาราง 22


ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์

องค์ประกอบรายด้าน	สถานการณ์ที่	ระดับความสามารถ	จำนวน	ร้อยละ
ความคิดคล่อง	1	น้อย	13	32.50
	2	มากที่สุด	18	45.00
	3	มากที่สุด	19	47.50

ตาราง 22 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 สถานการณ์ในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับน้อย ในขณะที่สถานการณ์ที่ 2 และ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด และมีจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียนที่ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งแต่ละสถานการณ์ใช้ความรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้นที่แตกต่างกัน โดยสถานการณ์ที่ 1 ใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณเป็นเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนบางส่วนไม่แม่นยำในเนื้อหาจึงไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องนี้ในการแก้ปัญหาได้ดีเท่าที่ควร อีกทั้งดำเนินการคำนวณไม่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้วิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้องอีกด้วยและ ความสามารถดังกล่าวของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับน้อย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียน

อธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง ดังภาพ 15 – 18

สถานการณ์ที่ 1 : แบรินด์เสื้อยืด YP



แบรินด์เสื้อยืด YP เป็นเสื้อยืดสีพื้น โดยเสื้อทุกตัวของ YP เป็นผ้าคอตตอนที่ผสมกับ Poly อย่างดีทำให้เสื้ออยู่ทรงสวย นุ่มสบาย และที่สำคัญยิบยาก ซึ่งแบรินด์เสื้อยืด YP มี 2 รูปแบบ คือ คอกกลมและคอวี 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

จากสถานการณ์ข้างต้น ทีมต้องการซื้อเสื้อยืดแบรินด์ YP รูปแบบคอกกลม โดยต้องการทุกขนาด และต้องการสีทั้งหมด 3 สี คือ สีฟ้า สีชมพู และสีเขียว ทีมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี

ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีที่ 1 (วิธีหาคำตอบ)

วิธีที่ 1	สีฟ้า	สีชมพู	สีเขียว
	S, M, L, XL, 2XL	S, M, L, XL, 2XL	S, M, L, XL, 2XL

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 15 \text{ วิธี}$$

วิธีที่ 2

สีฟ้า	สีชมพู	สีเขียว
5	5	5

$$5 \times 5 \times 5 = 15 \text{ วิธี}$$

วิธีที่ 3

ขนาด	สี	รูปแบบคอ
5	3	2

$$5 \times 3 \times 2 = 30$$

ลบเสื้อแบรินด์ YP รูปแบบคอคอกลม
 $30 - 15 = 15 \text{ วิธี}$

วิธีที่ 4

ขนาด	สี	รูปแบบคอ
5	3	2

$$5 \times 3 \times 2 = 30$$

$$30 - 15 = 15 \text{ วิธี}$$


วิธีที่ 5

สีฟ้า	สีชมพู	สีเขียว
5	5	5

$$5 \times 5 \times 5 = 15 \text{ วิธี}$$

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 16

สถานการณ์ที่ 1 : แบรินด์เสื้อยืด YP



แบรินด์เสื้อยืด YP เป็นเสื้อยืดสีพื้น โดยเสื้อทุกตัวของ YP เป็นผ้าคอตตอนที่ผสมกับ Poly อย่างดีทำให้เสื้ออยู่ทรงสวย นุ่มสบาย และที่สำคัญยิบยาก ซึ่งแบรินด์เสื้อยืด YP มี 2 รูปแบบ คือ คอกกลมและคอวี 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

จากสถานการณ์ข้างต้น ทีมต้องการซื้อเสื้อยืดแบรินด์ YP รูปแบบคอกกลม โดยต้องการทุกขนาด และต้องการสีทั้งหมด 3 สี คือ สีฟ้า สีชมพู และสีเขียว ทีมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี

ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีที่ 1 (วิธีหาคำตอบ)

สีฟ้า	สีชมพู	สีเขียว
5	5	5

$$5 \times 5 \times 5 = 15 \text{ วิธี}$$

วิธีที่ 2

ขนาด	สี
5	3

$$5 \times 3 = 15 \text{ วิธี}$$

วิธีที่ 3


สีฟ้า	สีชมพู	สีเขียว
5	5	5

$$5 \times 5 \times 5 = 15 \text{ วิธี}$$

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับน้อย ของนักเรียนคนที่ 20

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 3 วิธีการขึ้นไปภายในเวลา 20 นาที โดยนักเรียนคนที่ 16 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 5 วิธีการได้อย่างถูกต้อง จึงอยู่ในระดับมากที่สุด แม้ว่าจะมีวิธีการหาคำตอบที่ไม่ถูกต้องจำนวน 2 วิธีการเนื่องจากวิธีการหนึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวิธีการเดิมที่ถูกต้องและอีกวิธีการหนึ่งไม่นำรูปแบบเสื้อคอกลมมาคำนวณซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ และเมื่อพิจารณาภาพ 16 พบว่า นักเรียนคนที่ 20 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องได้เพียง 1 วิธีการเท่านั้น และอีก 3 วิธีการไม่ถูกต้องเนื่องจากนักเรียนแสดงการคำนวณไม่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนไม่นำรูปแบบเสื้อคอกลมมาคำนวณเพื่อหาจำนวนวิธีในการเลือกเสื้อยืด รวมถึงนักเรียนทำไม่ทันภายในเวลาที่กำหนด จึงอยู่ในระดับน้อย นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าในสถานการณ์ 2 และ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด และแสดงการคำนวณได้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 17 – 18

สถานการณ์ที่ 2 : ทิมพาไหมไทย



ร้านทิมพาไหมไทยออกบูธงาน "ตลาดผ้าไหม สดไทย only" ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขานครสวรรค์ โดยร้านทิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ คือ ผ้าไหมแพรวา ผ้าไหมมัดหมี่ ผ้าไหมอัญญา นาง ผ้าไหมพระตะบอง และผ้าไหมเมืองอุบล ซึ่งจัดแสดงหน้าร้านเพื่อกระตุณยอดขายผ้าไหมรับของตนเอง

จากสถานการณ์ข้างต้น ร้านทิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ ทางร้านต้องการนำผ้าไหม 3 แบบมาจัดแสดงหน้าร้านเป็นแบบเน้นตรง ร้านทิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมดกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

<p>วิธีการคำนวณ</p> <p><u>วิธีที่ ๑</u></p> $P_{5,3} = \frac{5!}{(5-3)!}$ $= \frac{5!}{2!}$ $= \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{2 \times 1}$ $= \frac{120}{2}$ $= 60 \text{ วิธี}$ <hr/> <p><u>วิธีที่ ๒</u></p> $P_{5,1} \times P_{4,1} \times P_{3,1}$ $= \frac{5!}{(5-1)!} \times \frac{4!}{(4-1)!} \times \frac{3!}{(3-1)!}$ $= \frac{5 \times 4!}{4!} \times \frac{4 \times 3!}{3!} \times \frac{3 \times 2!}{2!}$ $= 5 \times 4 \times 3$ $= 60 \text{ วิธี}$	<p><u>วิธีที่ ๓</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">คน. 1</td> <td style="text-align: center;">คน. 2</td> <td style="text-align: center;">คน. 3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </table> $5 \times 4 \times 3 = 60 \text{ วิธี}$ <hr/> <p><u>วิธีที่ ๔</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$P_{5,1}$</td> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$P_{4,1}$</td> <td style="text-align: center;">$P_{3,1}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$= \frac{5!}{(5-1)!}$</td> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$= \frac{4!}{(4-1)!}$</td> <td style="text-align: center;">$= \frac{3!}{(3-1)!}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$= \frac{5 \times 4!}{4!}$</td> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$= \frac{4 \times 3!}{3!}$</td> <td style="text-align: center;">$= \frac{3 \times 2!}{2!}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$= 5$</td> <td style="text-align: center; border-right: 1px solid black;">$= 4$</td> <td style="text-align: center;">$= 3$</td> </tr> </table> <p>\therefore คำจึงนี้คือได้มาคูณกัน $5 \times 4 \times 3 = 60 \text{ วิธี}$</p>	คน. 1	คน. 2	คน. 3	5	4	3	$P_{5,1}$	$P_{4,1}$	$P_{3,1}$	$= \frac{5!}{(5-1)!}$	$= \frac{4!}{(4-1)!}$	$= \frac{3!}{(3-1)!}$	$= \frac{5 \times 4!}{4!}$	$= \frac{4 \times 3!}{3!}$	$= \frac{3 \times 2!}{2!}$	$= 5$	$= 4$	$= 3$
คน. 1	คน. 2	คน. 3																	
5	4	3																	
$P_{5,1}$	$P_{4,1}$	$P_{3,1}$																	
$= \frac{5!}{(5-1)!}$	$= \frac{4!}{(4-1)!}$	$= \frac{3!}{(3-1)!}$																	
$= \frac{5 \times 4!}{4!}$	$= \frac{4 \times 3!}{3!}$	$= \frac{3 \times 2!}{2!}$																	
$= 5$	$= 4$	$= 3$																	

ภาพ 17 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดคล่องจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนคนที่ 32

สถานการณ์ที่ 3 : สถานักเรียนเฉพาะกิจ

เนื่องจากสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงส่งผลให้โรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการต้องจัดสถานักเรียนเฉพาะกิจโดยมีตัวแทนนักเรียนที่ถูกคัดเลือกในแต่ละระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ระดับชั้นละ 2 คน รวมทั้งหมด 12 คน แบ่งเป็น ชาย 7 คน และหญิง 5 คน ซึ่งสถานักเรียนเฉพาะกิจนี้

จากสถานการณ์ข้างต้น สถานักเรียนเฉพาะกิจนี้ ประกอบด้วย ตำแหน่งประธานสถานักเรียน จำนวน 1 คน ตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน จำนวน 2 คน ตำแหน่งเลขาธิการ จำนวน 1 คน และตำแหน่งทรรูติก จำนวน 1 คน ถ้าต้องการเลือกนักเรียน 5 คน เป็นคณะกรรมการสถานักเรียน โดยมีนักเรียน 5 คนนี้เป็นประธานสถานักเรียน จะมีวิธีการทั้งหมดกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดสร้างสรรค์)

วิธี 1

$$C_{18,5} \times C_{5,1}$$

$$= \frac{18!}{(18-5)!5!} \times \frac{5!}{(5-1)!1!}$$

$$= \frac{18!}{7!5!} \times \frac{5!}{4!1!}$$

$$= \frac{18 \times 17 \times 16 \times 15 \times 14 \times 13 \times 12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 1}$$

$$= 11 \times 9 \times 6 \times 5 = 3,960 \text{ วิธี}$$

วิธี 2

$$C_{12,9} \times C_{11,4}$$

$$= \frac{12!}{(12-9)!9!} \times \frac{11!}{(11-4)!4!}$$

$$= \frac{12!}{3!9!} \times \frac{11!}{7!4!}$$

$$= \frac{12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}$$

$$= 12 \times 11 \times 10 \times 3 = 3,960 \text{ วิธี}$$

วิธี 3

$$C_{12,5} = \frac{12!}{(12-5)!5!} = \frac{12!}{7!5!} = \frac{12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 792$$

$$C_{6,1} = \frac{6!}{(6-1)!1!} = \frac{6!}{4!1!} = \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 1} = 6$$

$$\therefore 792 \times 6 = 3,960 \text{ วิธี}$$

วิธี 4

$$C_{12,4} = \frac{12!}{(12-4)!4!} = \frac{12!}{8!4!} = \frac{12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 330$$

$$C_{11,4} = \frac{11!}{(11-4)!4!} = \frac{11!}{7!4!} = \frac{11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 330$$

$$\therefore 330 \times 3 = 3,960 \text{ วิธี}$$

วิธี 5

$$C_{12,5} = \frac{12!}{(12-5)!5!} = \frac{12!}{7!5!} = \frac{12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 792$$

$$C_{6,1} = \frac{6!}{(6-1)!1!} = \frac{6!}{4!1!} = \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 1} = 6$$

$$\therefore 792 \times 5 = 3,960 \text{ วิธี}$$

วิธี 6

$$C_{12,4} = \frac{12!}{(12-4)!4!} = \frac{12!}{8!4!} = \frac{12 \times 11 \times 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 330$$

$$C_{9,1} = \frac{9!}{(9-1)!1!} = \frac{9!}{7!1!} = \frac{9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 1} = 9$$

$$\therefore 330 \times 9 = 3,960 \text{ วิธี}$$

ภาพ 18 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนคนที่ 38

ภาพ 17 – 18 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 3 วิธีการขึ้นไปภายในเวลา 20 นาที โดยสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนคนที่ 32 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 4 วิธีการได้อย่างถูกต้อง และสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนคนที่ 38 สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 6 วิธีการได้อย่างถูกต้อง จึงอยู่ในระดับมากที่สุด

2.2.2 ความคิดยืดหยุ่น

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ ดังตาราง 23

ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์

องค์ประกอบรายด้าน	สถานการณ์ที่	ระดับความสามารถ	จำนวน	ร้อยละ
ความคิดยืดหยุ่น	1	มากที่สุด	21	52.50
	2	มากที่สุด	27	67.50
	3	มากที่สุด	32	80.00

ตาราง 23 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 สถานการณ์ในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียนที่ดีมากยิ่งขึ้น ตามลำดับ โดยทั้ง 3 สถานการณ์นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากนักเรียนมีความแม่นยำในเนื้อหาและสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมในทุกขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งคำถามในแต่ละสถานการณ์มีความคล้ายคลึงกันนักเรียนจึงสามารถใช้ความรู้ในการเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจนและไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาระหว่างการแสดงวิธีการหาคำตอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น ดังภาพ 19 – 21

เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ VP มีไปรโมชั่นพิเศษ "ซื้อ 3 จ่าย 2" สามารถเลือกรูปแบบ ขนาด และสีได้ (แถมฟรีชิ้นที่ถูกที่สุด) จึงต้องการใช้ไปรโมชั่นพิเศษนี้ โดยคัดเลือกรูปแบบคอกลม ขนาด M, L และ 2XL โดยแต่ละขนาดเลือกสีฟ้าและสีชมพู จึงจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และราคาถูกกว่าเดิมกี่บาท ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีหาคำตอบ

นักเรียนกลุ่มที่ 2

นักเรียนกลุ่มที่ 24

วิธีคิด

ชุดที่ 1 คอกลม - M - ฟ้า
ชุดที่ 2 คอกลม - M - ชมพู
ชุดที่ 3 คอกลม - L - ฟ้า
ชุดที่ 4 คอกลม - L - ชมพู
ชุดที่ 5 คอกลม - 2XL - ฟ้า
ชุดที่ 6 คอกลม - 2XL - ชมพู

ราคาเสื้อยืด

$$M = 100 + 100 + 150 = 350$$

$$L = 100 + 100 + 150 = 350$$

$$2 \times L = 150 + 150 = 300$$

รวม 700 บาท

วิธีหาคำตอบ

นักเรียนกลุ่มที่ 24

คิดคูณ 1 x 3 x 2 = 6 วิธี

สี M/L ฟ้า/ชมพู คอกลม M/L ฟ้า/ชมพู คอกลม 2XL ฟ้า/ชมพู

∴ ชุดที่ 1 คอกลม 500 บาท ฟ้า 100 บาท ราคาเดิม 700 บาท
เพิ่ม 100 บาท ไป 800 บาท "ซื้อ 3 จ่าย 2" โดยจ่าย 2 ตัวที่แพง แล้ว 100 คือเสื้อที่ถูกที่สุด

ภาพ 19 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 2 และ 24

ภาพ 19 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 1 ที่นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม โดยนักเรียนคนที่ 2 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยูทรวีธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้และนักเรียนคนที่ 24 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยูทรวีธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณิรวม ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์และไม่มีข้อผิดพลาด จึงอยู่ในระดับมากที่สุด

๒ จากกรณีที่ร้านพิมพ์ไทยออกบูธงาน "ตลาดผ้าไหม สโลไทย only" ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขานครสวรรค์ ในปีที่ผ่านมา ทางร้านพิมพ์ไทยได้ทำการสำรวจแบบผ้าไหมที่ลูกค้าส่วนใหญ่ชอบ พบว่า อันดับที่ 1 คือ ผ้าไหมแพรวา อันดับที่ 2 คือ ผ้าไหมมัดหมี่ และอันดับที่ 3 ผ้าไหมเมืองอุบล จึงนำมาผลที่ได้จากการสำรวจมาตัดชุดเครื่องใช้สำหรับจัดแสดงโชว์ในหุ่นโชว์เสื้อผ้าภายในร้าน เพื่อสร้างจุดเด่นและกระตุ้นยอดขายผ้าไหมให้กับร้านซึ่งอยู่ด้านหน้าของผ้าไหมแต่ละแบบ โดยทางร้านพิมพ์ไทยไทยได้ตัดชุดเครื่องใช้ไหมแพรวา จำนวน 5 ชุดที่แตกต่างกัน ผ้าไหมมัดหมี่ จำนวน 4 ชุดที่แตกต่างกัน และผ้าไหมเมืองอุบล จำนวน 3 ชุดที่แตกต่างกัน ร้านพิมพ์ไทยไทยจะจัดแสดงชุดเครื่องใช้ไหมที่ลูกค้าชอบทั้ง 3 แบบ แบบละ 2 ชุด เป็นแนวเส้นตรงได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

$$\text{แพรวา } P_{5,2} = \frac{5!}{(5-2)!} = \frac{5!}{3!} = \frac{5 \times 4 \times 3!}{3!} = 20$$

$$\text{มัดหมี่ } P_{4,2} = \frac{4!}{(4-2)!} = \frac{4!}{2!} = \frac{4 \times 3 \times 2!}{2!} = 12$$

$$\text{เมืองอุบล } P_{3,2} = \frac{3!}{(3-2)!} = \frac{3!}{1!} = \frac{3 \times 2 \times 1}{1} = 6$$

$$\therefore P_{5,2} \times P_{4,2} \times P_{3,2} = 20 \times 12 \times 6 = 1440 \text{ วิธี}$$

4

ภาพ 20 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 29

๒ เนื่องจากทางโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการจัดการเรียนการสอนการก่อตั้งโรงเรียนปีที่ 50 จึงออกคำสั่งโรงเรียนให้ตัวแทนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นตัวแทนระดับชั้น จำนวน 12 คน ดำเนินการในงานทั้ง 3 ส่วนของโรงเรียน งานส่วนที่ 1 ต้องการนักเรียนชายช่วยดำเนินการ จำนวน 5 คน งานส่วนที่ 2 ต้องการนักเรียนหญิงช่วยดำเนินการ จำนวน 3 คน และงานส่วนที่ 3 ต้องการนักเรียนชายหรือหญิงก็ได้ช่วยดำเนินการ จำนวน 4 คน จะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

$$\text{คำตอบที่ 1 } C_{7,5} = \frac{7!}{(7-5)!5!} = \frac{7!}{2!5!} = \frac{7 \times 6 \times 5!}{2 \times 1 \times 5!} = 1 \times 3 = 3 \text{ วิธี}$$

$$\text{คำตอบที่ 2 } C_{5,3} = \frac{5!}{(5-3)!3!} = \frac{5!}{2!3!} = \frac{5 \times 4 \times 3!}{2 \times 1 \times 3!} = 5 \times 1 = 5 \text{ วิธี}$$

$$\text{คำตอบที่ 3 } C_{4,4} = \frac{4!}{(4-4)!4!} = \frac{4!}{0!4!} = \frac{4!}{1 \times 4!} = 1 \text{ วิธี}$$

$$\therefore C_{7,5} \times C_{5,3} \times C_{4,4} = 3 \times 5 \times 1 = 15 \text{ วิธี}$$

4

ภาพ 21 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ของนักเรียนคนที่ 37

ภาพ 20 – 21 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม โดยสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนคนที่ 29 และสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนคนที่ 37 แสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ด้วยวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณีเช่นเดียวกัน เพียงแต่ใช้ความรู้แตกต่างกันในการหาคำตอบ ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์และไม่มีข้อผิดพลาด จึงอยู่ในระดับมากที่สุด

2.2.3 ความคิดริเริ่ม

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ ดังตาราง 24

ตาราง 24 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์

องค์ประกอบรายด้าน	สถานการณ์ที่	ระดับความสามารถ	จำนวน	ร้อยละ
ความคิดริเริ่ม	1	ไม่มี	26	65.00
	2	ปานกลาง	15	37.50
	3	มากที่สุด	30	75.00

ตาราง 24 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 สถานการณ์ในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับไม่มี ในขณะที่สถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับปานกลางและสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด และมีจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียนที่ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งความคิดริเริ่มของแต่ละสถานการณ์มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของสถานการณ์ นอกจากนี้องค์ประกอบของความคิดริเริ่มเน้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง อีกทั้งเมื่อนักเรียนคิดสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบแล้วนักเรียนต้องดำเนินการคำนวณตามหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและตอบคำถามให้ครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการ รวมถึงนักเรียนควรแม่นยำในเนื้อหาเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพ

๓ ในช่วงแรกของการจัดบูธของร้านพิซซ่าใหม่ไทยทางร้านมีบูธสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายพิซซ่าใหม่เพียง 1 บูธเท่านั้นโดยจัดแสดงพิซซ่าใหม่เป็นแนวเส้นตรงเพียง 3 แบบก็เต็มพื้นที่หน้าบูธ ส่งผลให้จัดแสดงพิซซ่าใหม่ไม่ครบทั้ง 5 แบบ ปัญหาที่ตามมา คือ ยอดขายพิซซ่าใหม่อีก 2 แบบที่ไม่ได้จัดแสดงลดลงทางร้านพิซซ่าใหม่ไทยจึงมีนโยบายขยายร้านเพื่อลดปัญหาดังกล่าวโดยจัดแสดงพิซซ่าใหม่ให้ครบทุกแบบและต้องการเพิ่มยอดขายให้สูงขึ้นด้วยการผลิตพิซซ่าใหม่แบบที่แตกต่างกันจาก 5 แบบ เพิ่มขึ้นเป็น 7 แบบ ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้านพิซซ่าใหม่ไทยจะจัดแสดงพิซซ่าใหม่เป็นเส้นตรงอย่างไรให้ครบทั้ง 7 แบบ และจะจัดแสดงพิซซ่าใหม่ได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

นักเรียนกลุ่มที่ 19

วิธีหาคำตอบ

เมื่อ 3 1 บูธ แสดงได้ 3 บูธ จัดพิซซ่าได้ 2 บูธ

$$P_{3,2} = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4!}{4!} = 210 \text{ วิธี}$$

$$P_{4,1} = \frac{7!}{(7-1)!} = \frac{7!}{6!} = \frac{7 \times 6!}{6!} = 7 \text{ วิธี}$$

$$P_{5,0} = \frac{7!}{(7-0)!} = \frac{7!}{7!} = 1 \times 6! = 720 \text{ วิธี}$$

$$P_{3,2} \times P_{4,1} \times P_{5,0} = 210 \times 7 \times 720 = 1,092,000 \text{ วิธี}$$

นักเรียนกลุ่มที่ 36

วิธีหาคำตอบ

บูธ 1 บูธ 2 บูธ 3

$$P_{3,2} = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4!}{4!} = 210 \text{ วิธี}$$

$$P_{4,1} = \frac{7!}{(7-1)!} = \frac{7!}{6!} = \frac{7 \times 6!}{6!} = 7 \text{ วิธี}$$

$$P_{5,0} = \frac{7!}{(7-0)!} = \frac{7!}{7!} = 1 \times 6! = 720 \text{ วิธี}$$

$$\therefore \text{จำนวนวิธีทั้งหมด} = P_{3,2} \times P_{4,1} \times P_{5,0} = 210 \times 7 \times 720 = 1,092,000 \text{ วิธี}$$

ภาพ 25 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนคนที่ 19 และ 36

๓ ในช่วงแรกของการจัดบูธของร้านพิซซ่าใหม่ไทยทางร้านมีบูธสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายพิซซ่าใหม่เพียง 1 บูธเท่านั้นโดยจัดแสดงพิซซ่าใหม่เป็นแนวเส้นตรงเพียง 3 แบบก็เต็มพื้นที่หน้าบูธ ส่งผลให้จัดแสดงพิซซ่าใหม่ไม่ครบทั้ง 5 แบบ ปัญหาที่ตามมา คือ ยอดขายพิซซ่าใหม่อีก 2 แบบที่ไม่ได้จัดแสดงลดลงทางร้านพิซซ่าใหม่ไทยจึงมีนโยบายขยายร้านเพื่อลดปัญหาดังกล่าวโดยจัดแสดงพิซซ่าใหม่ให้ครบทุกแบบและต้องการเพิ่มยอดขายให้สูงขึ้นด้วยการผลิตพิซซ่าใหม่แบบที่แตกต่างกันจาก 5 แบบ เพิ่มขึ้นเป็น 7 แบบ ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้านพิซซ่าใหม่ไทยจะจัดแสดงพิซซ่าใหม่เป็นเส้นตรงอย่างไรให้ครบทั้ง 7 แบบ และจะจัดแสดงพิซซ่าใหม่ได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

นักเรียนกลุ่มที่ 33

วิธีหาคำตอบ

บูธ 1 บูธ 2 บูธ 3

$$P_{3,2} = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4!}{4!} = 210 \text{ วิธี}$$

$$P_{4,1} = \frac{7!}{(7-1)!} = \frac{7!}{6!} = \frac{7 \times 6!}{6!} = 7 \text{ วิธี}$$

$$P_{5,0} = \frac{7!}{(7-0)!} = \frac{7!}{7!} = 1 \times 6! = 720 \text{ วิธี}$$

$$\therefore \text{จำนวนวิธีทั้งหมด} = 210 \times 7 \times 720 = 1,092,000 \text{ วิธี}$$

นักเรียนกลุ่มที่ 37

วิธีหาคำตอบ

บูธ 1 บูธ 2 บูธ 3

$$P_{3,2} = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4!}{4!} = 210 \text{ วิธี}$$

$$P_{4,1} = \frac{7!}{(7-1)!} = \frac{7!}{6!} = \frac{7 \times 6!}{6!} = 7 \text{ วิธี}$$

$$P_{5,0} = \frac{7!}{(7-0)!} = \frac{7!}{7!} = 1 \times 6! = 720 \text{ วิธี}$$

$$\therefore \text{จำนวนวิธีทั้งหมด} = 210 \times 7 \times 720 = 1,092,000 \text{ วิธี}$$

นักเรียนกลุ่มที่ 38

วิธีหาคำตอบ

$$P_{3,2} = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4!}{4!} = 210 \text{ วิธี}$$

$$P_{4,1} = \frac{7!}{(7-1)!} = \frac{7!}{6!} = \frac{7 \times 6!}{6!} = 7 \text{ วิธี}$$

$$P_{5,0} = \frac{7!}{(7-0)!} = \frac{7!}{7!} = 1 \times 6! = 720 \text{ วิธี}$$

$$\therefore \text{จำนวนวิธีทั้งหมด} = 210 \times 7 \times 720 = 1,092,000 \text{ วิธี}$$

ภาพ 26 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับปานกลางของนักเรียนคนที่ 33, 37 และ 38

ภาพ 24 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม นักเรียนคนที่ 3 และ 16 มีการจัดแสดงผ้าไหมเป็นเส้นตรงครบทั้ง 7 แบบเพื่อแก้ปัญหายอดขายผ้าไหมที่ลดลงตามเงื่อนไขที่กำหนดซึ่งเป็นวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองโดยไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 2.50 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด จึงอยู่ในระดับมากที่สุด เช่นเดียวกับภาพ 25 นักเรียนคนที่ 19 และ 36 มีวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองโดยที่ซ้ำกันในชั้นเรียน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด จึงอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาภาพ 26 พบว่า นักเรียนคนที่ 33, 37 และ 38 ดำเนินการถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์เพียงแต่วิธีการหาคำตอบไม่มีความแปลกใหม่มากนัก เนื่องจากมีนักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบเช่นเดียวกันกับนักเรียนคนที่ 33, 37 และ 38 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด จึงอยู่ในระดับปานกลาง

๓ ถ้าหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการต้องการปรับเปลี่ยนตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจให้ครอบคลุมกับงานต่าง ๆ ของโรงเรียน ถ้านักเรียนเป็นหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนจะจัดตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจได้บ้าง ตำแหน่งละกี่คน และจะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่ 16

สมัครใจ / ว่างงาน / ว่างงาน / ว่างงาน / ว่างงาน / ว่างงาน / ว่างงาน

สมัครใจ 1 คน
ว่างงาน (2-6) 5 คน
ว่างงาน (2-6) 5 คน
ว่างงาน (2-6) 5 คน
ว่างงาน (2-6) 5 คน
ว่างงาน (2-6) 5 คน

สมัครใจ $C_{2,1} = \frac{2!}{(2-1)!1!} = \frac{2!}{1!1!} = \frac{2 \times 1}{1 \times 1} = 2$

ว่างงาน $C_{5,1} = \frac{5!}{(5-1)!1!} = \frac{5!}{4!1!} = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1} = 5$

ว่างงาน $C_{5,2} = \frac{5!}{(5-2)!2!} = \frac{5!}{3!2!} = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1 \times 2 \times 1} = 10$

ว่างงาน $C_{5,3} = \frac{5!}{(5-3)!3!} = \frac{5!}{2!3!} = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{2 \times 1 \times 3 \times 2 \times 1} = 10$

ว่างงาน $C_{5,4} = \frac{5!}{(5-4)!4!} = \frac{5!}{1!4!} = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1} = 5$

ว่างงาน $C_{5,5} = \frac{5!}{(5-5)!5!} = \frac{5!}{0!5!} = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 1$

สมัครใจทั้งหมด $C_{7,1} = 2 + 5 + 10 + 10 + 5 + 1 = 33$

วิธีการหาคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่ 38

สมัครใจ 1 คน

$C_{7,1} = \frac{7!}{(7-1)!1!} = \frac{7!}{6!1!} = \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 7$

ว่างงาน 5 คน ผู้ชาย 2 คน ผู้ชาย 1 คน

$C_{5,1} = C_{4,1}$

$= \frac{5!}{(5-1)!1!} \times \frac{4!}{(4-1)!1!}$

$= \frac{5!}{4!1!} \times \frac{4!}{3!1!}$

$= 5 \times \frac{4!}{4!} \times \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1}$

$= 5 \times 1$

$= 5 \times 4$

$= 20$ วิธี

สมัครใจและผู้ชาย 1 คน

$C_{4,1} = \frac{4!}{(4-1)!1!} = \frac{4!}{3!1!} = \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1} = 4$

$\therefore 7 \times 20 + 4 = 144$ วิธี

ภาพ 27 แสดงตัวอย่างความสามารถด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุดของนักเรียนคนที่ 16 และ 38

ภาพ 27 แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม นักเรียนคนที่ 16 และ 38 มีการเลือกสภานักเรียนเฉพาะกิจของโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งเป็นวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองโดยไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 2.50 ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนคนที่ 16 นำประเด็นเกี่ยวกับระดับชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ใช้ในการแสดงวิธีการหาคำตอบ และนักเรียนคนที่ 38 นำประเด็นเกี่ยวกับเพศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ใช้ในการแสดงวิธีการหาคำตอบ จึงอยู่ในระดับมากที่สุด

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

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 40 คน ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนละ 3 – 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 10 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้อธิบายแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ตามลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลังจากที่ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความคิดด้วยการสร้างกรณีและการคาดเดาที่ขัดแย้งเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยนำไปสู่การสร้างกรณีและการคาดเดาที่ถูกต้องแล้ว พบว่า นักเรียนบางส่วนไม่ทราบวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องว่าควรใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ ผู้วิจัยและสมาชิกภายในกลุ่มจึงกระตุ้นให้ช่วยกันสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งนักเรียนสับสนเกี่ยวกับการสร้างกรณีว่าสิ่งใดที่แสดงว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้อธิบายความหมายของการสร้างกรณีให้ชัดเจนและอธิบายเพิ่มเติมว่าความเหมือนกันหรือแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ของนักเรียนเท่านั้น นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนไม่ทราบวิธีการหาคำตอบ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้ศึกษาเนื้อหาที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงทบทวนความรู้ให้นักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งทำให้นักเรียนสร้างกรณีได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบของใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา 2 – 3 คน ส่วนสมาชิกภายในกลุ่มที่เหลือไม่มีส่วนร่วมในการแสดงวิธีการหาคำตอบ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงวิธีการหาคำตอบ และผลที่ตามมาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะแบ่งหน้าที่การทำงาน แต่ไม่มีการระดมสมองร่วมกันในการแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ในสถานการณ์ที่กำหนด ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงวิธีการหาคำตอบ และกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยนักเรียนมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนใช้เวลามากกว่าที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงต้องกำหนดเวลาให้ชัดเจนและกระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้เพียงพอและเหมาะสม รวมถึงนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบของความคิดริเริ่มได้ ผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น และนำเสนอเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 ข้ออย่างชัดเจน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ภายในเวลาและสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนไม่กล้านำเสนอวิธีการหาคำตอบซึ่งเป็นการคาดเดาของกลุ่มตนเอง และนักเรียนไม่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของเพื่อนต่าง

กลุ่มในช่วงเริ่มต้นของการแสดงเหตุผล ผู้วิจัยจึงกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงรูปแบบวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลาย และปรับมุมมองความคิดของนักเรียนว่าการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ไม่ถูกต้องไม่ใช่เรื่องที่น่าอาย รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง โดยให้อธิบายเหตุผลสนับสนุนเพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับเหตุผลของตนเอง และผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มลำดับก่อนหน้าและกลุ่มลำดับถัดไปเป็นผู้วิพากษ์วิจารณ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีการแสดงเหตุผลที่ดีขึ้นโดยโต้ตอบกันและมีนักเรียนอาสาสมัครของกลุ่มอื่นเป็นผู้วิพากษ์วิจารณ์เพิ่มเติมอีกด้วย นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนบางกลุ่มให้นักเรียนคนเดิมนำเสนอ ผู้วิจัยจึงกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และใช้วิธีการสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของกลุ่มตนเองได้ไม่ถูกต้องทั้งหมดส่งผลให้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถนำวิธีการหาคำตอบในข้อนั้นมาพิจารณาตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากนักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อนได้ไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงตรวจสอบการบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของแต่ละกลุ่มและเน้นย้ำเกี่ยวกับประเด็นการจดบันทึกของแต่ละกลุ่มในระหว่างขั้นตอนการแสดงเหตุผล โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถปรับปรุงการคาดเดาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้ว พบว่ามีประเด็นที่ควรให้ความสำคัญ ดังนี้

1. การใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาและเห็นคุณค่าของหลักการนับเบื้องต้นที่อยู่ในชีวิตประจำวันได้อย่างง่าย โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากสืบค้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

2. การฝึกฝนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในช่วงเริ่มต้นนักเรียนอาจจะไม่มีความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาท้าทายที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เนื่องจากก่อนหน้านั้นนักเรียนมีความคุ้นเคยกับการทำตามตัวอย่างหรือวิธีการสอนของครูจึงไม่มีความหลากหลายในการแสดงวิธีการหาคำตอบและเป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันได้ หากนักเรียนได้รับการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถใน

การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องนักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องการ

3. การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย

3.1 การระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนส่งผลให้เกิดมุมมองวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลาย อีกทั้งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนทั้งภายในกลุ่มและนอกกลุ่มสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เนื่องจาก การที่ระบุคำตอบเพียงว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้องไม่มีความน่าเชื่อถือมากพอ หากนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และโน้มน้าวผู้อื่นให้เห็นด้วยกับเหตุผลที่ตนเองอธิบายได้จะเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อความกล้าแสดงออกในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดของครู เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งสร้างบรรยากาศเชิงบวกให้นักเรียนมีความมั่นใจ และกล้าอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3.2 การดำเนินการวิพากษ์วิจารณ์การแสดงวิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการแสดงผล หากนักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์อย่างละเอียดและปรับปรุงตามคำแนะนำได้ครบถ้วนจะ แสดงให้เห็นถึงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เนื่องจากเมื่อนักเรียนปรับปรุงตามคำแนะนำไม่ครบถ้วนหรือ คำนวณทางคณิตศาสตร์ผิดพลาดส่งผลให้นักเรียนไม่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้สุรุ่มจำนวนกลุ่มนักเรียนและจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมจากใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมาจากผลรวมของคะแนนจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 62.50 สำหรับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 7 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 87.50 เมื่อ

พิจารณาจากคะแนนรายกลุ่ม พบว่า นักเรียน 5 กลุ่ม มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเพิ่มขึ้นจากเดิมอยู่ในระดับมาก และปานกลาง ตามลำดับ และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 ดังนั้น เมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมมากขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียน 1 กลุ่มมีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมลดลง อย่างไรก็ตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่คงอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดิม

2.2 ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมจากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ ซึ่งมาจากผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า ในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 สำหรับในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 เมื่อพิจารณาจากคะแนนรายบุคคล พบว่า นักเรียน 17 คน มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเพิ่มขึ้นจากเดิมอยู่ในระดับมาก ปานกลาง และน้อยตามลำดับ อีกทั้งในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 เมื่อพิจารณาจากคะแนนรายบุคคล พบว่า นักเรียน 8 คน มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเพิ่มขึ้นจากเดิมอยู่ในระดับมาก ปานกลาง และน้อยตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการและแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสอดคล้องของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนมีการพัฒนาองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือองค์ประกอบด้านความคิดคล่อง และองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มพัฒนาน้อยที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาในชั้นเรียน ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

การเริ่มต้นบทเรียนโดยการใช้คำถามกระตุ้นความคิดด้วยการสร้างกรณีและการคาดเดาที่ขัดแย้งเพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยนำไปสู่การสร้างกรณีและการคาดเดาที่ถูกต้องว่าควรใช้ความรู้เรื่องใดในการหาคำตอบ อีกทั้งควรทบทวนความรู้ให้นักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างถูกต้องและสถานการณ์นั้นควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาและเห็นคุณค่าของหลักการนับเบื้องต้นที่อยู่ในชีวิตประจำวันได้อย่างง่าย โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากสืบค้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ สอดคล้องกับ Knudsen et al. (2018) ที่กล่าวว่า การเริ่มต้นบทเรียนด้วยการสร้างกรณีและการคาดเดาที่ขัดแย้ง เพื่อให้เกิดสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักเรียนในตอนเริ่มต้นจะทำให้ง่ายต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับ Torrance & Paul (1965) ที่กล่าวว่า ปัญหาที่ทำทนายในชีวิตจริงจะกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้เห็นถึงคุณค่าและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศกร วังศิลา (2561) ที่กล่าวว่า ครูเลือกสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียนจะสามารถกระตุ้นและสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความท้าทายและแสดงความคิดเห็นสำหรับแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

การเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อระดมสมองร่วมกันในการแสดงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ในสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้เกิดวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายและหากนักเรียนได้รับการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องนักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องการ ซึ่งในการคาดเดานี้ นักเรียนต้องใช้เวลาพอสมควรในการแสดงวิธีการหาคำตอบให้ถูกต้องตามเงื่อนไขของสถานการณ์

สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์มาช่วยในการพิจารณาาคำตอบ เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลาย โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดในแนวทางของตนให้ได้มากที่สุด เพราะคำตอบที่หลากหลายนั้นอาจมีบางคำตอบที่เป็นคำตอบใหม่ที่ไม่เคยมีใครคิดได้ โดยครูไม่ควรสกัดกั้นแนวคิดของนักเรียน ตลอดจนครูควรใช้คำถามช่วยความสนใจ คำถามที่ท้าทาย คำถามที่แปลกชนิดคาดไม่ถึง คำถามที่ให้นักเรียนคาดการณ์ล่วงหน้าว่าจะเกิดอะไรขึ้น และสอดคล้องกับ Torrance & Paul (1965) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องอาศัยเวลาอย่างค่อยเป็นค่อยไปและต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

การนำเสนอวิธีการหาคำตอบจากการเรียงลำดับการคาดเดาจากถูกต้องน้อยไปยังถูกต้องมาก เพื่อให้เกิดการโต้แย้งและร่วมกันอธิบายเหตุผลประกอบที่ละเอียด โดยการสอนเหตุผลว่าทำไมการคาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จ ส่งผลให้เกิดมุมมองวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลาย หากนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และโน้มน้าวผู้อื่นให้เห็นด้วยกับเหตุผลที่ตนเองอธิบายได้จะเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Lin & Mintzes (2010) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกเพื่อให้ได้มุมมองที่แตกต่างออกไปจากเดิมที่ผู้นำเสนอไม่ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลแสดงความเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนและทำให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ ซึ่งเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nasrullah (2022) ที่กล่าวว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ต่างกันจึงส่งผลให้การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกันโดยปัจจัยที่ส่งผลต่อความกล้าแสดงออกในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดของครู เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งสร้างบรรยากาศเชิงบวกให้นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554) ที่กล่าวว่า การกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดโดยใช้คำถามกระตุ้นช่วยสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้อย่างเสรี โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและการแสดงออก รวมถึงลดการจำกัดกรอบความคิดและความสนใจของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding)

การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรับปรุงการคาดเดาของตนเองเป็นการลดความผิดพลาดในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และได้แก้ไขตามประเด็นที่จดบันทึกในระหว่างขั้นตอนการแสดงเหตุผลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของกฤตยาณี พวงเสื่อ (2563) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนร่วมกันสรุปและตัดสินว่าวิธีการใดถูกต้องจากการแสดงเหตุผลในขั้นตอนที่ 3 และนำผลการ

สะท้อนของครูและข้อโต้แย้งที่แต่ละกลุ่มวิพากษ์วิจารณ์มาปรับปรุงแก้ไขส่งผลให้นักเรียนสามารถอธิบายความรู้ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 ความคิดคล่อง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล่องจากการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 สถานการณ์ในแบบทดสอบอยู่ในระดับมากขึ้นไปทุกสถานการณ์ กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องอย่างน้อย 3 วิธีการขึ้นไป ภายในเวลาที่กำหนดได้ และจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียนที่ดีมากยิ่งขึ้น ในช่วงเริ่มต้นของการทำแบบทดสอบเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับน้อย เนื่องจากนักเรียนบางส่วนไม่แม่นยำในเนื้อหาจึงไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องนี้ในการแก้ปัญหาได้ดีเท่าที่ควร อีกทั้งดำเนินการคำนวณไม่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้วิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้องอีกด้วย ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดคล่อง เช่น สถานการณ์ “Chef ป่อมพาชิม” ในขั้นตอนการสร้างกรณีเริ่มต้นด้วยการที่ครูใช้สถานการณ์ที่ทำทนายเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อให้เข้าถึงได้ง่าย และอธิบายความหมายของการสร้างกรณีให้ชัดเจนว่าความเหมือนกันหรือแตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) และสามารถสร้างกรณีเพื่อแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างหลากหลายในขั้นตอนการคาดเดาด้วยการหาจำนวนวิธีการเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป่อมได้ด้วยการใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ ได้อย่างถูกต้องเนื่องจากมีการทบทวนความรู้ให้กับนักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยการอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนการแสดงวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองโดยที่ครูใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนเห็นมุมมองการแสดงวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายจากการวิพากษ์วิจารณ์แม้ว่าจะจะเป็นโจทย์ปัญหาเดียวกัน ได้แก่ การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม การเปลี่ยนมุมมองปัญหา: มุมมองที่เฉพาะเจาะจงเป็นมุมมองกว้าง

และการเขียนภาพหรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้ และนำไปสู่ขั้นตอนการสรุปที่ครูให้นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของตนเองเพื่อให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ในทุกวิธีการที่นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ ดังนั้นสิ่งสำคัญของการแสดงวิธีการหาคำตอบองค์ประกอบด้านความคิดคล่องนักเรียนต้องมีความแม่นยำในเนื้อหาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรเชษฐ์ เรื่องสุขอนันต์ (2554) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถหาผลเฉลยได้จำนวนมากภายในเวลาที่กำหนดซึ่งจะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

2.2 ความคิดยืดหยุ่น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นจากการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 สถานการณ์ในแบบทดสอบอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสถานการณ์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม และจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียนที่ดีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีความแม่นยำในเนื้อหาและสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมในทุกขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งคำถามในแต่ละสถานการณ์มีความคล้ายคลึงกันนักเรียนจึงสามารถใช้ความรู้ในการเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจนและไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาระหว่างการแสดงวิธีการหาคำตอบ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดยืดหยุ่น เช่น สถานการณ์ “Chef ป้อมพาชิม” ในขั้นตอนการสร้างกรณีต่อเนื่องมาจากความคิดคล่องเพียงแต่มีเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และสามารถสร้างกรณีที่หลากหลายเพื่อนำมาตัดสินใจในการเลือกสำหรับแสดงวิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการคาดเดาซึ่งครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้เลือกการคาดเดาที่มีความเป็นไปได้และสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้องเนื่องจากมีการทบทวนความรู้ให้กับนักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยการอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนการแสดงวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองโดยที่ใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนเห็นมุมมองการแสดงวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายจากการวิพากษ์วิจารณ์แม้ว่าจะเป็นโจทย์ปัญหาเดียวกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่นักเรียนจะเลือกการคาดเดาที่สะดวกและรวดเร็วที่สุดในการได้มาซึ่งคำตอบ เพราะความคิดยืดหยุ่นไม่กำหนดจำนวนวิธีการในการแสดงวิธีการหาคำตอบ และนำไปสู่ขั้นตอนการสรุปที่ครูให้นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของตนเองเพื่อให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ โดยครูเน้นย้ำเกี่ยวกับการปรับปรุงการคาดเดาจึงลดข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบได้ สอดคล้องกับ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า ความคิดยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ โดยการคิดแล้วเลือกนำมาปรับไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป นั่นคือ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์และสอดคล้องกับงานวิจัยของนภัสสร แก้วมีชัย (2564) ที่กล่าวว่า การนำความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา สามารถทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายและปรับแนวคิดให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่เสมอซึ่งจะเป็นแนวคิดที่หลากหลายเพิ่มขึ้น

2.3 ความคิดริเริ่ม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มจากการเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบทั้ง 3 สถานการณ์ในแบบทดสอบอยู่ในระดับไม่มี ปานกลาง และมากที่สุด ตามลำดับ กล่าวคือ ความคิดริเริ่มของแต่ละสถานการณ์มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของสถานการณ์ นอกจากนี้องค์ประกอบของความคิดริเริ่มเน้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง อีกทั้งเมื่อนักเรียนคิดสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบแล้วนักเรียนต้องดำเนินการคำนวณตามหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและตอบคำถามให้ครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการ รวมถึงนักเรียนควรแม่นยำในเนื้อหาเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดริเริ่ม เช่น สถานการณ์ “Chef ป้อมพาชิม” ในขั้นตอนการสร้างกรณีต่อเนื่องมาจากความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเพียงแต่ให้นักเรียนสร้างเงื่อนไขขึ้นด้วยตนเองตามสถานการณ์ที่ระบุไว้และแสดงวิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง การสร้างกรณีนั้นขึ้นอยู่กับการรู้และประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่แปลกใหม่และเลือกกรณีที่เป็นไปได้ในการหาจำนวนวิธี เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ รวมทั้งอธิบายความหมายของการสร้างกรณีให้ชัดเจนว่าความเหมือนกันหรือแตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) เมื่อนักเรียนสร้างกรณีได้นักเรียนต้องนำกรณีที่สร้างขึ้นมาแสดงวิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการคาดเดาโดยจะเห็นความคิดริเริ่มของแต่ละกลุ่มในการแสดงการคาดเดาตามกรณีที่นักเรียนสร้างขึ้นได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากมีการทบทวนความรู้ให้กับนักเรียนก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยการอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนการแสดงวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองว่าถูกต้องตามกรณีที่สร้างขึ้น โดยที่ใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนเห็นมุมมองการแสดงวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายจากการวิพากษ์วิจารณ์แม้ว่าจะเป็นโจทย์ปัญหาเดียวกันนักเรียน

สามารถสร้างกรณีได้หลากหลายวิธีการขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของนักเรียน และนำไปสู่ขั้นตอนการสรุปที่ครูให้นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของตนเองเพื่อให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้เนื่องจากแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน ดังนั้นการปรับปรุงการคาดเดาจึงต้องมีการบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์อย่างละเอียดเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง ซึ่งพบว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนเริ่มต้นจากไม่มีเป็นมากที่สุดโดยต้องอาศัยการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องการ สอดคล้องกับ Siswono (2011) ที่กล่าวว่า ความคิดริเริ่มเป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการหรือคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเดิม และสอดคล้องกับงานวิจัยของธรินทร์ แยมสุข (2566) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะด้านความคิดริเริ่มเป็นด้านที่ต้องอาศัยระยะเวลาในการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นด้านที่มีการพัฒนาน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ควรออกแบบใบกิจกรรมและแบบทดสอบโดยใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาและเห็นคุณค่าของเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่อยู่ในชีวิตประจำวันได้อย่างง่าย โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากสืบค้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย เน้นการให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และโน้มน้าวผู้อื่นให้เห็นด้วยกับเหตุผลที่ตนเองอธิบายได้จะเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อความกล้าแสดงออกในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดของครู เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งสร้างบรรยากาศเชิงบวกให้นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนการสรุปนักเรียนสามารถดำเนินการปรับปรุงวิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ตามคำแนะนำจากการบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์ได้ ครูจึงควรเน้นให้นักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์อย่างละเอียดและปรับปรุงตามคำแนะนำให้ครบถ้วน เพื่อลดข้อผิดพลาดของการคำนวณทางคณิตศาสตร์และได้

ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนดของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ต้องใช้เวลาพอสมควรเพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากก่อนหน้านี้ นักเรียนไม่มีความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาท้าทายที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ ในขณะที่นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการทำตามตัวอย่างหรือวิธีการสอนของครู จึงไม่มีความหลากหลายในการแสดงวิธีการหาคำตอบและเป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการพัฒนาองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มน้อยที่สุด การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาในประเด็น ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยควรศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม

2.2 ผู้วิจัยควรพัฒนารูปแบบการสอนหรือกิจกรรมการเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้หรือหลักสูตรเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม

2.3 ผู้วิจัยควรศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคาดเดาและการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากความสามารถในการคาดเดา (Conjecturing) และการแสดงเหตุผล (Justifying) มีความสำคัญต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กฤตยาณี พ่วงเสื่อ. (2563). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้ง
ทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. พิษณุโลก:
มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กฤตยาณี พ่วงเสื่อ และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2563). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
นเรศวร, 24(1), 66-75.*
- ณัฐริยา เอิบอ้อม, พรรณทิพา ตันตินัย และอาพันธ์ชนิด เจนจิต. (2565). *ผลของการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาโพลยา ที่มีผลต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกบินทร์วิทยา จังหวัดปราจีนบุรี. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเชียงใหม่, 15(2), 42-56.*
- ธรรนินทร์ แยมสุข. (2565). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทาง
คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัย
นเรศวร.
- ธรรนินทร์ แยมสุข และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2566). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดาน
ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง พื้นที่ผิวและ
ปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 6(2), 303-319.*
- ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์, รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ และทรงชัย อักษะคิด. (2554). *การศึกษาพฤติกรรมการ
ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่าน
กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว, 27(2),
133-151.*

- นภัสสร แก้วมีชัย และสิรินภา กิจเกื้อกุล. (2564). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติโดยใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและจำนวนคละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 36(2), 180-190.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พงศกร วังศิลา, วรินทร์ สุภาพ และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2561). การศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 150-163.
- วิรมน ศรคม. (2564). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิรมน ศรคม และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2565). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(11), 39-54.
- ศรีธัญญา ศรีแปง. (2565). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. สืบค้น 3 มิถุนายน 2566, จาก <https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8379-2560-2551-8379>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018*. สืบค้น 3 มิถุนายน 2566, จาก <http://pisathailand.ipst.ac.th/>

- สมฤทัย โคตรบุตโต ขานนท์ จันทรา และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์. (2563). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *สภานิติศาสตร์*, 8(1), 176-187.
- สิรินภา กิจเกื้อกุล. (2557). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. พิษณุโลก: จุฬติสการพิมพ์.
- อรรณณ ตันสุวรรณรัตน์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรถพร เพชรสงค์. (2565). *การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Eemeren, F. V., Grootendorst, R., Jackson, S., & Jacobs, S. (1997). *Argumentation. In Discourse as Structure and Process*. London: Sage.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Hiebert, J., Stigler, J. W., Jennifer, K. W., Jacobs, J. K., Givvin, K. B., Garnier, H., Smith, M., Hollingsworth, H., Manaster, A., Wearne, D., & Gallimore, R. (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.
- Hitchcock, D., & Verheij, B. (2006). *Arguing on the Toulmin Model. New Essays in Argument Analysis and Evaluation*. Springer.

- Joseph, B. W., & Yeo, J. B. (2019). Development of a framework to characterise the openness of mathematical tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*, 175-191.
- Knudsen, J., Stevens, H., Meloy, T., Kim, H., & Shechtman, N. (2018). *Mathematical argumentation in middle school—The what, why, and how*. London: Corwin.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development, 75*(5), 1245-1260.
- Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issue: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education, 8*, 993–1017.
- Maulidia, F., Johar, R. & Andariah, A. (2019). A case study of students' creativity in solving mathematical problems through problem based learning. *Journal of Mathematics Education, 8*(1), 1-10.
- Nasrullah, N. (2022). Content analysis of students' arguments based on mathematical literacy and creation ability. *Jurnal Matematika dan Pembelajaran, 10*(1), 84-101.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *Pisa 2021 mathematics framework (second draft)*. Retrieved June 3, 2023, from <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-mathematics-framework.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Pisa 2022 creative thinking*. Retrieved June 3, 2023, from <https://www.oecd.org/pisa/innovation/creative-thinking/>
- Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination: principles and procedures of creative problem solving. (3rd eds)*. New York: Charles Scribner's and Sons.
- Roy, S. (1982). "Mathematical creativity - can it be taught at an early age?". *International Journal of Mathematical Educational in Science and Technology, 13*(2), 143-147.
- Rumsey, C., & Langrall, C. W. (2016). Promoting mathematical argumentation. *Teaching Children Mathematics, 22*(7), 412-419.

- Schiffrin, D. (1985). *The organization of diversity in talk*. In *Handbook of Discourse Analysis (3rd ed.)*. London: Academic Press.
- Silver, E. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM Mathematics Education*, 29(3), 75-80.
- Siswono, T. Y. E. (2011). Level of student's creative thinking in classroom mathematics. *Educational Research and Review*, 6(7), 548-553.
- Torrance, E.P., & Paul E. (1965). *Guiding creative talent*. New Jersey: Prentice-Hall.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม

อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา

ดร.อาทร นกแก้ว

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

นางสาวชญาณี ฤทธิณรงค์

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนหนองกรดพิทยาคม จังหวัดนครสวรรค์

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 25 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 มีความชัดเจนสามารถนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	4.67	4.67	4.56	0.20	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนสามารถนำไปสู่การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้	4.67	4.33	4.67	4.56	0.20	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย			4.71	0.13	มากที่สุด
2. ด้านสาระการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.67	5.00	4.67	4.78	0.19	มากที่สุด
2.2 มีความลึกซึ้งเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน	4.33	4.67	4.33	4.44	0.20	มาก
	ค่าเฉลี่ย			4.61	0.20	มากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
3.3 มีความน่าสนใจ	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	แผนที่	แผนที่	แผนที่	\bar{x}	S.D.	
	1	2	3			
3.4 มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จริง	4.67	4.67	4.33	4.56	0.20	มากที่สุด
3.5 เสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	4.67	4.33	4.33	4.44	0.20	มาก
ค่าเฉลี่ย				4.67	0.08	มากที่สุด
4. ด้านสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
4.2 เสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	4.33	4.67	4.67	4.56	0.20	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย				4.62	0.10	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
5.2 วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.33	4.67	4.56	0.20	มากที่สุด
5.3 เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน	4.67	4.33	4.67	4.56	0.20	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย				4.60	0.13	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยของทุกด้าน				4.64	0.13	มากที่สุด

**ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด						
1.2 มีความชัดเจนสามารถนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
1.3 มีความชัดเจนสามารถนำไปสู่การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้						
2. ด้านสาระการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
2.2 มีความลึกซึ้งเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน						
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการ						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
โต้แย้งทางคณิตศาสตร์						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน						
3.3 มีความน่าสนใจ						
3.4 มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จริง						
3.5 เสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน						
4. ด้านสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
4.2 เสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน						
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.2 วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.3 เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่	ชื่อสถานการณ์	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	แบรนด์เสื้อยืด YP	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	พิมพาไหมไทย	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	สถานักเรียน เฉพาะกิจ	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการ
 คิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
 ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แตกต่างหลากหลายและเป็นสิ่งใหม่ โดยในงานวิจัยนี้มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีการกำหนดจำนวนวิธีการหาคำตอบและมีการกำหนดเวลาอย่างเหมาะสม ซึ่งครูและนักเรียนต้องตรวจสอบว่าวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด

องค์ประกอบที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) โดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

องค์ประกอบที่ 3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของ

เหตุการณ์

ความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	ข้อคำถาม	ระดับความ		
		สอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ	
		+1	0	-1
สถานการณ์ที่ 1 : แบรินด์เสื้อยืด YP				
แบรินด์เสื้อยืด YP เป็นเสื้อยืดสีพื้น โดยเสื้อทุกตัวของ YP เป็นผ้าคอตตอนที่เหมาะสมกับ Poly อย่างดี ทำให้เสื้ออยู่ทรงสวย นุ่มสบาย และที่สำคัญยับยาก ซึ่งแบรินด์เสื้อยืด YP มี 2 รูปแบบ คือ คอกลม และคอวี 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				
ความคิดคล่อง	1. จากสถานการณ์ข้างต้น คิมต้องการซื้อเสื้อยืดแบรินด์ YP รูปแบบคอกลม โดยต้องการทุกขนาด และต้องการสีทั้งหมด 3 สี คือ สีฟ้า สีชมพู และสีเขียว คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที			
ความคิดยืดหยุ่น	2. เนื่องจากเสื้อยืดแบรินด์ YP มีโปรโมชั่นพิเศษ “ซื้อ 3 จ่าย 2” สามารถเลือกรูปแบบขนาด และสีได้ (แถมฟรีชิ้นที่ถูกลงที่สุด) คิมต้องการใช้โปรโมชั่นพิเศษนี้ โดยคิมเลือก			

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความ			
		สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	รูปแบบคอกลม ขนาด M, L และ 2XL โดยแต่ละขนาดเลือกสีฟ้าและสีชมพู คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และราคาถูกกว่าเดิมกี่บาท ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว				
ความคิดริเริ่ม	3. เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ YP ต้องการกระตุ้นยอดขายจึงผลิตกางเกงแบรนด์ YP เพื่อเป็นสินค้าตัวอย่างก่อนวางจำหน่ายจริง โดยจะให้เป็นโปรโมชั่นเสริมสำหรับลูกค้าที่ซื้อสินค้าแบรนด์ YP ตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกางเกงมีขนาด S, M, L, XL และ 2XL โดยแต่ละขนาดมีสีทั้งหมด 2 สี คือ สีฟ้าและสีชมพู ต้นทุนของกางเกงขนาด S – 2XL ราคา 150 บาท นอกจากนี้ต้นทุนของเสื้อขนาด S – L ราคา 60 บาท และขนาด XL – 2XL ราคา 110 บาท ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดโปรโมชั่นเสริมอย่างไรให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน และลูกค้ามีวิธีในการเลือกซื้อเสื้อกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว				
สถานการณ์ที่ 2 : พิมพาไหมไทย					
ร้านพิมพาไหมไทยออกบูธงาน “ตลาดผ้าไหม สไตล์ไทย only” ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขา					

ความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความ		
		สอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ	
		+1	0	-1
	นครสวรรค์ โดยร้านพิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ คือ ผ้าไหมแพรวา ผ้าไหมมัดหมี่ ผ้าไหมอัญญา นาง ผ้าไหมพระตะบอง และผ้าไหมเมืองอุบล ซึ่งจัดแสดงหน้าร้านเพื่อกระตุ้นยอดขายผ้าไหมร้านของตนเอง			
ความคิดคล่อง	1. จากสถานการณ์ข้างต้น ร้านพิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ ทางร้านต้องการนำผ้าไหม 3 แบบมาจัดแสดงหน้าร้านเป็นแนวเส้นตรง ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที			
ความคิดยืดหยุ่น	2. จากการที่ร้านพิมพาไหมไทยออกบูธงาน “ตลาดผ้าไหม สไตล์ไทย only” ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขา นครสวรรค์ ในปีที่ผ่านมานี้ ทางร้านพิมพาไหมไทยได้ทำการสำรวจแบบผ้าไหมที่ลูกค้าส่วนใหญ่ชอบพบว่า อันดับที่ 1 คือ ผ้าไหมแพรวา อันดับที่ 2 คือ ผ้าไหมมัดหมี่ และอันดับที่ 3 ผ้าไหมเมืองอุบล จึงนำมาผลที่ได้จากการสำรวจมาตัดชุดเดรสไว้สำหรับจัดแสดงโชว์ในหุ่นโชว์เสื้อผ้าภายในร้านเพื่อสร้างจุดเด่นและกระตุ้นยอดขายผ้าไหมให้กับร้านซึ่งอยู่ด้านหน้าของผ้าไหมแต่ละแบบ โดยทางร้านพิมพาไหมไทยได้ตัดชุดเดรสผ้าไหมแพรวาจำนวน 5 ชุดที่แตกต่างกัน ผ้าไหมมัดหมี่จำนวน 4 ชุดที่แตกต่างกัน และผ้าไหม			

ความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความ			
		สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	เมืองอุบล จำนวน 3 ชุดที่แตกต่างกัน ร้าน พิมพาไหมไทยจะจัดแสดงชุดเดรสผ้าไหมที่ ลูกค้าชอบทั้ง 3 แบบ แบบละ 2 ชุด เป็น แนวเส้นตรงได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียน อธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้ สอดคล้องกับสถานการณ์ ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)				
ความคิดริเริ่ม	3. ในช่วงแรกของการจัดบูธของร้านพิมพา ไหมไทยทางร้านมีบูธสำหรับจัดแสดงและ จำหน่ายผ้าไหมเพียง 1 บูธเท่านั้นโดยจัด แสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรงเพียง 3 แบบก็ เต็มพื้นที่หน้าบูธ ส่งผลให้จัดแสดงผ้าไหมไม่ ครบทั้ง 5 แบบ ปัญหาที่ตามมา คือ ยอดขายผ้าไหมอีก 2 แบบที่ไม่ได้จัดแสดง ลดลง ทางร้านพิมพาไหมไทยจึงมีนโยบาย ขยายร้านเพื่อลดปัญหาข้างต้นโดยจัดแสดง ผ้าไหมให้ครบทุกแบบ และต้องการเพิ่ม ยอดขายให้สูงขึ้นด้วยการผลิตผ้าไหมแบบที่ แตกต่างกันจาก 5 แบบ เพิ่มขึ้นเป็น 7 แบบ ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้านพิมพาไหม ไทยจะจัดแสดงผ้าไหมเป็นเส้นตรงอย่างไร ให้ครบทั้ง 7 แบบ และจะจัดแสดงผ้าไหม ได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและ แสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือ พัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้ แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจาก สถานการณ์ดังกล่าว				

ความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	ข้อความถาม	ระดับความ			
		สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>สถานการณ์ที่ 3 : สถานักเรียนเฉพาะกิจ</p> <p>เนื่องจากสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงส่งผลให้โรงเรียนนครสวรรค์ พัฒนาการต้องจัดตั้งสถานักเรียนเฉพาะกิจโดยมีตัวแทนนักเรียนที่ถูกคัดเลือกในแต่ละระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ระดับชั้นละ 2 คน รวมทั้งหมด 12 คน แบ่งเป็น ชาย 7 คน และหญิง 5 คน ซึ่งสถานักเรียนเฉพาะกิจนี้</p>					
ความคิดคล่อง	1. จากสถานการณ์ข้างต้น สถานักเรียนเฉพาะกิจนี้ ประกอบด้วย ตำแหน่งประธานสถานักเรียน จำนวน 1 คน ตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน จำนวน 2 คน ตำแหน่งเลขาธิการ จำนวน 1 คน และตำแหน่งเหรัญญิก จำนวน 1 คน ถ้าต้องการเลือกนักเรียน 5 คน เป็นคณะกรรมการสถานักเรียน โดยมีหนึ่งใน 5 คนนี้เป็นประธานสถานักเรียน จะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที				
ความคิดยืดหยุ่น	2. เนื่องจากทางโรงเรียนนครสวรรค์ พัฒนาการจัดงานครบรอบการก่อตั้งโรงเรียนปีที่ 50 จึงออกคำสั่งโรงเรียนให้ตัวแทนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นตัวแทนระดับชั้น จำนวน 12 คน ดำเนินการในงานทั้ง 3 ส่วนของโรงเรียน งานส่วนที่ 1 ต้องการนักเรียนชายช่วยดำเนินการ จำนวน 5 คน งานส่วนที่ 2 ต้องการนักเรียนหญิงช่วยดำเนินการ จำนวน 3 คน				

ความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความ			
		สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	และงานส่วนที่ 3 ต้องการนักเรียนชายหรือหญิงก็ได้ช่วยดำเนินการ จำนวน 4 คน จะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว				
ความคิดริเริ่ม	3. ถ้าหัวหน้างานโครงการสภานักเรียนโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการต้องการปรับเปลี่ยนตำแหน่งสภานักเรียนเฉพาะกิจให้ครอบคลุมกับงานต่าง ๆ ของโรงเรียน ถ้านักเรียนเป็นหัวหน้างานโครงการสภานักเรียนจะจัดตำแหน่งสภานักเรียนเฉพาะกิจใดบ้าง ตำแหน่งละกี่คน และจะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว				

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ใบกิจกรรม
4. แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 รหัสวิชา ค31102
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	เวลา 10 ชั่วโมง
เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ	เวลา 4 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ค 3.2 ม.4/1 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของ

เหตุการณ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการบวกและหลักการคูณได้

ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนดได้ (ความคิดคล่อง)

2. นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ (ความคิดยืดหยุ่น)

3. นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองได้ (ความคิดริเริ่ม)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระสำคัญ

หลักการบวก

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น k กรณี โดยที่

กรณีที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

กรณีที่ 2 สามารถทำได้ n_2 วิธี

⋮

กรณีที่ k สามารถทำได้ n_k วิธี

ซึ่งวิธีการทำงานในทั้ง k กรณีไม่ซ้ำซ้อนกัน และการทำงานในแต่ละกรณีทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ แล้วจะสามารถทำงานได้ทั้งหมด $n_1 + n_2 + \dots + n_k$ วิธี

หลักการคูณ

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่

ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

⋮

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k - 1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี

แล้วจะสามารถทำงานได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี

สาระการเรียนรู้

1. หลักการบวก
2. หลักการคูณ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ ดังนี้

- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการบวกและหลักการคูณได้
- นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย

แตกต่างกันอย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนดได้ (ความคิดคล่อง)

- นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับ

สถานการณ์ที่กำหนดได้ (ความคิดยืดหยุ่น)

- นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างจาก

ผู้อื่นได้ (ความคิดริเริ่ม)

- นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 2. นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อยละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน จำนวน 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
- 3. ครูใช้สถานการณ์ปัญหาที่ทำทนายเพื่อกระตุ้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยแจกใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป๋อมพาชิม (สถานการณ์ประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์)

สถานการณ์

ร้านอาหารแห่งหนึ่งมี Chef ป๋อมเป็นแม่ครัวประจำร้านอาหารซึ่งเป็นผู้กำหนด Promotion อิ่มตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set ให้กับลูกค้า โดยมีราคาเริ่มต้นที่ 199 บาท แบ่งเป็นทั้งหมด 5 Step แต่ละ Step ลูกค้าสามารถเลือกอาหารได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังเมนู

- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 จ่ายเพียง 199 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 4 จ่ายเพียง 299 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 และ 5 จ่ายเพียง 399 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 5 จ่ายเพียง 499 บาท

แต่ถ้าลูกค้าเลือกอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step ต้องจ่ายเงินตามราคาอาหารที่กำหนด

ร้านอาหารแห่งหนึ่งมี Chef ป๋อมเป็นแม่ครัวประจำร้านอาหารซึ่งเป็นผู้กำหนด Promotion อิ่มตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set ให้กับลูกค้า โดยมีราคาเริ่มต้นที่ 199 บาท แบ่งเป็นทั้งหมด 5 Step แต่ละ Step ลูกค้าสามารถเลือกอาหารได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังเมนู

- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 จ่ายเพียง 199 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 4 จ่ายเพียง 299 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 และ 5 จ่ายเพียง 399 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 5 จ่ายเพียง 499 บาท

แต่ถ้าลูกค้าเลือกอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step ต้องจ่ายเงินตามราคาอาหารที่กำหนด

4. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดด้วยการสร้างกรณีและการคาดเดาที่ขัดแย้งเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยนำไปสู่การสร้างกรณีและการคาดเดาที่ถูกต้อง ดังนี้

- จากสถานการณ์ข้างต้น ถ้านักเรียนต้องการไปรับประทานอาหาร ณ ร้านอาหารแห่งนี้ นักเรียนจะมีวิธีการสั่งอาหารเท่ากับจำนวนอาหารทั้งหมดในทุก Step ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: ใช่ เพราะจำนวนวิธีขึ้นอยู่กับจำนวนอาหารใน Promotion อิ่มตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set /ไม่ใช่ เพราะในแต่ละ Step สามารถเลือกอาหารได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น จึงเป็นไปได้ที่จะมีวิธีการสั่งอาหารเท่ากับจำนวนอาหารทั้งหมดในทุก Step)

- ถ้านักเรียนต้องการไปรับประทานอาหาร ณ ร้านอาหารแห่งนี้ นักเรียนทราบหรือไม่ว่านักเรียนมีวิธีการสั่งอาหารได้ทั้งหมดกี่วิธี

(แนวคำตอบ: ทราบ/ไม่ทราบ)

- ถ้านักเรียนทราบจะมีวิธีการหาคำตอบอย่างไรบ้าง

(แนวคำตอบ: การลองผิดลองถูก การเขียนแผนภาพต้นไม้ การใช้หลักการบวก การใช้หลักการคูณ หรือการใช้หลักการบวกและหลักการคูณร่วมกัน)

5. นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล หารูปแบบความสัมพันธ์ สังเกต และแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือระดมสมองแนวคิดกันภายในกลุ่ม เกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบเพื่อตอบคำถามข้างต้นจากหนังสือเรียนหรืออินเทอร์เน็ต

6. ครุณาเสนอและแจกใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 1)

จากสถานการณ์ข้างต้น สายชลต้องการรับประทานอาหาร ณ ร้านอาหารแห่งนี้ โดยต้องการสั่งอาหารเมนู ดังนี้

★ สลัดผลไม้

★ สปาเก็ตตี้ชีสมาทะเล

★ สเต็กแซลมอน

สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

ซึ่งในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้นและเขียนการสร้างกรณีที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการในใบกิจกรรมที่ 1 เท่านั้น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด ดังนี้

- นักเรียนมีวิธีการหาคำตอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไรได้บ้าง

(แนวคำตอบ: การลองผิดลองถูก การเขียนแผนภาพต้นไม้ การใช้หลักการบวก การใช้หลักการคูณ หรือการใช้หลักการบวกและหลักการคูณร่วมกัน)

- เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสามารถใช้วิธีการหาคำตอบข้างต้น ในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้

(แนวคำตอบ: เพราะมีลักษณะคำถามคล้ายกับสถานการณ์เริ่มแรกที่ถามว่ามีวิธีการสั่งอาหารได้ทั้งหมดกี่วิธี จึงสามารถสร้างกรณีสำหรับแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้)

- นักเรียนลองบอกการสร้างกรณีข้อที่ 1 ของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งบอกเหตุผล

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนสร้างกรณีเพิ่มเติม โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังนี้ สิ่งที่มีเหมือนกันในทุกการสร้างกรณีคืออะไร สิ่งใดบ้างที่แตกต่างกันในแต่ละการสร้างกรณี การสร้างกรณีแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ได้หรือไม่อย่างไร การสร้างกรณีใดบ้างที่ลักษณะคล้ายเดิม การสร้างกรณีของนักเรียนสอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ การสร้างกรณีควรเพิ่มเติมส่วนใดให้การสร้างกรณีสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

7. ครุณาเสนอและแจกใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 2)

เนื่องจากวันที่สายชลไปรับประทานอาหารที่ร้านอาหาร Chef ป้อมพาชิม มีโปรโมชั่นพิเศษ คือ ถ้าลูกค้าสั่งรายการอาหาร “แบ่งปันผักในงาน 1 งาน” รวมถึงรายการอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step อื่น ๆ เพียงจำกัดรายการอาหารละ 1 งานเท่านั้น โดยราคาอาหารรวมทั้งหมดมากกว่า 700 บาท จะได้รับส่วนลดทันที 20% ของราคาอาหารทั้งหมด ดังนั้นสายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และจะต้องจ่ายเงินแต่ละวิธีเท่าใด โดยมีเงื่อนไขว่าสายชลต้องได้รับประทานอาหาร 3 รายการข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20% ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

ซึ่งในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้นและเขียนการสร้างกรณีให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าวในใบกิจกรรมที่ 1 เท่านั้น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด ดังนี้

- นักเรียนมีวิธีการหาคำตอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไรได้บ้าง
(แนวคำตอบ: การลองผิดลองถูก การเขียนแผนภาพต้นไม้ การใช้หลักการบวก การใช้หลักการคูณ หรือการใช้หลักการบวกและหลักการคูณร่วมกัน)
- เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสามารถใช้วิธีการหาคำตอบข้างต้น ในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้
(แนวคำตอบ: เพราะมีลักษณะคำถามคล้ายกับสถานการณ์เริ่มแรกที่ถามว่ามีวิธีการสั่งอาหารได้ทั้งหมดกี่วิธี จึงสามารถสร้างกรณีสำหรับแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้)
- นักเรียนลองบอกการสร้างกรณีข้อที่ 2 ของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งบอกเหตุผล
(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนสร้างกรณีเพิ่มเติม โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังนี้ สิ่งที่เหมือนกันในทุกการสร้างกรณีคืออะไร สิ่งใดบ้างที่แตกต่างกันในแต่ละการสร้างกรณี การสร้างกรณีแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ได้หรือไม่อย่างไร การสร้างกรณีใดบ้างที่ลักษณะคล้ายเดิม การสร้างกรณีของนักเรียนสอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ การสร้างกรณีควรเพิ่มเติมส่วนใดให้การสร้างกรณีสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

8. ครุณาเสนอและแจกใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 3)

เนื่องจาก Chef ป้อมต้องการปรับปรุงอิมิตตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set โดยแต่ละ Step เดิมมีราคาเฉลี่ยต่อจาน ดังนี้

- ★ Step 1 เฉลี่ยจานละ 39 บาท
- ★ Step 2 เฉลี่ยจานละ 69 บาท
- ★ Step 3 เฉลี่ยจานละ 79 บาท

★ Step 4 เฉลี่ยงานละ 99 บาท

★ Step 5 เฉลี่ยงานละ 159 บาท

เนื่องจากอึดตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set เดิมกำไรที่ร้านอาหารได้ค่อนข้างน้อย Chef ป้อมจึงต้องการจัดชุด Set อาหารใหม่ โดยไม่คำนึง Step ซึ่งทุกชุด Set ราคาขายเพียง 349 บาทเท่านั้นและไม่จำกัดจำนวนอาหารใน 1 Set นักเรียนสามารถสร้างชุด Set อาหารของ Chef ป้อมที่ต้องการปรับปรุงได้กี่วิธี และต้องได้กำไรอย่างน้อย 15% – 50% พร้อมทั้งระบุกำไรที่ได้ของแต่ละวิธีและอธิบายเหตุผลประกอบ ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

ซึ่งในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้นและเขียนการสร้างกรณีให้แตกต่างกับผู้อื่นจากสถานการณ์ดังกล่าวในใบกิจกรรมที่ 1 เท่านั้น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด ดังนี้

- นักเรียนมีวิธีการหาคำตอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไรได้บ้าง

(แนวคำตอบ: การลองผิดลองถูก การเขียนแผนภาพต้นไม้ การใช้หลักการบวก การใช้หลักการคูณ หรือการใช้หลักการบวกและหลักการคูณร่วมกัน)

- เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสามารถใช้วิธีการหาคำตอบข้างต้น ในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้

(แนวคำตอบ: เพราะมีลักษณะคำถามคล้ายกับสถานการณ์เริ่มแรกที่ถามว่ามีวิธีการสั่งอาหารได้ทั้งหมดกี่วิธี จึงสามารถสร้างกรณีสำหรับแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้)

- นักเรียนลองบอกการสร้างกรณีข้อที่ 3 ของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งบอกเหตุผล

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนสร้างกรณีเพิ่มเติม โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังนี้ สิ่งที่เหมือนกันในทุกการสร้างกรณีคืออะไร สิ่งใดบ้างที่แตกต่างกันในแต่ละการสร้างกรณี การสร้างกรณีแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ได้หรือไม่อย่างไร การสร้างกรณีใดบ้างที่ลักษณะคล้ายเดิม การสร้างกรณีของนักเรียนสอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ การสร้างกรณีควรเพิ่มเติมส่วนใดให้การสร้างกรณีสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

1. ครูทบทวนสถานการณ์ปัญหาที่ทำทนายใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม



ร้านอาหารแห่งหนึ่งมี Chef ป้อมเป็นแม่ครัวประจำร้านอาหารซึ่งเป็นผู้กำหนด Promotion อิ่มตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set ให้กับลูกค้า โดยมีราคาเริ่มต้นที่ 199 บาท แบ่งเป็นทั้งหมด 5 Step แต่ละ Step ลูกค้าสามารถเลือกอาหารได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังเมนู

- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 จ่ายเพียง 199 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 4 จ่ายเพียง 299 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 และ 5 จ่ายเพียง 399 บาท
- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 5 จ่ายเพียง 499 บาท

แต่ถ้าลูกค้าเลือกอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step ต้องจ่ายเงินตามราคาอาหารที่กำหนด

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทบทวนการเขียนสร้างกรณีในใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 1 – 3) จากชั่วโมงก่อนหน้า เพื่อนำไปสู่การคาดเดา (แสดงวิธีการหาคำตอบ) จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันโดยการรับฟังและต่อยอดแนวคิดของนักเรียนภายในกลุ่มเพื่อให้เกิดการคาดเดาที่มีความหลากหลายหรือแปลกใหม่

3. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าการสร้างกรณีใดบ้างที่อาจจะเป็นจริง
(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

• การเขียนสร้างกรณีในใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 1 – 3) จากชั่วโมงก่อนหน้า นักเรียนคิดว่าสามารถแสดงการคาดเดา (วิธีการหาคำตอบ) ได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้)

4. ครูชี้แจงกับนักเรียนว่า ถ้านักเรียนคิดว่าสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบโดยละเอียด แต่ถ้าไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ให้นักเรียนเขียนสร้างกรณีขึ้นมาใหม่และแสดงวิธีการหาคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1

ในกรณีที่นักเรียนมีปัญหาในการคาดเดาว่าอะไรเป็นจริงหรือสิ่งใดอาจเป็นจริง ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนคาดเดาเพิ่มเติม โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ดังนั้น การสร้างกรณีใดบ้างที่นักเรียนมั่นใจว่าเป็นเรื่องจริง การสร้างกรณีที่เห็นนักเรียนมั่นใจว่าต้องปรับแก้ไขส่วนใดบ้างจึงอาจจะเป็นจริง การเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมว่าทั้งหมดก็วิธีนักเรียนทราบได้อย่างไรว่าต้องใช้วิธีการหาคำตอบวิธีการนี้

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 1) โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 2) โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม (คำถามข้อที่ 3) โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แตกต่างกับผู้อื่นจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

8. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบคำถามข้อที่ 1 – 3 เรียบร้อยแล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนต่างกลุ่ม โดยการรับฟังและต่อยอดแนวคิดเพื่อให้เกิดวิธีการหาคำตอบที่มีความหลากหลายหรือแปลกใหม่ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการตัดสินวิธีการหาคำตอบของผู้อื่นเนื่องจากยังไม่ได้ตรวจสอบ

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับมาตรวจสอบและแก้ไขวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองอีกครั้ง

10. ครูบันทึกการคาดเดาของนักเรียนแต่ละกลุ่มและแต่ละข้อที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดเพื่อนำไปพิจารณาขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

1. ครูจัดลำดับการคาดเดาคำถามข้อที่ 1 (ความคิดคล่อง) ของนักเรียนโดยเรียงลำดับการคาดเดาจากถูกต้องน้อยไปยังถูกต้องมาก เพื่อให้เกิดการโต้แย้งและร่วมกันอธิบายเหตุผลประกอบที่ละเอียด โดยการสอนเหตุผลว่าทำไมการคาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จ

2. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการจัดลำดับของครูออกมานำเสนอวิธีการหาคำตอบของตนเองหน้าชั้นเรียนในประเด็น ดังนี้ ใช้วิธีการอะไรในการหาคำตอบ ทำไมถึงใช้วิธีการหาคำตอบนี้ ขั้นตอนวิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร และประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการหาคำตอบของนักเรียน ซึ่งมีนักเรียนต่างกลุ่มและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

3. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นการพิจารณาเหตุผลสามารถวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อนได้ว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้องอย่างไรและอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับเหตุผลนั้นด้วยเช่นกัน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่ามีตัวอย่างอื่นที่สามารถแย้งและทำให้การคาดเดานั้นเป็นเท็จได้หรือไม่
อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

- นักเรียนคิดว่าสามารถใช้การสร้างกรณีและการคาดเดานี้ในทุกสถานการณ์ปัญหาได้หรือไม่
อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

- นักเรียนคิดว่าสามารถแสดงการคาดเดาด้วยรูปแบบอื่นได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

4. นักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อน เพื่อนำมาตรวจสอบและแก้ไขการคาดเดาของกลุ่มตนเอง

5. ครูจัดลำดับการคาดเดาคำถามข้อที่ 2 (ความคิดยืดหยุ่น) ของนักเรียนโดยเรียงลำดับการคาดเดาจากถูกต้องน้อยไปยังถูกต้องมาก เพื่อให้เกิดการโต้แย้งและร่วมกันอธิบายเหตุผลประกอบที่ละเอียด โดยการเสนอเหตุผลว่าทำไมการคาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จ

6. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการจัดลำดับของครูออกมานำเสนอวิธีการหาคำตอบของตนเองหน้าชั้นเรียนในประเด็น ดังนี้ ใช้วิธีการอะไรในการหาคำตอบ ทำไมถึงใช้วิธีการหาคำตอบนี้ ขั้นตอนวิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร และประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการหาคำตอบของนักเรียน ซึ่งมีนักเรียนต่างกลุ่มและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

7. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นการพิจารณาเหตุผลสามารถวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อนได้ว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้องอย่างไรและอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับเหตุผลนั้นด้วยเช่นกัน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่ามีตัวอย่างอื่นที่สามารถแย้งและทำให้การคาดเดานั้นเป็นเท็จได้หรือไม่
อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

- นักเรียนคิดว่าสามารถใช้การสร้างกรณีและการคาดเดานี้ในทุกสถานการณ์ปัญหาได้หรือไม่
อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

- นักเรียนคิดว่าสามารถแสดงการคาดเดาด้วยรูปแบบอื่นได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

8. นักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อน เพื่อนำมาตรวจสอบและแก้ไขการคาดเดาของกลุ่มตนเอง

9. ครูจัดลำดับการคาดเดาคำถามข้อที่ 3 (ความคิดริเริ่ม) ของนักเรียนโดยเรียงลำดับการคาดเดาจากถูกต้องน้อยไปยังถูกต้องมาก เพื่อให้เกิดการโต้แย้งและร่วมกันอธิบายเหตุผลประกอบที่ละเอียดถี่ถ้วน โดยการเสนอเหตุผลว่าทำไมการคาดเดาจึงเป็นจริงหรือเท็จ

10. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการจัดลำดับของครูออกมานำเสนอวิธีการหาคำตอบของตนเองหน้าชั้นเรียนในประเด็น ดังนี้ ใช้วิธีการอะไรในการหาคำตอบ ทำไมถึงใช้วิธีการหาคำตอบนี้ ขั้นตอนวิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร และประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการหาคำตอบของนักเรียน ซึ่งมีนักเรียนต่างกลุ่มและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

11. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นการพิจารณาเหตุผลสามารถวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อนได้ว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้องอย่างไรและอธิบายเหตุผลสนับสนุนการโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับเหตุผลนั้นด้วยเช่นกัน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่ามีตัวอย่างอื่นที่สามารถแย้งและทำให้การคาดเดานั้นเป็นเท็จได้หรือไม่อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

- นักเรียนคิดว่าสามารถใช้การสร้างกรณีและการคาดเดานี้ในทุกสถานการณ์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

- นักเรียนคิดว่าสามารถแสดงการคาดเดาด้วยรูปแบบอื่นได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักเรียน)

12. นักเรียนบันทึกการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อน เพื่อนำมาตรวจสอบและแก้ไขการคาดเดาของกลุ่มตนเอง

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป (Concluding)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจการคาดเดาทั้ง 3 ข้อ ของตนเองว่าเป็นจริงหรือเท็จโดยพิจารณาจากการวิพากษ์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตรวจสอบขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอนร่วมกันอีกครั้ง

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเปรียบเทียบการคาดเดาทั้ง 3 ข้อ ว่าเหมือนกันและแตกต่างกันอย่างไร

3. นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน ดังนี้

หลักการบวก

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งวิธีทำงานออกเป็น k กรณี โดยที่

กรณีที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

กรณีที่ 2 สามารถทำได้ n_2 วิธี

⋮

กรณีที่ k สามารถทำได้ n_k วิธี

ซึ่งวิธีการทำงานในทั้ง k กรณีไม่ซ้ำซ้อนกัน และการทำงานในแต่ละกรณีทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ แล้วจะสามารถทำงานได้ทั้งหมด $n_1 + n_2 + \dots + n_k$ วิธี

หลักการคูณ

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่

ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

⋮

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ $k - 1$ สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี

แล้วจะสามารถทำงานได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k$ วิธี

4. ครูสะท้อนผลการคาดเดาของนักเรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับการให้เหตุผลและการโต้แย้งของแต่ละกลุ่มว่าควรพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

5. นักเรียนปรับปรุงการคาดเดาของกลุ่มตนเองให้ถูกต้องตามคำแนะนำของครูและเพื่อน

6. นักเรียนเขียนสรุปความหมายของหลักการบวกและหลักการคูณที่ได้เรียนรู้จากการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวนความรู้ใน Exit ticket เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ

7. มอบหมายให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด จากแหล่งเรียนรู้อื่นหรือแหล่งเรียนรู้ทาง YouTube ที่ครูจัดเตรียมไว้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ตอนที่ 3 - 4 (คณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.4 บทที่ 3) หรือ ลิงก์ <https://proj14.ipst.ac.th/m4-6-math-basic/m4-math-basic/> เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมงถัดไป

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม

2. Exit ticket เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทที่ 3 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น หน้า 78 – 95
2. YouTube เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ตอนที่ 1 – 2 (คณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.4 บทที่ 3) หรือลิงก์ <https://proj14.ipst.ac.th/m4-6-math-basic/m4-math-basic/>

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการบวกและหลักการคูณได้	ตรวจ Exit ticket เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ	Exit ticket เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P)			
1. นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนดได้ (ความคิดคล่อง)	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม (ข้อที่ 1)	ใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม (ข้อที่ 1)	ผ่านเกณฑ์ระดับมากขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ (ความคิดยืดหยุ่น)	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม (ข้อที่ 2)	ใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม (ข้อที่ 2)	ผ่านเกณฑ์ระดับมากขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม (ข้อที่ 3)	ใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป่อมพาชิม (ข้อที่ 3)	ผ่านเกณฑ์ระดับมากขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
(ความคิดริเริ่ม)			
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)			
1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม ความมุ่งมั่นในการทำงาน	แบบประเมิน พฤติกรรมความ มุ่งมั่นในการทำงาน	ผ่านเกณฑ์ระดับดี ขึ้นไป



บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

- () เป็นไปตามผลการจัดการเรียนรู้
 () ไม่เป็นไปตามผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

- () ไม่มีปัญหา
 () มีปัญหา (ระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวกัญญาณัฐ ใฝ่วุฒิมิพันธ์)

ตำแหน่ง ครู

เกณฑ์การประเมิน Exit ticket เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ดี (2)	สามารถอธิบายความหมาย เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณได้ถูกต้องครบถ้วน
พอใช้ (1)	สามารถอธิบายความหมาย เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณได้ถูกต้องบางส่วน
ปรับปรุง (0)	ไม่สามารถอธิบายความหมาย เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณได้ถูกต้อง

หมายเหตุ การผ่านเกณฑ์ต้องได้รับระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป



แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม
รหัสวิชา ค31102 รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

คำชี้แจง ให้ผู้สอนบันทึกระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ลงในแบบประเมิน
ใบกิจกรรมตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มที่	ระดับคุณภาพ					ผ่าน	ไม่ผ่าน
	ข้อที่ 1 (ความคิดคล่อง)						
	4	3	2	1	0		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางสาวกัญญาณัฐ ใฝ่ดูดีพันธ์)

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม
รหัสวิชา ค31102 รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

คำชี้แจง ให้ผู้สอนบันทึกระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ลงในแบบประเมิน
ใบกิจกรรมตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มที่	ระดับคุณภาพ					ผ่าน	ไม่ผ่าน
	ข้อที่ 2 (ความคิดยืดหยุ่น)						
	4	3	2	1	0		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางสาวกัญญาณัฐ ไผ่ตุมิพันธ์)

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 Chef ป้อมพาชิม
รหัสวิชา ค31102 รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

คำชี้แจง ให้ผู้สอนบันทึกระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ลงในแบบประเมิน
ใบกิจกรรมตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มที่	ระดับคุณภาพ					ผ่าน	ไม่ผ่าน
	ข้อที่ 3 (ความคิดริเริ่ม)						
	4	3	2	1	0		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางสาวกัญญาณัฐ ไผ่ตุมิพันธ์)

เกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
ความคิด คล่อง	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถ
	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	แสดงวิธีการ
	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	หาคำตอบที่
	ถูกต้อง	ถูกต้อง 3	ถูกต้อง 2	ถูกต้อง 1	ถูกต้อง
	มากกว่า 3	วิธีการ ภายใน	วิธีการ ภายใน	วิธีการ ภายใน	ภายในเวลา
	วิธีการขึ้นไป	เวลาที่กำหนด	เวลาที่กำหนด	เวลาที่กำหนด	ที่กำหนด
ภายในเวลาที่					
กำหนด					
ความคิด ยืดหยุ่น	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถ
	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	วิธีการหา	แสดงวิธีการ
	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	คำตอบที่	หาคำตอบที่
	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้อง
	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	เงื่อนไขหรือ	กับเงื่อนไข
	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	สถานการณ์ที่	หรือ
กำหนดได้	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้ แต่	กำหนดได้ แต่	สถานการณ์	
อย่างถูกต้อง	มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด	ที่กำหนดได้	
และมีความ	1 แห่ง	2 แห่ง	มากกว่า 2	หรือวิธีคิดที่	
เหมาะสม			แห่งขึ้นไป	ได้มายังไม่	
				ถูกต้อง	
				หรือไม่	
				เหมาะสมกับ	
				สถานการณ์	
				ที่กำหนด	
ความคิด	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียนไม่
ริเริ่ม	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถแสดง	สามารถ

รายการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
วิธีการหา คำตอบที่ แตกต่างกันให้	วิธีการหา คำตอบที่ แตกต่างกันให้	วิธีการหา คำตอบที่ แตกต่างกันให้	วิธีการหา คำตอบที่ แตกต่างกันให้	วิธีการหา คำตอบที่ แตกต่างกันให้	แสดงวิธีการ หาคำตอบที่ แตกต่างกันให้
สอดคล้องกับ เงื่อนไขหรือ สถานการณ์ได้	สอดคล้องกับ เงื่อนไขหรือ สถานการณ์ได้	สอดคล้องกับ เงื่อนไขหรือ สถานการณ์ได้	สอดคล้องกับ เงื่อนไขหรือ สถานการณ์ได้	สอดคล้องกับ เงื่อนไขหรือ สถานการณ์ได้	สอดคล้อง กับเงื่อนไข หรือ สถานการณ์ ที่กำหนดได้
ถูกต้อง โดย เลือกใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ที่ เหมาะสม ซึ่งมี นักเรียนใช้ วิธีการนี้ต่ำ กว่าร้อยละ 15 ของนักเรียน ในชั้นเรียน ทั้งหมด	ถูกต้อง โดย เลือกใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ที่ เหมาะสม ซึ่งมี นักเรียนใช้ วิธีการนี้ต่ำ กว่าร้อยละ 30 แต่มากกว่า หรือเท่ากับ ร้อยละ 15 ของนักเรียน ในชั้นเรียน ทั้งหมด	ถูกต้อง โดย เลือกใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ที่ เหมาะสม ซึ่งมี นักเรียนใช้ วิธีการนี้ต่ำ กว่าร้อยละ 45 แต่มากกว่า หรือเท่ากับ ร้อยละ 30 ของนักเรียน ในชั้นเรียน ทั้งหมด	ถูกต้อง โดย เลือกใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ที่ เหมาะสม ซึ่งมี นักเรียนใช้ วิธีการนี้ตั้งแต่ ร้อยละ 45 ขึ้น ไปของ นักเรียนในชั้น เรียนทั้งหมด	ถูกต้อง โดย เลือกใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ที่ เหมาะสม ซึ่งมี นักเรียนใช้ วิธีการนี้ตั้งแต่ ร้อยละ 45 ขึ้น ไปของ นักเรียนในชั้น เรียนทั้งหมด	แสดงวิธีการ หาคำตอบที่ แตกต่างกันให้

หมายเหตุ การผ่านเกณฑ์ต้องได้รับระดับคุณภาพมากขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (3)	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนางานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด
ดี (2)	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนางานให้ดีขึ้น
พอใช้ (1)	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ

หมายเหตุ การผ่านเกณฑ์ต้องได้รับระดับคุณภาพดีขึ้นไป



ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 รหัสวิชา ค31102
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น	เวลา 10 ชั่วโมง
เรื่อง หลักการบวกและหลักการคูณ	เวลา 4 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ คาดหวังว่านักเรียนจะมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่หลากหลายแตกต่างกันอย่างรวดเร็วโดยไม่มีการกำหนดจำนวนวิธีการหาคำตอบและมีการกำหนดเวลาอย่างเหมาะสม ซึ่งครูและนักเรียนต้องตรวจสอบว่าวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด

องค์ประกอบที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) โดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

องค์ประกอบที่ 3 ความคิดริเริ่ม นักเรียนสามารถแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ได้วิธีการหาคำตอบ (ยุทธวิธีหรือกรอบความคิด) ที่แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิม และปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างจากผู้อื่น เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง

2. ให้ผู้สังเกตพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของครู พร้อมบันทึกรายละเอียดที่ได้จากการสังเกต ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน ดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างกรณี

ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่อย่างไร

1.1 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดคล่อง)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

.....

.....

1.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดยืดหยุ่น)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

.....

.....

1.3 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดริเริ่ม)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

.....

.....

1.4 จุดเด่น

.....

.....

1.5 จุดด้อย

.....

.....

1.6 แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

ขั้นตอนที่ 2 การคาดเดา

ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่
อย่างไร

1.1 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดคล่อง)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดยืดหยุ่น)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.3 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดริเริ่ม)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.4 จุดเด่น

1.5 จุดด้อย

1.6 แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงเหตุผล

ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่
อย่างไร

1.1 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดคล่อง)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดยืดหยุ่น)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.3 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดริเริ่ม)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.4 จุดเด่น

1.5 จุดด้อย

1.6 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุป

ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่
อย่างไร

1.1 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดคล่อง)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดยืดหยุ่น)

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.3 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ความคิดริเริ่ม)

ได้

ไม่ได้

ไม่แน่ใจ

.....

.....

1.4 จุดเด่น

.....

.....

1.5 จุดด้อย

.....

.....

1.6 แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สะท้อนผล
(.....)

ตัวอย่างใบกิจกรรม

ใบกิจกรรม
1

chef ป๋อมพาชิม

รายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Together Set เริ่มต้น 199.-
chef ป๋อมพาชิม

Step 1 (เลือกได้ 1 อย่าง)
A: ไข่ทอดกรอบ, B: ผัดเผ็ดไก่, C: ไข่ทอดกรอบ

Step 2 (เลือกได้ 1 อย่าง)
D: ผัดเผ็ดไก่, E: ผัดเผ็ดไก่, F: ผัดเผ็ดไก่, G: ผัดเผ็ดไก่

Step 3 (เลือกได้ 1 อย่าง)
H: ผัดเผ็ดไก่, I: ผัดเผ็ดไก่, J: ผัดเผ็ดไก่, K: ผัดเผ็ดไก่, L: ผัดเผ็ดไก่

Step 4 (เลือกได้ 1 อย่าง)
M: ผัดเผ็ดไก่, N: ผัดเผ็ดไก่, O: ผัดเผ็ดไก่, P: ผัดเผ็ดไก่

Step 5 (เลือกได้ 1 อย่าง)
Q: ผัดเผ็ดไก่, R: ผัดเผ็ดไก่

199.- (เลือกได้ 3 อย่าง จาก Step 1 - 3)
299.- (เลือกได้ 4 อย่าง จาก Step 1 - 4)
399.- (เลือกได้ 4 อย่าง จาก Step 1 - 5)
499.- (เลือกได้ 5 อย่าง จาก Step 1 - 5)

สถานการณ์

ร้านอาหารแห่งหนึ่งมี Chef ป๋อมเป็นแม่ครัวประจำร้านอาหารซึ่งเป็นผู้กำหนด Promotion อิ่มตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set ให้กับลูกค้า โดยมีราคาเริ่มต้นที่ 199 บาท แบ่งเป็นทั้งหมด 5 Step แต่ละ Step ลูกค้าสามารถเลือกอาหารได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังเมนู

- ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 จ่ายเพียง 199 บาท
 - ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 4 จ่ายเพียง 299 บาท
 - ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 3 และ 5 จ่ายเพียง 399 บาท
 - ถ้าลูกค้าเลือก Step 1 - 5 จ่ายเพียง 499 บาท
- แต่ถ้าลูกค้าเลือกอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step ต้องจ่ายเงินตามราคาอาหารที่กำหนด

กลุ่มที่
สมาชิกประกอบด้วย

.....

.....

.....

❶ จากสถานการณ์ข้างต้น สายชลต้องการรับประทานอาหาร ณ ร้านอาหารแห่งนี้ โดยต้องการสั่งอาหารเมนู ดังนี้

★ สลัดผลไม้

★ สปาเก็ตตี้ชีสมาทะเล

★ สเต็กแซลมอน

สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดสร้างสรรค์)

วิธีการหาคำตอบ

๒ เนื่องจากวันที่สายชลไปรับประทานอาหารที่ร้านอาหาร Chef ป้อมพาชิม มีโปรโมชั่นพิเศษ คือ ถ้าลูกค้าสั่งรายการอาหาร “แบ่งปันผักใบจาน 1 จาน” รวมถึงรายการอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step อื่น ๆ เพียงจำกัดรายการอาหารละ 1 จานเท่านั้น โดยราคาอาหารรวมทั้งหมดมากกว่า 700 บาท จะได้รับส่วนลดทันที 20% ของราคาอาหารทั้งหมด ดังนั้นสายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดก็วิธี อะไรบ้าง และจะต้องจ่ายเงินแต่ละวิธีเท่าใด โดยมีเงื่อนไขว่าสายชลต้องได้รับประทานอาหาร 3 รายการข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20% ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

๕ เนื่องจาก Chef ป้อมต้องการปรับปรุงอิมตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set โดยแต่ละ Step เดิมมีราคาเฉลี่ยต่อจาน ดังนี้

- ★ Step 1 เฉลี่ยจานละ 39 บาท
- ★ Step 2 เฉลี่ยจานละ 69 บาท
- ★ Step 3 เฉลี่ยจานละ 79 บาท
- ★ Step 4 เฉลี่ยจานละ 99 บาท
- ★ Step 5 เฉลี่ยจานละ 159 บาท

เนื่องจากอิมตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set เดิมกำไรที่ร้านอาหารได้ค่อนข้างน้อย Chef ป้อมจึงต้องการจัดชุด Set อาหารใหม่ โดยไม่คำนึง Step ซึ่งทุกชุด Set ราคาขายเพียง 349 บาทเท่านั้นและไม่จำกัดจำนวนอาหารใน 1 Set นักเรียนสามารถสร้างชุด Set อาหารของ Chef ป้อมที่ต้องการปรับปรุงได้กี่วิธี และต้องได้กำไรอย่างน้อย 15% – 50% พร้อมทั้งระบุกำไรที่ได้ของแต่ละวิธีและอธิบายเหตุผลประกอบ ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

เฉลยใบกิจกรรม

❶ จากสถานการณ์ข้างต้น สายชลต้องการรับประทานอาหาร ณ ร้านอาหารแห่งนี้ โดยต้องการสั่งอาหารเมนู ดังนี้

★ สลัดผลไม้ ★ สปาเก็ตตี้ชีสเมาทะเล ★ สเต็กแซลมอน

สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีการหาคำตอบที่ 1 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี)

Step 1 – 3 และ 5 จะได้ $3 \times 1 \times 1 \times 1 = 3$ วิธี

Step 1 – 5 จะได้ $3 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1 = 12$ วิธี

ดังนั้น สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมด $3 + 12 = 15$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม)

$$\begin{aligned} (\text{Step 1 – 3 และ 5}) + (\text{Step 1 – 5}) &= (3 \times 1 \times 1 \times 1) + (3 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1) \\ &= 3 + 12 \\ &= 15 \end{aligned}$$

ดังนั้น สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมด 15 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 3 (การเปลี่ยนมุมมองปัญหา: มุมมองที่เฉพาะเจาะจงเป็นมุมมองกว้าง)

สำหรับ Step 1 – 3 และ 5

พิจารณา Step 1 คือ A จะได้ $1 \times 1 \times 1 \times 1$

และ Step 1 มี 3 อย่าง คือ A , B , C จะได้ $3(1 \times 1 \times 1 \times 1) = 3(1) = 3$

นั่นคือ Step 1 – 3 และ 5 มีทั้งหมด 3 วิธี

สำหรับ Step 1 – 5

พิจารณา Step 1 คือ A จะได้ $1 \times 1 \times 4 \times 1$

และ Step 1 มี 3 อย่าง คือ A , B , C จะได้ $3(1 \times 1 \times 4 \times 1) = 3(4) = 12$

นั่นคือ Step 1 – 5 มีทั้งหมด 12 วิธี

ดังนั้น สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมด $3 + 12 = 15$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 4 (การเขียนภาพหรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้)

Step 1 – 3 และ 5

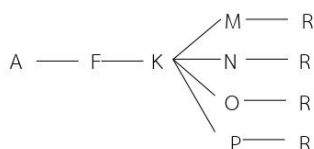
A — F — K — R

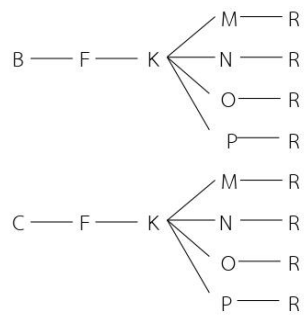
B — F — K — R

C — F — K — R

นั่นคือ Step 1 – 3 และ 5 มีทั้งหมด 3 วิธี

Step 1 – 5





นั่นคือ Step 1 – 5 มีทั้งหมด 12 วิธี

ดังนั้น สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมด $3 + 12 = 15$ วิธี

๒ เนื่องจากวันที่สายชลไปรับประทานอาหารที่ร้านอาหาร Chef ป้อมพาชิม มีโปรโมชั่นพิเศษ คือ ถ้าลูกค้าสั่งรายการอาหาร “แป้งพันผักในจาน 1 จาน” รวมถึงรายการอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step อื่น ๆ เพียงจำกัดรายการอาหารละ 1 จานเท่านั้น โดยราคาอาหารรวมทั้งหมดมากกว่า 700 บาท จะได้รับส่วนลดทันที 20% ของราคาอาหารทั้งหมด ดังนั้นสายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และจะต้องจ่ายเงินแต่ละวิธีเท่าใด โดยมีเงื่อนไขว่าสายชลต้องได้รับประทานอาหาร 3 รายการข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20% ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบที่ 1

จากข้อ 1 สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อม โดยมีรายการอาหารที่ต้องการสั่ง 3 รายการ ได้ทั้งหมด $3 + 12 = 15$ วิธี ซึ่งมีเงื่อนไขว่าสายชลต้องได้รับประทานอาหาร 3 รายการข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20%

ราคา Step 1 – 3 และ 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน

จะได้ $399 + 99 = 498 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 3 และ 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย

จะได้ $399 + 99 + 89 = 587 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 3 และ 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง

จะได้ $399 + 99 + 89 + 79 = 666 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน

จะได้ $499 + 99 = 598 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย

จะได้ $499 + 99 + 89 = 687 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง

จะได้ $499 + 99 + 89 + 79 = 766 > 700$ ดังนั้น จึงได้รับส่วนลด

ดังนั้น Step 1 – 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง

จะได้ $3 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 12$ วิธี

ดังนั้น สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมด 12 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ A, F, K, M, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 2 คือ A, F, K, N, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 3 คือ A, F, K, O, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 4 คือ A, F, K, P, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 5 คือ B, F, K, M, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 6 คือ B, F, K, N, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 7 คือ B, F, K, O, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 8 คือ B, F, K, P, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 9 คือ C, F, K, M, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 10 คือ C, F, K, N, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 11 คือ C, F, K, O, R, แปะพันผักในจาน, กล้วยและถั่วในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 12 คือ C, F, K, P, R, แปะพันผักในจาน, กล้วยและถั่วในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง
 เนื่องจาก แต่ละวิธีมีราคา $499 + 99 + 89 + 79 = 766 > 700$
 ดังนั้น จึงได้รับส่วนลด 20% ของ $766 = 0.2 \times 766 = 153.20$ บาท
 สายชลจะต้องจ่ายเงินแต่ละวิธี เท่ากับ $766 - 153.20 = 612.80$ บาท

วิธีการหาคำตอบที่ 2

จากข้อ 1 สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อม โดยมีรายการอาหารที่
 ต้องการสั่ง 3 รายการ ได้ทั้งหมด $3 + 12 = 15$ วิธี ซึ่งมีเงื่อนไขว่าสายชลต้องได้รับประทานอาหาร 3
 รายการข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20%

ราคา Step 1 – 3 และ 5 เพิ่ม แปะพันผักในจาน

จะได้ $399 + 99 = 498 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 3 และ 5 เพิ่ม แปะพันผักในจาน กล้วยและถั่วในถ้วย

จะได้ $399 + 99 + 89 = 587 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 3 และ 5 เพิ่ม แปะพันผักในจาน กล้วยและถั่วในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง

จะได้ $399 + 99 + 89 + 79 = 666 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 5 เพิ่ม แปะพันผักในจาน

จะได้ $499 + 99 = 598 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 5 เพิ่ม แปะพันผักในจาน กล้วยและถั่วในถ้วย

จะได้ $499 + 99 + 89 = 687 < 700$ ดังนั้น จึงไม่ได้รับส่วนลด

ราคา Step 1 – 5 เพิ่ม แปะพันผักในจาน กล้วยและถั่วในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง

จะได้ $499 + 99 + 89 + 79 = 766 > 700$ ดังนั้น จึงได้รับส่วนลด

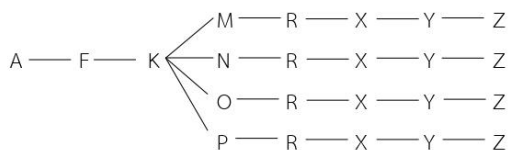
ดังนั้น Step 1 – 5 เพิ่ม แปะพันผักในจาน กล้วยและถั่วในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง

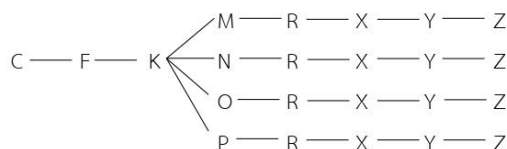
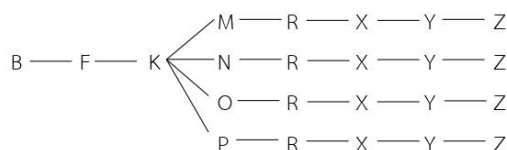
จะได้ $3 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 12$ วิธี

ดังนั้น สายชลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมด 12 วิธี ดังนี้

(กำหนดให้ แปะพันผักในจาน แทน X กล้วยและถั่วในถ้วย แทน Y ผักและไข่บนขนมปัง

แทน Z)





เนื่องจาก แต่ละวิธีมีราคา $499 + 99 + 89 + 79 = 766 > 700$

ดังนั้น จึงได้รับส่วนลด 20% ของ $766 = 0.2 \times 766 = 153.20$ บาท

สายชวลจะต้องจ่ายเงินแต่ละวิธี เท่ากับ $766 - 153.20 = 612.80$ บาท

วิธีการหาคำตอบที่ 3

จากข้อ 1 สายชวลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อม โดยมีรายการอาหารที่
ต้องการสั่ง 3 รายการ ได้ทั้งหมด $3 + 12 = 15$ วิธี ซึ่งมีเงื่อนไขว่าสายชวลต้องได้รับประทานอาหาร 3
รายการข้างต้นและต้องได้รับส่วนลด 20%

ใช้หลักการพิจารณา ราคาชุด Set อาหารรวมกับอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step ทั้งหมด เพื่อ
เปรียบเทียบกับ 700 บาท

ราคา Step 1 - 3 และ 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง
จะได้ $399 + 99 + 89 + 79 = 666 < 700$

ดังนั้น Step 1 - 3 และ 5 เพิ่มอาหารที่ไม่ได้ระบุใน Step อย่างน้อย 1 อย่าง < 700
ทั้งสิ้น จึงไม่ได้รับส่วนลดแน่นอน

ราคา Step 1 - 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง
จะได้ $499 + 99 + 89 + 79 = 766 > 700$

ดังนั้น Step 1 - 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง
หากไม่สั่งอย่างใดอย่างหนึ่งก็ราคารวมน้อยกว่า 700 บาท จึงได้รับส่วนลดในกรณีนี้เท่านั้น

ดังนั้น Step 1 - 5 เพิ่ม แป้งพันผักในจาน ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย ผักและไข่บนขนมปัง
จะได้ $3 \times 1 \times 1 \times 4 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 12$ วิธี

ดังนั้น สายชวลสามารถเลือกชุด Set อาหารของ Chef ป้อมได้ทั้งหมด 12 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ A, F, K, M, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 2 คือ A, F, K, N, R, แป้งพันผักในจาน, ก๋วยเตี๋ยวในถ้วย, ผักและไข่บนขนมปัง

วิธีที่ 3 คือ A, F, K, O, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 4 คือ A, F, K, P, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 5 คือ B, F, K, M, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 6 คือ B, F, K, N, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 7 คือ B, F, K, O, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 8 คือ B, F, K, P, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 9 คือ C, F, K, M, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 10 คือ C, F, K, N, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 11 คือ C, F, K, O, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง
 วิธีที่ 12 คือ C, F, K, P, R, แบ่งพันผักในงาน, กลัวยและถั่วในถัวย, ผักและไข่บนขนมปัง

เนื่องจาก แต่ละวิธีมีราคา $499 + 99 + 89 + 79 = 766 > 700$

ดังนั้น จึงได้รับส่วนลด 20% ของ $766 = 0.2 \times 766 = 153.20$ บาท

สายชลดจะต้องจ่ายเงินที่ได้รับส่วนลด 20% ของ 766 แต่ละวิธี $= 766 - (0.2 \times 766)$
 $= 766 - 153.20$
 $= 612.80$ บาท

๓ เนื่องจาก Chef ป้อมต้องการปรับปรุงอิมตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set โดยแต่ละ Step เดิมมีราคาเฉลี่ยต่อจาน ดังนี้

★ Step 1 เฉลี่ยจานละ 39 บาท

★ Step 2 เฉลี่ยจานละ 69 บาท

★ Step 3 เฉลี่ยจานละ 79 บาท

★ Step 4 เฉลี่ยจานละ 99 บาท

★ Step 5 เฉลี่ยจานละ 159 บาท

เนื่องจากอิมตามใจชุดสุดคุ้ม Together Set เดิมทำอะไรที่ร้านอาหารได้ค่อนข้างน้อย Chef ป้อมจึงต้องการจัดชุด Set อาหารใหม่ โดยไม่คำนึง Step ซึ่งทุกชุด Set ราคาขายเพียง 349 บาทเท่านั้นและไม่จำกัดจำนวนอาหารใน 1 Set นักเรียนสามารถสร้างชุด Set อาหารของ Chef ป้อมที่ต้องการปรับปรุงได้กี่วิธี และต้องได้กำไรอย่างน้อย 15% – 50% พร้อมทั้งระบุกำไรที่ได้ของแต่ละวิธีและอธิบายเหตุผลประกอบ ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

เนื่องจาก ชุด Set ราคาขายเพียง 349 บาทเท่านั้น ต้องได้กำไรอย่างน้อย 15% – 50%

จึงต้องการจัด ชุด Set ที่มีอาหาร 3 อย่างต่อ Set เนื่องจากลูกค้าจะได้รับประทานอาหารที่

หลากหลายและเหมาะสมกับราคา ลูกค้าสามารถเข้าถึงได้ง่าย

จะได้ $0.15 \times 349 = 52.35 \approx 53$ บาท

นั่นคือ แต่ละชุด Set ต้องมีราคาอาหารรวมไม่เกิน $349 - 53 = 296$ บาท จึงจะได้กำไรอย่างน้อย 15%

โดยสามารถจัดชุด Set ได้ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 Step 1 + Step 2 + Step 3 = 39 + 69 + 79 = 187 บาท ได้กำไร $\approx 47\%$

รูปแบบที่ 2 Step 1 + Step 2 + Step 4 = 39 + 69 + 99 = 207 บาท ได้กำไร $\approx 41\%$

รูปแบบที่ 3 Step 1 + Step 2 + Step 5 = 39 + 69 + 159 = 267 บาท ได้กำไร $\approx 24\%$

รูปแบบที่ 4 Step 1 + Step 3 + Step 4 = 39 + 79 + 99 = 217 บาท ได้กำไร $\approx 38\%$

รูปแบบที่ 5 Step 1 + Step 3 + Step 5 = 39 + 79 + 159 = 277 บาท ได้กำไร $\approx 20\%$

รูปแบบที่ 6 Step 2 + Step 3 + Step 4 = 69 + 79 + 99 = 247 บาท ได้กำไร $\approx 30\%$

และสามารถสร้างชุด Set อาหารของ Chef ป้อมที่ต้องการปรับปรุงได้ทั้งหมดในแต่ละรูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 Step 1 + Step 2 + Step 3 = 39 + 69 + 79 = 187 บาท ได้กำไร $\approx 47\%$

จะได้ $3 \times 4 \times 5 = 60$ วิธี

รูปแบบที่ 2 Step 1 + Step 2 + Step 4 = 39 + 69 + 99 = 207 บาท ได้กำไร $\approx 41\%$

จะได้ $3 \times 4 \times 4 = 48$ วิธี

รูปแบบที่ 3 Step 1 + Step 2 + Step 5 = 39 + 69 + 159 = 267 บาท ได้กำไร $\approx 24\%$

จะได้ $3 \times 4 \times 2 = 24$ วิธี

รูปแบบที่ 4 Step 1 + Step 3 + Step 4 = 39 + 79 + 99 = 217 บาท ได้กำไร $\approx 38\%$

จะได้ $3 \times 5 \times 4 = 60$ วิธี

รูปแบบที่ 5 Step 1 + Step 3 + Step 5 = 39 + 79 + 159 = 277 บาท ได้กำไร $\approx 20\%$

จะได้ $3 \times 4 \times 2 = 24$ วิธี

รูปแบบที่ 6 Step 2 + Step 3 + Step 4 = 69 + 79 + 99 = 247 บาท ได้กำไร $\approx 30\%$

จะได้ $4 \times 5 \times 4 = 80$ วิธี

ดังนั้น สร้างชุด Set อาหารของ Chef ป้อมที่ต้องการปรับปรุงได้ทั้งหมด

$60 + 48 + 24 + 60 + 24 + 80$ เท่ากับ 296 วิธี

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-สกุล เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อย 3 ข้อ รวมทั้งหมด 9 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 3 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบทุกข้อ โดยเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบ
4. ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ
6. หากพบปัญหาจากการทำแบบทดสอบโปรดสอบถามครูผู้คุมสอบ

สถานการณ์ที่ 1 : แบรินด์เสื้อยืด YP



แบรินด์เสื้อยืด YP เป็นเสื้อยืดสีพื้น โดยเสื้อทุกตัวของ YP เป็นผ้าคอตตอนที่ผสมกับ Poly อย่างดีทำให้เสื้ออยู่ทรงสวย นุ่มสบาย และที่สำคัญยับยาก ซึ่งแบรินด์เสื้อยืด YP มี 2 รูปแบบ คือ คอกกลมและคอวี 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 คุณต้องการซื้อเสื้อยืดแบรินด์ YP รูปแบบคอกกลม โดยต้องการทุกขนาด และต้องการสีทั้งหมด 3 สี คือ สีฟ้า สีชมพู และสีเขียว คุณจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีการหาคำตอบ


๒ เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ YP มีโปรโมชั่นพิเศษ “ซื้อ 3 จ่าย 2” สามารถเลือกรูปแบบ ขนาด และสีได้ (แถมฟรีชิ้นที่ถูกที่สุด) คิมต้องการใช้โปรโมชั่นพิเศษนี้ โดยคิมเลือกรูปแบบคอกลม ขนาด M, L และ 2XL โดยแต่ละขนาดเลือกสีฟ้าและสีชมพู คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และราคาถูกกว่าเดิมกี่บาท ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

๕ เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ YP ต้องการกระตุ้นยอดขายจึงผลิตกางเกงแบรนด์ YP เพื่อเป็นสินค้าตัวอย่างก่อนวางจำหน่ายจริง โดยจะให้เป็นโปรโมชั่นเสริมสำหรับลูกค้าที่ซื้อสินค้าแบรนด์ YP ตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกางเกงมีขนาด S, M, L, XL และ 2XL โดยแต่ละขนาดมีสีทั้งหมด 2 สี คือ สีฟ้าและสีชมพู ต้นทุนของกางเกงขนาด S – 2XL ราคา 150 บาท นอกจากนี้ต้นทุนของเสื้อขนาด S – L ราคา 60 บาท และขนาด XL – 2XL ราคา 110 บาท ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดโปรโมชั่นเสริมอย่างไรให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน และลูกค้ามีวิธีการเลือกซื้อเสื้อกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาค่าตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาค่าตอบ

สถานการณ์ที่ 2 : พิมพาไหมไทย



ร้านพิมพาไหมไทยออกบูธงาน “ตลาดผ้าไหม สไตล์ไทย only” ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขานครสวรรค์ โดยร้านพิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ คือ ผ้าไหมแพรวา ผ้าไหมมัดหมี่ ผ้าไหมอัญญา นาง ผ้าไหมพระตะบอง และผ้าไหมเมืองอุบล ซึ่งจัดแสดงหน้าร้านเพื่อกระตุ้นยอดขายผ้าไหมร้านของตนเอง

- ❶ จากสถานการณ์ข้างต้น ร้านพิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ ทางร้านต้องการนำผ้าไหม 3 แบบมาจัดแสดงหน้าร้านเป็นแนวเส้นตรง ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีการหาคำตอบ

๒ จากกรณีที่ร้านพิมพ์ไหมไทยออกบูธงาน “ตลาดผ้าไหม สไตล์ไทย only” ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขานครสวรรค์ ในปีที่ผ่านมา ทางร้านพิมพ์ไหมไทยได้ทำการสำรวจแบบผ้าไหมที่ลูกค้าส่วนใหญ่ชอบ พบว่า อันดับที่ 1 คือ ผ้าไหมแพรวา อันดับที่ 2 คือ ผ้าไหมมัดหมี่ และอันดับที่ 3 ผ้าไหมเมืองอุบล จึงนำมาผลที่ได้จากการสำรวจมาตัดชุดเดรสไว้สำหรับจัดแสดงโชว์ในหุ่นโชว์เสื้อผ้าภายในร้าน เพื่อสร้างจุดเด่นและกระตุ้นยอดขายผ้าไหมให้กับร้านซึ่งอยู่ด้านหน้าของผ้าไหมแต่ละแบบ โดยทางร้านพิมพ์ไหมไทยได้ตัดชุดเดรสผ้าไหมแพรวา จำนวน 5 ชุดที่แตกต่างกัน ผ้าไหมมัดหมี่ จำนวน 4 ชุดที่แตกต่างกัน และผ้าไหมเมืองอุบล จำนวน 3 ชุดที่แตกต่างกัน ร้านพิมพ์ไหมไทยจะจัดแสดงชุดเดรสผ้าไหมที่ลูกค้าชอบทั้ง 3 แบบ แบบละ 2 ชุด เป็นแนวเส้นตรงได้ทั้งหมดกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบาย และแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

๓ ในช่วงแรกของการจัดบูธของร้านพิมพ์ภาพใหม่ไทยทางร้านมีบูธสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายผ้าไหมเพียง 1 บูธเท่านั้นโดยจัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรงเพียง 3 แบบก็เต็มพื้นที่หน้าบูธ ส่งผลให้จัดแสดงผ้าไหมไม่ครบทั้ง 5 แบบ ปัญหาที่ตามมา คือ ยอดขายผ้าไหมอีก 2 แบบที่ไม่ได้จัดแสดงลดลงทางร้านพิมพ์ภาพใหม่ไทยจึงมีนโยบายขยายร้านเพื่อลดปัญหาข้างต้นโดยจัดแสดงผ้าไหมให้ครบทุกแบบและต้องการเพิ่มยอดขายให้สูงขึ้นด้วยการผลิตผ้าไหมแบบที่แตกต่างกันจาก 5 แบบ เพิ่มขึ้นเป็น 7 แบบ ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้านพิมพ์ภาพใหม่ไทยจะจัดแสดงผ้าไหมเป็นเส้นตรงอย่างไรให้ครบทั้ง 7 แบบ และจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมดก็วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

สถานการณ์ที่ 3 : สถานักเรียนเฉพาะกิจ

	<p>เนื่องจากสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงส่งผลให้โรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการ ต้องจัดตั้งสถานักเรียนเฉพาะกิจโดยมีตัวแทนนักเรียนที่ถูกคัดเลือกในแต่ละระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ระดับชั้นละ 2 คน รวมทั้งหมด 12 คน แบ่งเป็น ชาย 7 คน และหญิง 5 คน ซึ่งสถานักเรียนเฉพาะกิจนี้</p>
---	---

❶ จากสถานการณ์ข้างต้น สถานักเรียนเฉพาะกิจนี้ ประกอบด้วย ตำแหน่งประธานสถานักเรียน จำนวน 1 คน ตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน จำนวน 2 คน ตำแหน่งเลขานุการ จำนวน 1 คน และ ตำแหน่งเหรัญญิก จำนวน 1 คน ถ้าต้องการเลือกนักเรียน 5 คน เป็นคณะกรรมการสถานักเรียน โดยมีหนึ่งใน 5 คนนี้เป็นประธานสถานักเรียน จะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีการหาคำตอบ

๒ เนื่องจากทางโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการจัดงานครบรอบการก่อตั้งโรงเรียนปีที่ 50 จึงออกคำสั่งโรงเรียนให้ตัวแทนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นตัวแทนระดับชั้น จำนวน 12 คน ดำเนินการในงานทั้ง 3 ส่วนของโรงเรียน งานส่วนที่ 1 ต้องการนักเรียนชายช่วยดำเนินการ จำนวน 5 คน งานส่วนที่ 2 ต้องการนักเรียนหญิงช่วยดำเนินการ จำนวน 3 คน และงานส่วนที่ 3 ต้องการนักเรียนชายหรือหญิงก็ได้ช่วยดำเนินการ จำนวน 4 คน จะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธีให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

๓ ถ้าหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการต้องการปรับเปลี่ยนตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจให้ครอบคลุมกับงานต่าง ๆ ของโรงเรียน ถ้านักเรียนเป็นหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนจะจัดตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจใดบ้าง ตำแหน่งละกี่คน และจะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

เฉลยแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1 : แบรินด์เสื้อยืด YP



แบรินด์เสื้อยืด YP เป็นเสื้อยืดสีพื้น โดยเสื้อทุกตัวของ YP เป็นผ้าคอตตอนที่เหมาะสมกับ Poly อย่างดีทำให้เสื้ออยู่ทรงสวย นุ่มสบาย และที่สำคัญยับยาก ซึ่งแบรินด์เสื้อยืด YP มี 2 รูปแบบ คือ คอกกลมและคอวี 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 คุณต้องการซื้อเสื้อยืดแบรินด์ YP รูปแบบคอกกลม โดยต้องการทุกขนาด และต้องการสีทั้งหมด 3 สี คือ สีฟ้า สีชมพู และสีเขียว คุณจะมียุติเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1 (การเปลี่ยนมุมมองปัญหา: มุมมองกว้าง)

$$\begin{array}{ccc} \text{รูปแบบคอกกลม} & \text{ขนาด} & \text{สี} \\ 1 & \times 5 & \times 3 = 15 \text{ วิธี} \end{array}$$

ดังนั้น คุณจะมียุติเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมด 15 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี)

$$\text{รูปแบบคอกกลม} \times \text{ขนาด S} \times \text{สี 5 สี} = 1 \times 1 \times 3 = 3 \text{ วิธี}$$

$$\text{รูปแบบคอกกลม} \times \text{ขนาด M} \times \text{สี 5 สี} = 1 \times 1 \times 3 = 3 \text{ วิธี}$$

$$\text{รูปแบบคอกกลม} \times \text{ขนาด L} \times \text{สี 5 สี} = 1 \times 1 \times 3 = 3 \text{ วิธี}$$

$$\text{รูปแบบคอกกลม} \times \text{ขนาด XL} \times \text{สี 5 สี} = 1 \times 1 \times 3 = 3 \text{ วิธี}$$

$$\text{รูปแบบคอกกลม} \times \text{ขนาด 2XL} \times \text{สี 5 สี} = 1 \times 1 \times 3 = 3 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น คุณจะมียุติเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมด $3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 15$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 3 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม)

รูปแบบคอกกลม แทน A

เสื้อขนาด S, M, L, XL, 2XL แทน S, M, L, XL, 2XL ตามลำดับ

$$(A \times S \times 3 \text{ สี}) + (A \times M \times 3 \text{ สี}) + (A \times L \times 3 \text{ สี}) + (A \times XL \times 3 \text{ สี}) + (A \times 2XL \times 3 \text{ สี})$$

$$\begin{aligned}
 &= (1 \times 1 \times 3) + (1 \times 1 \times 3) + (1 \times 1 \times 3) + (1 \times 1 \times 3) + (1 \times 1 \times 3) \\
 &= 3 + 3 + 3 + 3 + 3 \\
 &= 15
 \end{aligned}$$

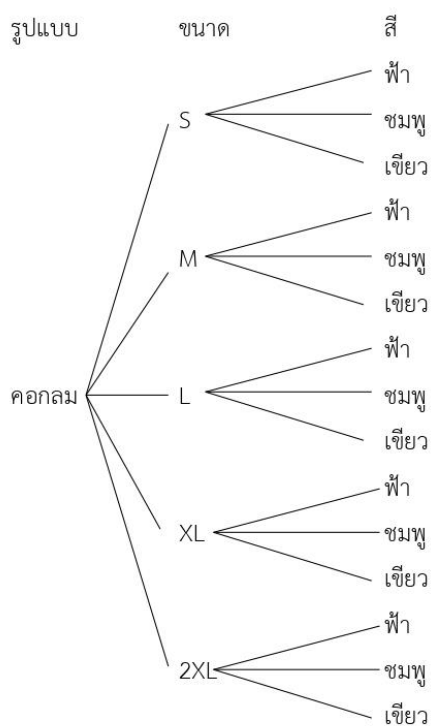
ดังนั้น คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมด 15 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 4 (การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง)

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทั้งหมด} - \text{วิธีรูปแบบคอวี} &= (2 \times 5 \times 3) - (1 \times 5 \times 3) \\
 &= 30 - 15 \\
 &= 15
 \end{aligned}$$

ดังนั้น คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมด 15 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 5 (การเขียนภาพหรือแผนภาพ: แผนภาพต้นไม้)



ดังนั้น คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมด 15 วิธี

๒ เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ YP มีโปรโมชั่นพิเศษ “ซื้อ 3 จ่าย 2” สามารถคละรูปแบบ ขนาด และสีได้ (แถมฟรีชิ้นที่ถูกลงที่สุด) คิมต้องการใช้โปรโมชั่นพิเศษนี้ โดยคิมเลือกรูปแบบคอกลม ขนาด M, L และ 2XL โดยแต่ละขนาดเลือกสีฟ้าและสีชมพู คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง และราคาถูกกว่าเดิมกี่บาท ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1

รูปแบบคอกลม	ขนาด	สี	
1	x 3	x 2	= 6 วิธี

ดังนั้น คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมด 6 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด M สีฟ้า

วิธีที่ 2 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด M สีชมพู

วิธีที่ 3 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด L สีฟ้า

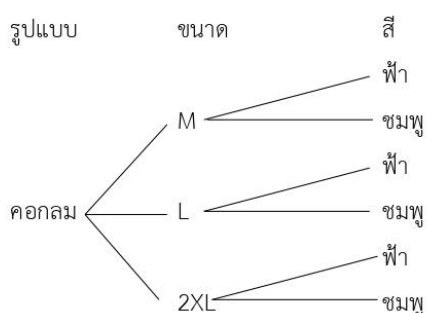
วิธีที่ 4 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด L สีชมพู

วิธีที่ 5 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด 2XL สีฟ้า

วิธีที่ 6 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด 2XL สีชมพู

$$\begin{aligned}
 \text{และราคาถูกกว่าเดิม} &= \text{ราคาทั้งหมด} - \text{ราคาจ่ายจริงตามโปรโมชั่นพิเศษ} \\
 &= (100+100+100+100+150+150) - (100+100+150+150) \\
 &= 700 - 500 \\
 &= 200 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

วิธีการหาคำตอบที่ 2



ดังนั้น คิมจะมีวิธีเลือกเสื้อยืดได้ทั้งหมด 6 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด M สีฟ้า

วิธีที่ 2 คือ รูปแบบคอกลม ขนาด M สีชมพู

วิธีที่ 3 คือ รูปแบบคอกกลม ขนาด L สีฟ้า

วิธีที่ 4 คือ รูปแบบคอกกลม ขนาด L สีชมพู

วิธีที่ 5 คือ รูปแบบคอกกลม ขนาด 2XL สีฟ้า

วิธีที่ 6 คือ รูปแบบคอกกลม ขนาด 2XL สีชมพู

$$\begin{aligned}\text{และราคาถูกกว่าเดิม} &= \text{ราคาทั้งหมด} - \text{ราคาจ่ายจริงตามโปรโมชั่นพิเศษ} \\ &= (100+100+100+100+150+150) - (100+100+150+150) \\ &= 700 - 500 \\ &= 200 \text{ บาท}\end{aligned}$$

๕ เนื่องจากเสื้อยืดแบรนด์ YP ต้องการกระตุ้นยอดขายจึงผลิตกางเกงแบรนด์ YP เพื่อเป็นสินค้าตัวอย่างก่อนวางจำหน่ายจริง โดยจะให้เป็นโปรโมชั่นเสริมสำหรับลูกค้าที่ซื้อสินค้าแบรนด์ YP ตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกางเกงมีขนาด S, M, L, XL และ 2XL โดยแต่ละขนาดมีสีทั้งหมด 2 สี คือ สีฟ้าและสีชมพู ต้นทุนของกางเกงขนาด S – 2XL ราคา 150 บาท นอกจากนี้ต้นทุนของเสื้อขนาด S – L ราคา 60 บาท และขนาด XL – 2XL ราคา 110 บาท ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดโปรโมชั่นเสริมอย่างไรให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน และลูกค้ามีวิธีในการเลือกซื้อเสื้อกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1

ถ้าเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดโปรโมชั่นเสริมให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน คือ ซื้อเสื้อครบขนาด S สีชมพู 5 ตัวรับฟรีกางเกง 1 ตัว

$$\text{ต้นทุน} = 60 \times 5 = 300 \text{ บาท}$$

$$\text{ราคาขาย} = 100 \times 5 = 500 \text{ บาท}$$

$$\text{กำไรจากการแถมฟรีกางเกง} = 200 - 150 = 50 \text{ บาท}$$

เสื้อตัวที่ 1 เสื้อตัวที่ 2 เสื้อตัวที่ 3 เสื้อตัวที่ 4 เสื้อตัวที่ 5

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

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

$$= 32$$

ดังนั้น ลูกค้ามีวิธีในการเลือกซื้อเสื้อ 32 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2

ถ้าเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดโปรโมชั่นเสริมให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน คือ ซื้อเสื้อคอกลมขนาด S – L รวม 4 ตัว คละสี ซื้อเสื้อคอวี ขนาด XL – 2XL รวม 2 ตัว คละสี รับฟรีกางเกงสีฟ้า 1 ตัว คละขนาด

$$\text{ต้นทุน} = (60 \times 4) + (110 \times 2) + 150 = 610 \text{ บาท}$$

$$\text{ราคาขาย} = (100 \times 4) + (150 \times 2) = 700 \text{ บาท}$$

$$\text{กำไร} = 700 - 610 = 90 \text{ บาท}$$

$$\text{เสื้อคอกลมตัวที่ 1} = 1 \times 3 \times 5 = 15$$

$$\text{เสื้อคอกลมตัวที่ 2} = 1 \times 3 \times 5 = 15$$

$$\text{เสื้อคอกลมตัวที่ 3} = 1 \times 3 \times 5 = 15$$

$$\text{เสื้อคอกลมตัวที่ 4} = 1 \times 3 \times 5 = 15$$

$$\text{เสื้อคอวีตัวที่ 5} = 1 \times 2 \times 5 = 10$$

$$\text{เสื้อคอวีตัวที่ 6} = 1 \times 2 \times 5 = 10$$

$$\text{จะได้ } 15 \times 15 \times 15 \times 15 \times 10 \times 10 = 5,062,500$$

ดังนั้น ลูกคามีวิธีในการเลือกซื้อเสื้อ 5,062,500 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 3

ถ้าเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดโปรโมชั่นเสริมให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน คือ ซื้อเสื้อคอกลมรวม 5 ตัว ครบทุกขนาด รับฟรีกางเกง 1 ตัว และคูโปงส่วนลด 30 บาท

$$\text{ต้นทุน} = (60 \times 3) + (110 \times 2) + 150 = 550 \text{ บาท}$$

$$\text{ราคาขาย} = (100 \times 3) + (150 \times 2) = 600 \text{ บาท}$$

$$\text{กำไร} = 600 - 550 - 30 = 20 \text{ บาท}$$

เสื้อตัวที่ 1 เสื้อตัวที่ 2 เสื้อตัวที่ 3 เสื้อตัวที่ 4 เสื้อตัวที่ 5

$$(1 \times 1 \times 5) \times (1 \times 1 \times 5) \times (1 \times 1 \times 5) \times (1 \times 1 \times 5) \times (1 \times 1 \times 5)$$

$$= 5 \quad \times \quad 5 \quad \times \quad 5 \quad \times \quad 5 \quad \times \quad 5$$

$$= 3,125$$

ดังนั้น ลูกคามีวิธีในการเลือกซื้อเสื้อ 3,125 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 4

ถ้าเป็นเจ้าของแบรนด์ YP จะจัดโปรโมชั่นเสริมให้กับลูกค้าโดยไม่ขาดทุน คือ ลด 5% เมื่อซื้อเสื้อขนาด S - L รวม 3 ตัว ขนาด XL - 2XL รวม 2 ตัว คละสี รับฟรีกางเกง 1 ตัว

$$\text{ต้นทุน} = (60 \times 3) + (110 \times 2) + 150 = 550 \text{ บาท}$$

$$\text{ราคาขาย} = (100 \times 3) + (150 \times 2) = 600 \text{ บาท}$$

$$\text{ลด 5\% ของราคาขาย} = (5 \times 600)/100 = 30 \text{ บาท}$$

$$\text{กำไร} = 600 - 550 - 30 = 20 \text{ บาท}$$

เสื้อตัวที่ 1 เสื้อตัวที่ 2 เสื้อตัวที่ 3 เสื้อตัวที่ 4 เสื้อตัวที่ 5


$$(2 \times 1 \times 5) \times (2 \times 1 \times 5) \times (2 \times 1 \times 5) \times (2 \times 1 \times 5) \times (2 \times 1 \times 5)$$

$$= 10 \quad \times \quad 10 \quad \times \quad 10 \quad \times \quad 10 \quad \times \quad 10$$

$$= 100,000$$

ดังนั้น ลูกคามีวิธีในการเลือกซื้อเสื้อ 100,000 วิธี

สถานการณ์ที่ 2 : พิมพาไหมไทย



ร้านพิมพาไหมไทยออกบูชงาน “ตลาดผ้าไหม สไตล์ไทย only” ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขานครสวรรค์ โดยร้านพิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ คือ ผ้าไหมแพรวา ผ้าไหมมัดหมี่ ผ้าไหมอัญญา นาง ผ้าไหมพระตะบอง และผ้าไหมเมืองอุบล ซึ่งจัดแสดงหน้าร้านเพื่อกระตุ้นยอดขายผ้าไหมร้านของตนเอง

❶ จากสถานการณ์ข้างต้น ร้านพิมพาไหมไทยมีผ้าไหมสำหรับจัดแสดงที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 แบบ ทางร้านต้องการนำผ้าไหม 3 แบบมาจัดแสดงหน้าร้านเป็นแนวเส้นตรง ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี)

- จัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 1 แบบ จาก 5 แบบ

$$\text{จะได้ } P_{5,1} = \frac{5!}{(5-1)!} = \frac{5!}{4!} = 5 \text{ วิธี}$$

- จัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 1 แบบ จาก 4 แบบ

$$\text{จะได้ } P_{4,1} = \frac{4!}{(4-1)!} = \frac{4!}{3!} = 4 \text{ วิธี}$$

- จัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 1 แบบ จาก 3 แบบ

$$\text{จะได้ } P_{3,1} = \frac{3!}{(3-1)!} = \frac{3!}{2!} = 3 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด $5 \times 4 \times 3 = 60$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม)

ให้ a แทน การจัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 1 แบบ จาก 5 แบบ

b แทน การจัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 1 แบบ จาก 4 แบบ

c แทน การจัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 1 แบบ จาก 3 แบบ

$$a \times b \times c = P_{5,1} \times P_{4,1} \times P_{3,1}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5!}{(5-1)!} \times \frac{4!}{(4-1)!} \times \frac{3!}{(3-1)!} \\
 &= \frac{5!}{4!} \times \frac{4!}{3!} \times \frac{3!}{2!} \\
 &= 5 \times 4 \times 3 \\
 &= 60
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ร้านพิมพ์ชาวไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด 60 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 3 (การเปลี่ยนมุมมองปัญหา: มุมมองกว้าง)

- จัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 3 แบบ จาก 5 แบบ

$$\text{จะได้ } P_{5,3} = \frac{5!}{(5-3)!} = \frac{5!}{2!} = 60 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น ร้านพิมพ์ชาวไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด 60 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 4 (การทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย)

- จัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรง 3 แบบ จาก 5 แบบ

$$\text{จะได้ } 5 \times 4 \times 3 = 60 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น ร้านพิมพ์ชาวไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด 60 วิธี

๒ จากการทำร้านพิมพาไหมไทยออกบูธงาน “ตลาดผ้าไหม สไตล์ไทย only” ที่ห้างสรรพสินค้า Big C สาขานครสวรรค์ ในปีที่ผ่านมา ทางร้านพิมพาไหมไทยได้ทำการสำรวจแบบผ้าไหมที่ลูกค้าส่วนใหญ่ชอบ พบว่า อันดับที่ 1 คือ ผ้าไหมแพรวา อันดับที่ 2 คือ ผ้าไหมมัดหมี่ และอันดับที่ 3 ผ้าไหมเมืองอุบล จึงนำมาผลที่ได้จากการสำรวจมาตัดชุดเดรสไว้สำหรับจัดแสดงโชว์ในหุ่นโชว์เสื้อผ้าภายในร้าน เพื่อสร้างจุดเด่นและกระตุ้นยอดขายผ้าไหมให้กับร้านซึ่งอยู่ด้านหน้าของผ้าไหมแต่ละแบบ โดยทางร้านพิมพาไหมไทยได้ตัดชุดเดรสผ้าไหมแพรวา จำนวน 5 ชุดที่แตกต่างกัน ผ้าไหมมัดหมี่ จำนวน 4 ชุดที่แตกต่างกัน และผ้าไหมเมืองอุบล จำนวน 3 ชุดที่แตกต่างกัน ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงชุดเดรสผ้าไหมที่ลูกค้าชอบทั้ง 3 แบบ แบบละ 2 ชุด เป็นแนวเส้นตรงได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบาย และแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1

- จัดชุดเดรสผ้าไหมแพรวาเป็นแนวเส้นตรง 2 ชุด จาก 5 ชุด

$$\text{จะได้ } P_{5,2} = \frac{5!}{(5-2)!} = \frac{5!}{3!} = 20 \text{ วิธี}$$

- จัดชุดเดรสผ้าไหมมัดหมี่เป็นแนวเส้นตรง 2 ชุด จาก 4 ชุด

$$\text{จะได้ } P_{4,2} = \frac{4!}{(4-2)!} = \frac{4!}{2!} = 12 \text{ วิธี}$$

- จัดชุดเดรสผ้าไหมเมืองอุบลเป็นแนวเส้นตรง 2 ชุด จาก 3 ชุด

$$\text{จะได้ } P_{3,2} = \frac{3!}{(3-2)!} = \frac{3!}{1!} = 6 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงชุดเดรสผ้าไหมที่ลูกค้าชอบทั้ง 3 แบบเป็นแนวเส้นตรงได้ทั้งหมด $20 \times 12 \times 6 = 1,440$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2

ให้ a แทน การจัดชุดเดรสผ้าไหมแพรวาเป็นแนวเส้นตรง 2 ชุด จาก 5 ชุด

b แทน การจัดชุดเดรสผ้าไหมมัดหมี่เป็นแนวเส้นตรง 2 ชุด จาก 4 ชุด

c แทน การจัดชุดเดรสผ้าไหมเมืองอุบลเป็นแนวเส้นตรง 2 ชุด จาก 3 ชุด

$$\begin{aligned} a \times b \times c &= P_{5,2} \times P_{4,2} \times P_{3,2} \\ &= \frac{5!}{(5-2)!} \times \frac{4!}{(4-2)!} \times \frac{3!}{(3-2)!} \\ &= \frac{5!}{3!} \times \frac{4!}{2!} \times \frac{3!}{1!} \end{aligned}$$

$$= 20 \times 12 \times 6$$

$$= 1,440$$

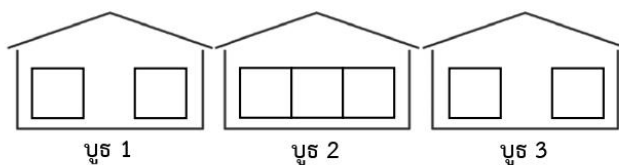
ดังนั้น ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงชุดเดรสผ้าไหมที่ลูกค้าชอบทั้ง 3 แบบเป็นแนวเส้นตรง
ได้ทั้งหมด 1,440 วิธี

๓ ในช่วงแรกของการจัดบูธของร้านพิมพ์ชาวไทยทางร้านมีบูธสำหรับจัดแสดงและจำหน่ายผ้าไหมเพียง 1 บูธเท่านั้นโดยจัดแสดงผ้าไหมเป็นแนวเส้นตรงเพียง 3 แบบก็เต็มพื้นที่หน้าบูธ ส่งผลให้จัดแสดงผ้าไหมไม่ครบทั้ง 5 แบบ ปัญหาที่ตามมา คือ ยอดขายผ้าไหมอีก 2 แบบที่ไม่ได้จัดแสดงลดลงทางร้านพิมพ์ชาวไทยจึงมีนโยบายขยายร้านเพื่อลดปัญหาข้างต้นโดยจัดแสดงผ้าไหมให้ครบทุกแบบและต้องการเพิ่มยอดขายให้สูงขึ้นด้วยการผลิตผ้าไหมแบบที่แตกต่างกันจาก 5 แบบ เพิ่มขึ้นเป็น 7 แบบ ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้านพิมพ์ชาวไทยจะจัดแสดงผ้าไหมเป็นเส้นตรงอย่างไรให้ครบทั้ง 7 แบบ และจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1

ถ้าเป็นเจ้าของร้านพิมพ์ชาวไทยจะจัดแสดงผ้าไหมให้ครบทั้ง 7 แบบ โดยการซื้อบูธเพิ่มอีก 2 บูธ ดังภาพ



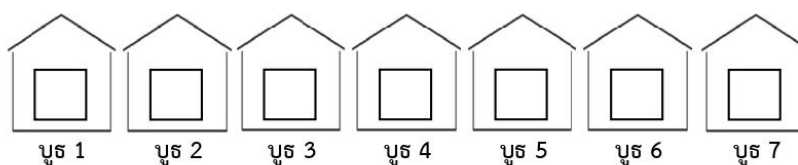
โดยระบุตำแหน่งในบูธ 2 คือ ผ้าไหมมัดหมี่ ผ้าไหมแพรวา และผ้าไหมเมืองอุบล ตามลำดับ

- บูธ 1 $P_{4,2} = \frac{4!}{(4-2)!} = \frac{4!}{2!} = 12$ วิธี
- บูธ 2 $P_{1,1} \times P_{1,1} \times P_{1,1} = \frac{1!}{(1-1)!} \times \frac{1!}{(1-1)!} \times \frac{1!}{(1-1)!} = 1$ วิธี
- บูธ 3 $P_{2,2} = \frac{2!}{(2-2)!} = \frac{2!}{0!} = 2$ วิธี

ดังนั้น ร้านพิมพ์ชาวไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด $12 \times 1 \times 2 = 24$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2

ถ้าเป็นเจ้าของร้านพิมพ์ชาวไทยจะจัดแสดงผ้าไหมให้ครบทั้ง 7 แบบ โดยการซื้อบูธเพิ่มอีก 6 บูธ ดังภาพ



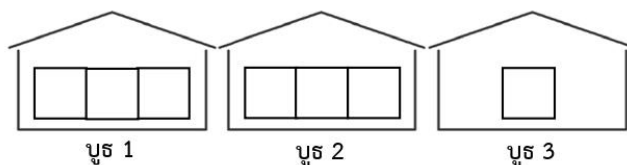
- บุษ 1 $P_{7,1} = \frac{7!}{(7-1)!} = \frac{7!}{6!} = 7$ วิธี
- บุษ 2 $P_{6,1} = \frac{6!}{(6-1)!} = \frac{6!}{5!} = 6$ วิธี
- บุษ 3 $P_{5,1} = \frac{5!}{(5-1)!} = \frac{5!}{4!} = 5$ วิธี
- บุษ 4 $P_{4,1} = \frac{4!}{(4-1)!} = \frac{4!}{3!} = 4$ วิธี
- บุษ 5 $P_{3,1} = \frac{3!}{(3-1)!} = \frac{3!}{2!} = 3$ วิธี
- บุษ 6 $P_{2,1} = \frac{2!}{(2-1)!} = \frac{2!}{1!} = 2$ วิธี
- บุษ 7 $P_{1,1} = \frac{1!}{(1-1)!} = \frac{1!}{0!} = 1$ วิธี

ดังนั้น ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด $7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 5,040$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 3

ถ้าเป็นเจ้าของร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมให้ครบทั้ง 7 แบบ โดยการซื้อบุษเพิ่มอีก

2 บุษ ดังภาพ

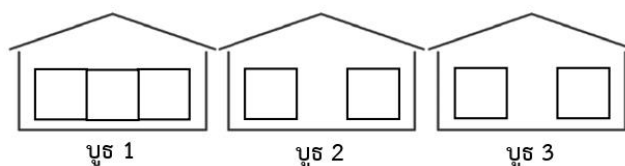


- บุษ 1 $P_{7,3} = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = 210$ วิธี
- บุษ 2 $P_{4,3} = \frac{4!}{(4-3)!} = \frac{4!}{1!} = 24$ วิธี
- บุษ 3 $P_{1,1} = \frac{1!}{(1-1)!} = \frac{1!}{0!} = 1$ วิธี

ดังนั้น ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด $210 \times 24 \times 1 = 5,040$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 4

ถ้าเป็นเจ้าของร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมให้ครบทั้ง 7 แบบ โดยการซื้อบูธเพิ่มอีก 2 บูธ ดังภาพ



$$\bullet \text{ บูธ 1} \quad P_{7,3} = \frac{7!}{(7-3)!} = \frac{7!}{4!} = 210 \text{ วิธี}$$

$$\bullet \text{ บูธ 2} \quad P_{4,2} = \frac{4!}{(4-2)!} = \frac{4!}{2!} = 12 \text{ วิธี}$$

$$\bullet \text{ บูธ 3} \quad P_{2,2} = \frac{2!}{(2-2)!} = \frac{2!}{0!} = 2 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น ร้านพิมพาไหมไทยจะจัดแสดงผ้าไหมได้ทั้งหมด $210 \times 12 \times 2 = 5,040$ วิธี

สถานการณ์ที่ 3 : สถานักเรียนเฉพาะกิจ



เนื่องจากสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงส่งผลให้โรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการ ต้องจัดตั้งสถานักเรียนเฉพาะกิจโดยมีตัวแทนนักเรียนที่ถูกคัดเลือกในแต่ละระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ระดับชั้นละ 2 คน รวมทั้งหมด 12 คน แบ่งเป็น ชาย 7 คน และหญิง 5 คน ซึ่งสถานักเรียนเฉพาะกิจนี้

❶ จากสถานการณ์ข้างต้น สถานักเรียนเฉพาะกิจนี้ ประกอบด้วย ตำแหน่งประธานสถานักเรียน จำนวน 1 คน ตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน จำนวน 2 คน ตำแหน่งเลขานุการ จำนวน 1 คน และ ตำแหน่งเหรัญญิก จำนวน 1 คน ถ้าต้องการเลือกนักเรียน 5 คน เป็นคณะกรรมการสถานักเรียน โดยมีหนึ่งใน 5 คนนี้เป็นประธานสถานักเรียน จะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธีการจากสถานการณ์ดังกล่าว ภายในเวลา 20 นาที (ความคิดคล่อง)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี)

- เลือกคณะกรรมการสถานักเรียน 5 คน จาก 12 คน

$$\text{จะได้ } C_{12,5} = \frac{12!}{(12-5)!5!} = \frac{12!}{7!5!} = 792 \text{ วิธี}$$

- เลือกตำแหน่งประธานสถานักเรียน 1 คน จาก 5 คน

$$\text{จะได้ } C_{5,1} = \frac{5!}{(5-1)!1!} = \frac{5!}{4!1!} = 5 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด $792 \times 5 = 3,960$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม)

ให้ a แทน การเลือกคณะกรรมการสถานักเรียน 5 คน จาก 12 คน

b แทน การเลือกตำแหน่งประธานสถานักเรียน 1 คน จาก 5 คน

$$\begin{aligned} a \times b &= C_{12,5} \times C_{5,1} \\ &= \frac{12!}{(12-5)!5!} \times \frac{5!}{(5-1)!1!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12!}{7!5!} \times \frac{5!}{4!1!} \\
 &= 792 \times 5 \\
 &= 3,960
 \end{aligned}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด 3,960 วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 3 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดแยกกรณี)

- เลือกตำแหน่งประธานสภานักเรียน 1 คน จาก 12 คน

$$\text{จะได้ } C_{12,1} = \frac{12!}{(12-1)!1!} = \frac{12!}{11!1!} = 12 \text{ วิธี}$$

- เลือกคณะกรรมการสภานักเรียน 4 คน จาก 11 คน

$$\text{จะได้ } C_{11,4} = \frac{11!}{(11-4)!4!} = \frac{11!}{7!4!} = 330 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด $12 \times 330 = 3,960$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 4 (การแบ่งเป็นปัญหาย่อย: คิดกรณีรวม)

ให้ a แทน การเลือกตำแหน่งประธานสภานักเรียน 1 คน จาก 12 คน

b แทน การเลือกคณะกรรมการสภานักเรียน 4 คน จาก 11 คน

$$\begin{aligned}
 a \times b &= C_{12,1} \times C_{11,4} \\
 &= \frac{12!}{(12-1)!1!} \times \frac{11!}{(11-4)!4!} \\
 &= \frac{12!}{11!1!} \times \frac{11!}{7!4!} \\
 &= 12 \times 330 \\
 &= 3,960
 \end{aligned}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด 3,960 วิธี

๒ เนื่องจากทางโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการจัดงานครบรอบการก่อตั้งโรงเรียนปีที่ 50 จึงออกคำสั่งโรงเรียนให้ตัวแทนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นตัวแทนระดับชั้น จำนวน 12 คน ดำเนินการในงานทั้ง 3 ส่วนของโรงเรียน งานส่วนที่ 1 ต้องการนักเรียนชายช่วยดำเนินการ จำนวน 5 คน งานส่วนที่ 2 ต้องการนักเรียนหญิงช่วยดำเนินการ จำนวน 3 คน และงานส่วนที่ 3 ต้องการนักเรียนชายหรือหญิงก็ได้ช่วยดำเนินการ จำนวน 4 คน จะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดยืดหยุ่น)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1

- เลือกนักเรียนชายช่วยดำเนินการ 5 คน จาก 7 คน

$$\text{จะได้ } C_{7,5} = \frac{7!}{(7-5)!5!} = \frac{7!}{2!5!} = 21 \text{ วิธี}$$

- เลือกนักเรียนหญิงช่วยดำเนินการ 3 คน จาก 5 คน

$$\text{จะได้ } C_{5,3} = \frac{5!}{(5-3)!3!} = \frac{5!}{2!3!} = 10 \text{ วิธี}$$

- เลือกนักเรียนชายหรือหญิงก็ได้ช่วยดำเนินการ 4 คน จาก 4 คน

$$\text{จะได้ } C_{4,4} = \frac{4!}{(4-4)!4!} = \frac{4!}{0!4!} = 1 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด $21 \times 10 \times 1 = 210$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2

ให้ a แทน การเลือกนักเรียนชายช่วยดำเนินการ 5 คน จาก 7 คน

b แทน การเลือกนักเรียนหญิงช่วยดำเนินการ 3 คน จาก 5 คน

c แทน การเลือกนักเรียนชายหรือหญิงก็ได้ช่วยดำเนินการ 4 คน จาก 4 คน

$$\begin{aligned} a \times b \times c &= C_{7,5} \times C_{5,3} \times C_{4,4} \\ &= \frac{7!}{(7-5)!5!} \times \frac{5!}{(5-3)!3!} \times \frac{4!}{(4-4)!4!} \\ &= \frac{7!}{2!5!} \times \frac{5!}{2!3!} \times \frac{4!}{0!4!} \\ &= 21 \times 10 \times 1 \\ &= 210 \end{aligned}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด 210 วิธี

๓ ถ้าหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนโรงเรียนนครสวรรค์พัฒนาการต้องการปรับเปลี่ยนตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจให้ครอบคลุมกับงานต่าง ๆ ของโรงเรียน ถ้านักเรียนเป็นหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนจะจัดตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจใดบ้าง ตำแหน่งละกี่คน และจะมีวิธีเลือกทั้งหมดกี่วิธี ให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงวิธีการหาคำตอบให้แปลกใหม่หรือพัฒนาจากข้อมูลเดิมและปรับปรุงแก้ไขให้แตกต่างเป็นเอกลักษณ์ของตนเองจากสถานการณ์ดังกล่าว (ความคิดริเริ่ม)

วิธีการหาคำตอบ

วิธีการหาคำตอบที่ 1

ถ้าเป็นหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนจะจัดตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจ ดังนี้

ตำแหน่งประธานสถานักเรียน จำนวน 1 คน และคณะกรรมการ จำนวน 7 คน คือ ตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน จำนวน 1 คน ตำแหน่งเลขานุการ จำนวน 1 คน ตำแหน่งเหรัญญิก จำนวน 1 คน ตำแหน่งงานพยาบาล จำนวน 1 คน ตำแหน่งอาคารสถานที่ จำนวน 1 คน ตำแหน่งวิชาการ จำนวน 1 คน และตำแหน่งกิจการนักเรียน จำนวน 1 คน

พิจารณา

- เลือกตำแหน่งประธานสถานักเรียน จำนวน 1 คน จาก 12 คน

$$\text{จะได้ } C_{12,1} = \frac{12!}{(12-1)!1!} = \frac{12!}{11!1!} = 12 \text{ วิธี}$$

- เลือกคณะกรรมการสถานักเรียน จำนวน 7 คน จาก 11 คนที่เหลือ

$$\text{จะได้ } C_{11,7} = \frac{11!}{(11-7)!7!} = \frac{11!}{4!7!} = 330 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด $12 \times 330 = 3,960$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 2

ถ้าเป็นหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนจะจัดตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจ ดังนี้

ตำแหน่งประธานสถานักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน

ตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน

ตำแหน่งประชาสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คน

ตำแหน่งวิชาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน

ตำแหน่งสารวัตรนักเรียน จำนวน 6 คน

พิจารณา

- เลือกตำแหน่งประธานสถานักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน จาก 2 คน

$$\text{จะได้ } C_{2,1} = \frac{2!}{(2-1)!1!} = \frac{2!}{1!1!} = 2 \text{ วิธี}$$

- เลือกตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน จาก 1 คนที่เหลือ

$$\text{จะได้ } C_{1,1} = \frac{1!}{(1-1)!1!} = \frac{1!}{0!1!} = 1 \text{ วิธี}$$

- เลือกตำแหน่งประชาสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คน จาก 2 คน

$$\text{จะได้ } C_{2,2} = \frac{2!}{(2-2)!2!} = \frac{2!}{0!2!} = 1 \text{ วิธี}$$

- เลือกตำแหน่งวิชาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน จาก 2 คน

$$\text{จะได้ } C_{2,2} = \frac{2!}{(2-2)!2!} = \frac{2!}{0!2!} = 1 \text{ วิธี}$$

- เลือกตำแหน่งสารวัตรนักเรียน 6 คน จาก 6 คนที่เหลือ

$$\text{จะได้ } C_{6,6} = \frac{6!}{(6-6)!6!} = \frac{6!}{0!6!} = 1 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด $2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 2$ วิธี

วิธีการหาคำตอบที่ 3

ถ้าเป็นหัวหน้างานโครงการสถานักเรียนจะจัดตำแหน่งสถานักเรียนเฉพาะกิจ ดังนี้

ตำแหน่งประธานสถานักเรียน เพศชาย จำนวน 1 คน

ตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน เพศหญิง จำนวน 1 คน และเพศชาย จำนวน 1 คน

ตำแหน่งเลขานุการ เพศหญิง จำนวน 1 คน

พิจารณา

- เลือกตำแหน่งประธานสถานักเรียน เพศชาย จำนวน 1 คน จาก 7 คน

$$\text{จะได้ } C_{7,1} = \frac{7!}{(7-1)!1!} = \frac{7!}{6!1!} = 7 \text{ วิธี}$$

- เลือกตำแหน่งรองประธานสถานักเรียน เพศหญิง จำนวน 1 คน จาก 5 คนและเพศชาย จำนวน 1 คน จาก 6 คนที่เหลือ

$$\text{จะได้ } C_{5,1} \times C_{6,1} = \frac{5!}{(5-1)!1!} \times \frac{6!}{(6-1)!1!} = \frac{5!}{4!1!} \times \frac{6!}{5!1!} = 30 \text{ วิธี}$$

- เลือกตำแหน่งเลขานุการ เพศหญิง จำนวน 1 คน จาก 4 คนที่เหลือ

$$\text{จะได้ } C_{4,1} = \frac{4!}{(4-1)!1!} = \frac{4!}{3!1!} = 4 \text{ วิธี}$$

ดังนั้น จะมีวิธีเลือกทั้งหมด $7 \times 30 \times 4 = 840$ วิธี