

การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGE BY USING MATHEMATIZATION
TO ENHANCE MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY OF TENTH GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Mathematics Education

Department of Curriculum and Instruction

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวความคิด
ให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่
4

โดย

นายเชษฐพร เชื้อสุพรรณ

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดิษฐ์ ละออปักษิณ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณะบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดิษฐ์ ละออปักษิณ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

เชษฐพร เชื้อสุพรรณ : การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. (DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGE BY USING MATHEMATIZATION TO ENHANCE MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY OF TENTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร. จินดิษฐ์ ละออบปักชิด

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็มหลังทดลอง 3) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรม 4) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งหมดจำนวน 4 ฉบับ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ 2) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา ด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ และด้านการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีตามลำดับ

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6280040227 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORD: mathematical package, mathematization, mathematical connection ability

Chettaporn Chuesuphan : DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGE BY USING MATHEMATIZATION TO ENHANCE MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY OF TENTH GRADE STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. JINNADIT LAORPAKSIN, Ph.D.

The purposes of this research were 1) to develop a mathematical activity package using mathematization, 2) to compare the mathematical connection ability of students after learning with this package to the criteria of 65%, 3) to compare the mathematical connection ability of the students before and after learning from the activity package, and 4) to study the development of the mathematical connection ability of students learning from the activity package. The subjects were 32 tenth grade students in Suphanburi. The instruments used for data collection included four mathematical connection ability tests, and a mathematical activity package using mathematization. The data were analyzed using arithmetic mean, standard deviation, *t*-test, and content analysis.

The results of the study revealed that 1) the development of the mathematical activity package using mathematization was of good quality, 2) the mathematical connection ability of the students after being taught using the mathematical activity package was higher than the criteria of 65% at the .05 level of significance, 3) the mathematical connection ability of the students after being taught using the mathematical activity package was higher than before being taught at the .05 level of significance, and 4) the mathematical connection ability components were changed in a positive direction in term of explaining solutions,

Field of Study: Mathematics Education Student's Signature

Academic Year: 2021 Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดิษฐ์ ละออปักษิณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์เล่มนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง และคอยให้พลังใจและพลังสติปัญญาในการทำวิจัย จนบ่มเพาะให้ผู้วิจัยทำงานเป็นระบบระเบียบมากขึ้น เสริมสร้างให้มีประสบการณ์และทักษะด้านต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับผู้วิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรคิด ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศันสนีย์ เณรเทียน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์จากสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือ ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์แก่การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนันท์ ลีวเฉลิมวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัฒนิตา นำแสงวานิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวรรณา ทิมสถิต อาจารย์ อภิตดา มุขโต ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำสำหรับการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่น้อง และกัลยาณมิตร สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล รวมถึงเจ้าหน้าที่และบุคลากรในคณะครุศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ให้ความสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน และคอยเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา และขอขอบคุณในตัวผู้วิจัยเองที่มีความอดทน อดกลั้น และไม่ย่อท้อต่อความยากลำบาก จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เชษฐพร เชื้อสุพรรณ

สารบัญ

	หน้า
.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	12
บทที่ 2.....	13
ตอนที่ 1 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	14
1.1 ความหมายและความสำคัญของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	14
1.2 ลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	16
1.3 ขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	17

1.4 ความเกี่ยวข้องของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และการรู้ เรื่องทางคณิตศาสตร์.....	22
ตอนที่ 2 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	24
2.1 ความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	24
2.2 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	26
2.3 ประเภทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	28
2.4 หลักการ และแนวทางในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	30
ตอนที่ 3 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	32
3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	32
3.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	33
3.3 ลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	34
3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	36
3.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	37
ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
4.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง.....	38
4.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3.....	41
การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
การออกแบบการวิจัย.....	42
การกำหนดประชากรและตัวอย่าง.....	42
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย.....	43
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	56
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	59

บทที่ 4	60
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	61
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	63
2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 18 คะแนน) ภายหลังจากการ ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	63
2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	64
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	65
3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน	65
3.2 ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	66
บทที่ 5	96
สรุปผลการวิจัย.....	98
อภิปรายผลการวิจัย	100
ข้อเสนอแนะ	111
บรรณานุกรม.....	113
ภาคผนวก.....	118
ภาคผนวก ก กรอบแนวคิดการวิจัย	119
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	121
ภาคผนวก ค หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือขอความร่วมมือ.....	123
ภาคผนวก ง ตัวอย่างชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น.....	129
ภาคผนวก จ ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	149
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	152

ภาคผนวก ช ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผลการวิเคราะห์คุณภาพของ เครื่องมือ	166
ประวัติผู้เขียน	173



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา	20
ตารางที่ 2 สรุปรูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และตัวอย่างกิจกรรม	29
ตารางที่ 3 แบบแผนการวิจัย	42
ตารางที่ 4 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น	45
ตารางที่ 5 รายละเอียดของแต่ละกิจกรรม	46
ตารางที่ 6 กรอบการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น 50	
ตารางที่ 7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์	52
ตารางที่ 8 แสดงค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($sd.$) ค่าเฉลี่ย \bar{X} ร้อยละ และค่าทดสอบที (t-test for one sample) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ($n = 32$) หลังการทดลองเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 (11.70 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน)	63
ตารางที่ 9 แสดงค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($sd.$) และค่าทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบระหว่างก่อนทดลองและหลังทดลองของนักเรียน (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)	64
ตารางที่ 10 แสดงค่าร้อยละของคะแนนการทดสอบ (วัดท้ายกิจกรรมที่ 4, 7 และหลังทดลอง) ของนักเรียนทั้งห้อง ตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระยะการทดลอง	68
ตารางที่ 11 พัฒนาการของนักเรียนทุกกลุ่มความสามารถตามช่วงระยะการทดลอง	94
ตารางที่ 9 ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ	150
ตารางที่ 10 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{X}) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง	167
ตารางที่ 11 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{X}) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1	168

ตารางที่ 12 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{X}) ของโครงสร้างแบบวัด
 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2 169

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{X}) ของโครงสร้างแบบวัด
 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังทดลอง 169

ตารางที่ 14 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการ
 เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง 171

ตารางที่ 15 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการ
 เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1 171

ตารางที่ 16 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการ
 เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2 171

ตารางที่ 17 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการ
 เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังทดลอง 172

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงแนวโน้มผลการประเมินคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2018	2
ภาพที่ 2 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	18
ภาพที่ 3 วงจรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์	23
ภาพที่ 4 วงจรการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์	24
ภาพที่ 5 แสดงการระบุนิยามคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะต้น	69
ภาพที่ 6 แสดงการระบุนิยามคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะต้น	69
ภาพที่ 7 แสดงการระบุนิยามคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะต้น	70
ภาพที่ 8 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะต้น	71
ภาพที่ 9 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะต้น	72
ภาพที่ 10 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะต้น	73
ภาพที่ 11 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะต้น	74
ภาพที่ 12 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะต้น	74
ภาพที่ 13 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะต้น	75
ภาพที่ 14 แสดงการระบุนิยามคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะกลาง	77
ภาพที่ 15 แสดงการระบุนิยามคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง	77
ภาพที่ 16 แสดงการระบุนิยามคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง	78
ภาพที่ 17 แสดงการระบุนิยามคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง	79
ภาพที่ 18 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะกลาง	80
ภาพที่ 19 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง	80
ภาพที่ 20 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง	81
ภาพที่ 21 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะกลาง	82

ภาพที่ 22 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง	83
ภาพที่ 23 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง ..	84
ภาพที่ 24 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง	86
ภาพที่ 25 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะหลังทดลอง	87
ภาพที่ 26 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง.....	88
ภาพที่ 27 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะหลังทดลอง	88
ภาพที่ 28 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง.....	89
ภาพที่ 29 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะหลังทดลอง	90
ภาพที่ 30 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะหลังทดลอง	91
ภาพที่ 31 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง.....	92
ภาพที่ 32 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะหลังทดลอง	92
ภาพที่ 33 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะหลังทดลอง	92

บทที่ 1

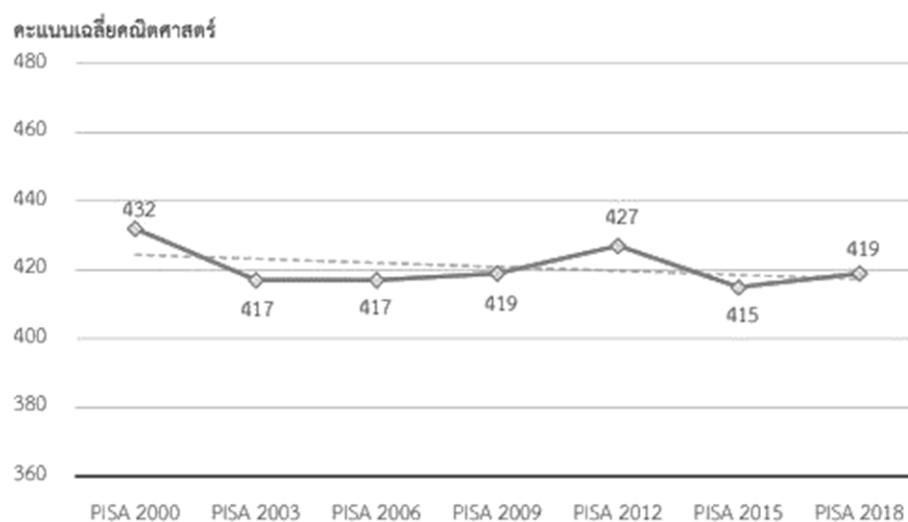
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษานับเป็นรากฐานที่สำคัญที่สุดประการหนึ่ง สำหรับการสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าและการแก้ปัญหาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้เทียบเท่ากับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

คณิตศาสตร์นับว่าเป็นวิชาที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากในยุคนศตวรรษที่ 21 มีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และการเมือง ทำให้คณิตศาสตร์มีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น มิใช่เพียงแค่ออยู่ในตำราเรียนเท่านั้น แต่ยังเป็นแรงขับเคลื่อนของความก้าวหน้าอีกด้วย ดังที่สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551) ได้กล่าวว่า “คณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม” อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน แม้อคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่สำคัญต่อการพัฒนานักเรียน แต่การจัดการศึกษายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังเห็นได้จากจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment [PISA]) ขององค์การการพัฒนาและความร่วมมือทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]) ที่เน้นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ การใช้เหตุผล และการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ พบว่าความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มี

การพัฒนาขึ้น และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของไทยไม่เปลี่ยนแปลง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแนวโน้มผลการประเมินคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2018

จากผลการประเมินการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติของโครงการประเมินผล TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study 2015) ของสมาคมนานาชาติ เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา IEA (The International Association for the Evaluation of Education Achievement) ที่ให้ความสำคัญกับพฤติกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ และด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 431 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติทุกปี โดยค่าเฉลี่ยนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์ประจำปี 2558 (ค.ศ. 2015) อยู่ที่ 500 คะแนน จัดอันดับอยู่ที่ 26 ของประเทศที่เข้าร่วมการประเมินจากทั้งหมด 39 ประเทศ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่เป็นที่พึงพอใจเมื่อเทียบกับนานาชาติ ทั้งนี้ผลการประเมินจากทั้ง 2 โครงการนั้น อาจมีสาเหตุที่เกิดจากปัญหาทั้งจากผู้สอน และนักเรียน โดยปัญหาจากผู้สอนนั้น เกิดจากครูส่วนใหญ่มักจัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการฝึกคิด ขาดการแลกเปลี่ยนความรู้ และมีส่วนร่วมในการเรียนได้น้อย ส่วนปัญหาจากนักเรียนนั้น เกิดจากนักเรียนไม่ได้รับการเรียนการสอนที่พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียนมากนัก สอดคล้องกับที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2550) ได้ให้รายละเอียดไว้ว่า “ยังมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ด้อยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลต่อนักเรียนที่ไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ”

แนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณภาพของการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาอย่างเนื่องในส่วนของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความสามารถของบุคคลในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ กล่าวได้ว่าเมื่อนักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายนั้นจำเป็นจะต้องใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ที่ทำให้คณิตศาสตร์เป็นมากกว่าวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอน ดังนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องมุ่งให้นักเรียนได้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังที่ อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาหรือทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาควรมีหลากหลายทักษะที่สำคัญ ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยง และ 5) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จะเห็นได้ชัดว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตที่จะนำไปสู่การพัฒนาความเจริญ อีกทั้งนักเรียนจะต้องมีทักษะและกระบวนการติดตัว เพื่อความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาทักษะและกระบวนการด้านการเชื่อมโยง เนื่องจากในยุคปัจจุบันนักเรียนจำเป็นจะต้องได้รับการพัฒนาทักษะด้านการเชื่อมโยงเพื่อเตรียมพร้อมสู่ยุคศตวรรษที่ 21 ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจะต้องจัดสภาพที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง สัมพันธ์กับปัญหา สถานการณ์ที่นักเรียนพบเพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา ด้านการอธิบายแนวทางแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา เนื่องจากการจัดการเรียนคณิตศาสตร์จะประสบผล สำเร็จได้ นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานในการที่จะนำไปใช้ต่อ จึงจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) เช่น การใช้อัตราส่วนในหน่วยเดียวในการหาความน่าจะเป็น และยังมีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่ใช้วิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนหรือใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การวาดรูปโดยใช้อัตราส่วน พีโบนักซี เป็นต้น รวมไปถึงการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เช่น การคำนวณหาเส้นทางที่ใกล้ที่สุดในการเดินทางไปยังจุดหมายปลายทางโดยใช้ทฤษฎีกราฟเข้าช่วย ซึ่งในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้นจำเป็นที่จะต้องจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดของนักเรียนไปพร้อมกับความรู้ตามเนื้อหา พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ สื่อสาร นำเสนอแนวคิด และวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ

แนวคิดหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ซึ่งช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเน้นการคิด การเชื่อมโยงความรู้ และวิเคราะห์ปัญหา ก็คือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่ง Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) ได้ให้ความสำคัญและเสนอให้ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematization) เป็นส่วนหนึ่งในการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2009) ดังนี้

ขั้นที่ 1) เผชิญกับปัญหาในชีวิตจริง เป็นการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหา หรือประสบการณ์ที่คุ้นเคย ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหานั้น และกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2) พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งระบุโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ปัจจัยและความสัมพันธ์เหล่านั้น

ขั้นที่ 3) แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการค่อย ๆ ตัดทอนข้อเท็จจริงให้เหลือเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ผ่านการสร้างข้อตกลงเบื้องต้นหรือวางนัยทั่วไป หรือปรับรูปแบบให้เป็นทางการ แล้วนำข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา มาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงสถานการณ์ปัญหาสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการตัดทอนข้อเท็จจริงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัดในสถานการณ์

และเป็นส่งเสริมการแปลงสถานการณ์ปัญหาสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน

ขั้นที่ 4) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบ

ขั้นที่ 5) การแปลผล เป็นการแปลผลคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับปรับไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงอภิปราย ความสมเหตุสมผล ในการนำคำตอบไปใช้ในสถานการณ์จริง รวมทั้งวิพากษ์วิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ดำเนินการมา และระบุถึงข้อจำกัดของการแก้ปัญหา เนื่องจากการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่พบ และนำมาใช้แก้สถานการณ์ปัญหาที่ปรากฏในชีวิตจริงด้วย คณิตศาสตร์ โดยใช้เหตุผลช่วยในการตัดสินใจและปรับคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญห ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อตอบปัญหาในชีวิตจริง

ด้วยเหตุข้างต้นที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญ และสนใจที่จะพัฒนา กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยเลือกสถานการณ์ ปัญหาในชีวิตที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ และศึกษาผลการใช้กิจกรรมที่มีต่อความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ดีมากยิ่งขึ้น

คำถามการวิจัย

กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ และส่งผลต่อ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทาง คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

4. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Grigoras (2010) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีตัวเลข ของนักเรียนอายุ 13 – 14 ปี พบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการร่วมทำงาน มีการโต้แย้งแนวคิด และมีการอภิปรายเกี่ยวกับการประเมินค่าของงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงมีโน้ตค้นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในงานของนักเรียน

Knott (2014) ได้ศึกษากระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของรูปแบบจำนวนกับนักเรียนโรงเรียนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีจุดประสงค์การวิจัยดังนี้ เพื่อพัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ของการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ผลการวิจัยพบว่า ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ของการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

แพรวไหม สามารถ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน และศึกษาพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนและระหว่างเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน

กิติโรจน์ ปันทรนนทกะ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง กับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

วรณารถ อยู่สุข (2555) ได้ใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สกล ตั้งเก้าสกุล (2560) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดบริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น

จากการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีคุณภาพ
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม
3. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยหลังสูงกว่าก่อนการทดลอง

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีพัฒนาการเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมทั้งหมด 10 กิจกรรม กิจกรรมละประมาณ 50 นาที

5. ข้อจำกัดในการวิจัย

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้ดำเนินการทดลองทั้งในรูปแบบออนไลน์และรูปแบบการเรียนปกติ โดยการดำเนินการทดลองในครั้งที่ 1 ถึง 6 เป็นรูปแบบออนไลน์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนผ่านโปรแกรม Google Meet เป็นหลัก และการทดลองครั้งที่ 7 ถึง 10 เป็นรูปแบบการเรียนปกติผสมกับรูปแบบออนไลน์ เนื่องจากทางโรงเรียนมีนโยบายให้นักเรียนเลือกสมัครใจมาเรียนในโรงเรียนหรือเรียนทางออนไลน์ได้สำหรับในช่วงสถานการณ์โรคระบาดโควิด 19 ในภาคการเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2564

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรม หมายถึง การรวบรวมสื่อการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากครูเพื่อที่จะจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ประสบการณ์ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นเครื่องมือในการสอน หรือสื่อสารระหว่างนักเรียนกับครู ซึ่งครูจะคอยเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ในชุดกิจกรรมจะประกอบไปด้วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีการจัดรวบรวมไว้เป็นชุด ตามลำดับขั้นตอน และในกิจกรรมมีองค์ประกอบของการจัดกิจกรรมซึ่งประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง/ความสำคัญของกิจกรรม วัตถุประสงค์ เวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ เนื้อหาสาระ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผล

2. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เป็นการคิดเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์จากปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงไปสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบและนำคำตอบนั้นมาแปลความเพื่อกลับไปตอบปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยการวิจัยครั้งนี้ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จะใช้ตามแนวคิดของ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2009) ซึ่งแบ่งขั้นตอนออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1) เชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริง เป็นการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหา หรือประสบการณ์ที่คุ้นเคย ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหานั้น และกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2) พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งระบุโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ปัจจัยและความสัมพันธ์เหล่านั้น

ขั้นที่ 3) แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการค้า่อย ๆ ตัดทอนข้อเท็จจริงให้เหลือเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ผ่านการสร้างข้อตกลงเบื้องต้น หรือวางนัยทั่วไป หรือปรับรูปแบบให้เป็นทางการ แล้วนำข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหามาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงสถานการณ์ปัญหาสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการตัดทอนข้อเท็จจริงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัดในสถานการณ์

และเป็นส่งเสริมการแปลงสถานการณ์ปัญหา สู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน

ขั้นที่ 4) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบ

ขั้นที่ 5) การแปลผล เป็นการแปลผลคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับ ปรับไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงอภิปรายความสมเหตุสมผลในการนำคำตอบไปใช้ในสถานการณ์จริง รวมทั้งวิพากษ์วิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ดำเนินการมา และระบุถึงข้อจำกัดของการแก้ปัญหา

3. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง และส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาสถานการณ์ปัญหาในมุมมองทางคณิตศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และสืบค้นผ่านสื่ออุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ แล้วแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้คำตอบที่สามารถแปลผลเพื่อตอบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย กิจกรรมย่อยจำนวน 10 กิจกรรม ครอบคลุมทั้ง 3 สาระการเรียนรู้ โดยแต่ละกิจกรรมมีองค์ประกอบ 9 ส่วน ดังนี้ 1) ชื่อกิจกรรม 2) วัตถุประสงค์ของกิจกรรม 3) สถานที่ในการจัดกิจกรรม 4) เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม 5) ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 6) สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ 7) คำอธิบายกิจกรรม 8) ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม 9) การประเมินผล โดยในการดำเนินกิจกรรมแต่ละกิจกรรมจะใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นกิจกรรมทั้งรายเดี่ยวและรายกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะได้บันทึกรายละเอียดการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรม ทั้งนี้ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมจะสอดคล้องกับแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรม พร้อมเน้นย้ำถึงความสำคัญและความรับผิดชอบต่อการทำงาน ซึ่งนักเรียนอาจจะได้ช่วยกันทำกิจกรรมทั้งรายเดี่ยว หรือรายกลุ่ม จากนั้นครูทบทวนเนื้อหาหรือนำเสนอเนื้อหาใหม่ที่เป็นต่อการทำกิจกรรมนั้น ๆ เมื่อเสร็จสิ้นแล้ว ครูนำเสนอปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาในชีวิตจริง (ขั้นที่ 1 ของการคิดให้เป็น

คณิตศาสตร์) ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น แล้วกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปัญหา พร้อมระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สามารถทำการแก้ปัญหาเริ่มต้นได้

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกิจกรรม เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พิจารณา **ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์** (ขั้นที่ 2 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล และหาปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ แล้วระดมโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ปัจจัยและความสัมพันธ์นั้น ๆ จากนั้นครูจะสนับสนุนให้นักเรียนได้ **แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์** (ขั้นที่ 3 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ด้วยการร่วมกันพิจารณาตัดทอนข้อเท็จจริงที่ไม่จำเป็น ให้เหลือเฉพาะเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา โดยกำหนดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือวางนัยทั่วไป หรือปรับรูปแบบให้เป็นทางการ จากนั้นนำข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาเหล่านั้นมา เชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้ว **ดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** (ขั้นที่ 4 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ผ่านการใช้ สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ จากนั้นให้ร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนที่นักเรียนออกมาร่วมกันการแปลผล (ขั้นที่ 5 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ที่ตรงกัน ผ่านการนำคำตอบที่ได้ปรับไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอภิปรายถึงความสมเหตุสมผลถึงคำตอบที่ได้ และวิพากษ์ถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นครูสรุปกิจกรรมพร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรม

ทั้งนี้ ชุดกิจกรรมที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ และ ได้ปรับ แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จะถือว่าเป็นชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง สัมพันธ์กับปัญหา สถานการณ์ที่นักเรียนพบ เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยสามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบได้ดังนี้

1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถในการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม หรือหลักการ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการใช้ในสถานการณ์ปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิด แนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้ในองค์ประกอบที่ 1

3) การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา ผ่านการระบุตัวอย่าง ระบุปัญหา หรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้กับความรู้ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้ระบุไว้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูสามารถนำตัวอย่างกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ไปปรับใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

2. เป็นแนวทางให้ผู้อ่านในการนำชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไปพัฒนาที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายและความสำคัญของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
- 1.2 ลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
- 1.3 ขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
- 1.4 ความเกี่ยวข้องของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การสร้างตัวแบบทาง

คณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
- 2.2 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ประเภทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
- 2.4 หลักการ และแนวทางในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 3.3 ลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ CHULALONGKORN UNIVERSITY

- 3.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายและความสำคัญของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่มาจากภาษาอังกฤษ คือ Mathematization ไว้ดังนี้

Wheeler (2001) ได้กล่าวถึงการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จะต้องพิจารณาถึงการกระทำของ การทำเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ หรือ การคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถค้นพบได้ง่ายในสถานการณ์ที่คลุมเครือทางคณิตศาสตร์ และสถานการณ์นั้นถูกแปลงให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัดขึ้น ซึ่งสังเกตได้ว่าการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เกิดขึ้นจากการแทนสัญลักษณ์ของแบบแผนทางคณิตศาสตร์ รูปแบบและการแต่งเติมแบบแผน จากข้อมูลในสถานการณ์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสื่อถึงการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ได้ว่าเป็นการกระทำของการแทนโครงสร้างของสถานการณ์ไปยังแบบแผนทางคณิตศาสตร์

Freudenthal (อ้างอิงใน Grigoras, 2009) ได้กล่าวถึงการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่ประกอบด้วยการจัดระเบียบสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตจริงหรือสิ่งต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และจะไม่มีคณิตศาสตร์หากปราศจากการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

Grigoras (2010) ได้กล่าวถึงการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์คือ กิจกรรมหรือกระบวนการ ของการคิดเป็นตัวแทนและการสร้างแบบแผน และ/หรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นจากในโลกความเป็นจริงด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์

Organization For Economic Co-operation And Development (OECD, 2013) ได้กล่าวถึง การคิดคณิตศาสตร์ว่า การคิดคณิตศาสตร์คือการเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนผ่านระหว่างโลกในชีวิตจริงกับโลกในคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกคือการสร้าง เป็นการสร้างปัญหาจากโลกในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการสร้างแบบแผน คิดปัญหาในเชิงมโนทัศน์ สร้างข้อสมมติฐาน และ/หรือการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่สองคือการตีความ เป็นการแปลความหมายจากผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับปัญหาดั้งเดิมและตัดสินผลลัพธ์ด้วยความเหมาะสม

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2018) ได้กล่าวถึง การคิดคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การคิดคณิตศาสตร์คือการรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแปลงปัญหาในชีวิตจริงที่กำหนดไว้สู่รูปแบบทางคณิตศาสตร์โดยผ่านการสร้างโครงร่าง การคิดเชิงมโนทัศน์ การสร้างข้อสมมติฐาน และ/หรือการสร้างแบบจำลอง หรือการตีความ หรือการประเมิน ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์หรือ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับปัญหาดั้งเดิม โดยคำว่าความคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จะใช้เพื่ออธิบายถึงรากฐานกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

แพรวไหม สามารถ (2555) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์คือการคิดโดยการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและนำคำตอบมาแปลความเพื่อตอบปัญหาในชีวิตจริง

จากการศึกษาความหมายของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาทำให้สรุปได้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ หมายถึงการแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ผ่านการใช้หรือปรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาซึ่งคำตอบ และนำคำตอบนั้นมาแปลความเพื่อกลับไปตอบปัญหาในชีวิตจริง

Freudenthal (อ้างอิงใน Van den Heuvel-Panhuizen, 2003) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า สิ่งหนึ่งที่สำคัญในแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education) ที่เปรียบเสมือนกิจกรรมหลักของมนุษย์นั้นคือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่เป็นกิจกรรมในการแก้ปัญหา พิจารณาปัญหาและปรับรูปแบบให้เป็นทางการ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความคุ้นชินกับวิธีการทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตจริง เช่น การพิจารณาปัญหาทางคณิตศาสตร์ รู้ถึงความเป็นไปได้ของปัญหา ข้อจำกัดของการใช้วิธีการแก้ปัญหา และรู้ถึงความเหมาะสมในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหามในชีวิตจริง ซึ่งการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ถือเป็นการจัดระเบียบใจความสำคัญของปัญหาในชีวิตจริง และดำเนินการด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ทำให้การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จึงสำคัญอย่างมากในวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ Freudenthal ยังกล่าวอีกว่า การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดคือการฝึกฝนอยู่เป็นประจำ หากนักเรียนฝึกการใช้การการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์อยู่เป็นประจำ และการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมสำคัญสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการตีความโดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ อีกทั้งการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ยังเป็นเสาหลักสำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์อีกด้วย

จากความสำคัญของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีความสำคัญในแง่ของการเป็นแกนกลางสำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกพิจารณาสถานการณ์ปัญหา รู้ถึงความเป็นไปได้ของปัญหา ข้อจำกัดสำหรับวิธีการแก้ปัญหาและการแปลความหมายของคำตอบที่ได้กลับไปตอบ

สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้ ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์
ในชีวิตประจำวันได้ให้เป็นประโยชน์ พร้อมทั้งสร้างคุณลักษณะของการเป็นนักคณิตศาสตร์
อีกด้วย

1.2 ลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 1999) ได้แบ่งลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะ ซึ่งประกอบด้วย

1. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวราบ (Horizontal Mathematization) เป็นการแปลงปัญหาในโลกชีวิตจริงสู่โลกทางคณิตศาสตร์
2. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวตั้ง (Vertical Mathematization) เป็นการดำเนินการปัญหาผ่านการใช้คณิตศาสตร์ และนำผลลัพธ์กลับไปตอบปัญหาในโลกชีวิตจริง

Üzel & Mert Uyangör (อ้างอิงใน Knott, 2006) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ว่า ลักษณะทั่วไปของการสอนโดยใช้การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่แท้จริง ถัดมาจะมีการพัฒนาองค์ความรู้จากข้อมูลที่ไม่เด่นชัดและสร้างวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสิ่งนี้คือการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวราบ (Horizontal Mathematization) ส่วนในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แนวตั้ง (Vertical Mathematization) เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนแก้ปัญหา เปรียบเทียบ อภิปรายเกี่ยวกับวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหา จากนั้นพัฒนาวิธีการการแก้ปัญหาให้สามารถใช้ได้กับรูปแบบปัญหาอื่นที่คล้ายกัน

Freudenthal (2002) ได้กล่าวว่า ลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 ลักษณะดังนี้

1. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวราบ (Horizontal Mathematization) คือการแปลงสถานการณ์ปัญหาจากชีวิตจริงสู่ปัญหาทางสัญลักษณ์ เช่น การพิจารณาสถานการณ์ปัญหาจากชีวิตจริงว่ามีส่วนใดที่คณิตศาสตร์เกี่ยวข้อง การตัดทอนข้อเท็จที่ทำให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัด และสร้างวิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
2. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวตั้ง (Vertical Mathematization) คือการดำเนินการทางสัญลักษณ์ เช่น การปรับรูปแบบปัญหาทางสัญลักษณ์ให้เหมาะสม การทำความเข้าใจจากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และการสะท้อนความของผลลัพธ์ที่ได้กลับไปสู่สถานการณ์ปัญหาจากชีวิตจริง

Treffers (อ้างอิงใน Van den Heuvel-Panhuizen, M., 2003) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ว่า แนวคิดสำหรับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มี 2 ประการด้วยกันนั่นคือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ใน “แนวราบ” และ “แนวตั้ง” ซึ่งการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวราบหมายถึงการคำนวณทางคณิตศาสตร์ การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการจัดรูปปัญหาเพื่อให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัด และแก้ปัญหาที่ได้จากการจัดรูปทางคณิตศาสตร์ ส่วนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวตั้งนั้นกลับกันกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวราบนั่นคือแปลงผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาให้กลับไปตอบปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้นักเรียนจะต้องดำเนินการด้วยตนเอง

จากข้างต้น ลักษณะของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ 1) การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวราบ (Horizontal Mathematization) ที่เป็นการแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวตั้ง (Vertical Mathematization) เป็นกระบวนการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ และนำผลลัพธ์ที่ได้แปลงกลับไปตอบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

1.3 ขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

การตรวจสอบความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหานั้น PISA ได้กำหนดไว้ว่านักเรียนจะต้องมีความพร้อมในการแก้ปัญหาที่จะใช้ในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนได้รับจากโรงเรียน และประสบการณ์ในชีวิตจริง กระบวนการพื้นฐานเหล่านี้ที่นักเรียนต้องใช้ในการแก้ปัญหา PISA เรียกกระบวนการนี้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ OECD (2009) โดยการประเมินผลของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

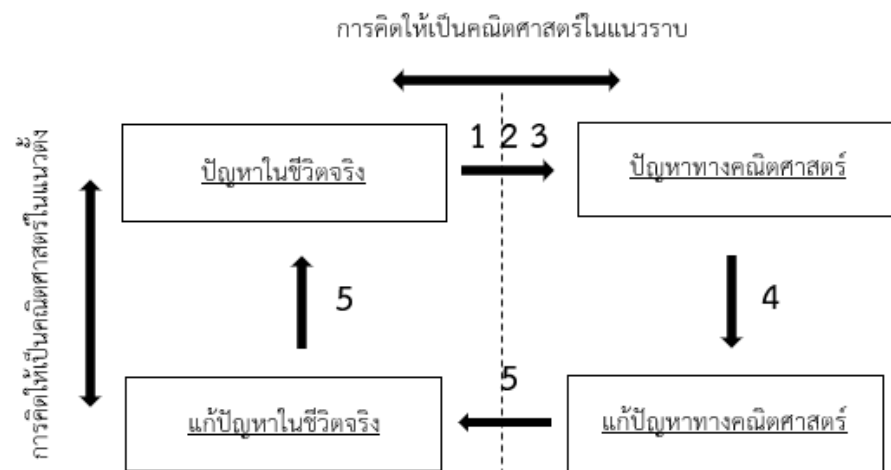
ขั้นที่ 1) เริ่มต้นด้วยปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนจะเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาหรือประสบการณ์ที่คุ้นเคย ขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา กำหนดปัจจัยสำคัญ ที่มีผลกระทบ และระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 2) มองปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ขั้นนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งระบุโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์เหล่านั้น จึงเป็นการมองลักษณะปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3) ค่อย ๆ ตัดทอนข้อเท็จจริงให้เหลือเท่าที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ผ่านการสร้างข้อตกลงเบื้องต้น วางนัยทั่วไป การทำให้เป็นแบบแผน แล้วนำสิ่งที่จำเป็นมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงปัญหาในชีวิตจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการตัดทอนข้อเท็จจริงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัดในสถานการณ์และเป็นการแปลงปัญหาของโลกในความเป็นจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสถานการณ์ปัญหาได้อย่างดี

ขั้นที่ 4) แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ พร้อมทั้งสรุปการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5) แปลผลจากการแก้ปัญหาให้กลับไปตอบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงอภิปรายความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้กับส่วนที่เป็นสถานการณ์ปัญหา และอธิบายถึงการใช้ได้ของคำตอบจากการแก้ปัญหา รวมทั้งวิพากษ์วิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ และระบุข้อจำกัดของการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งภาพที่ 2 จะแสดงขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ดังนี้



ภาพที่ 2 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

กิติโรจน์ ปิ่นทรนทกะ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์ คือการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริงและทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ต้องมีความเกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการแก้สถานการณ์ปัญหานั้น นักเรียนต้องใช้กลวิธีที่ไม่เป็นทางการซึ่งเป็นการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 การออกแบบแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ คือการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง โดยแนวคิดที่สร้างขึ้นนั้นต้องอยู่ในรูปแบบของตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาจากการพิจารณาความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงของข้อมูลร่วมกับกลวิธีที่ไม่เป็นทางการ

ขั้นที่ 3 การพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นทางการ คือการใช้และปรับปรุงตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ผ่านการนำตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 2 มาใช้ในการอธิบายคำตอบของสถานการณ์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมกลุ่มหรือกลุ่มอื่น และนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายคำตอบจากสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมได้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิดสู่ชีวิตจริง คือการสรุปและขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์จากคำตอบที่ได้ โดยสรุปคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานของชีวิตจริง สรุปความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปใช้ในบริบทของเนื้อหาคณิตศาสตร์ในบทเรียน หรือสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายกัน

จากขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 เผชิญปัญหาในชีวิตจริง เป็นการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหา หรือประสบการณ์ที่คุ้นเคย ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหา และกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสมกับปัญหา ขั้นที่ 2 พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งระบุโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์เหล่านั้น ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาที่อยู่ในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการค่อย ๆ ตัดทอนข้อเท็จจริงให้เหลือเท่าที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ผ่านการสร้างข้อตกลงเบื้องต้นวางนัยทั่วไป การทำให้เป็นแบบแผน แล้วนำสิ่งที่จำเป็นมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงปัญหาในชีวิตจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการตัดทอนข้อเท็จจริงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัดในสถานการณ์และเป็นการแปลงปัญหาของโลกในความเป็นจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงปัญหาสถานการณ์ได้อย่างทอ้งแท้ ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ พร้อมทั้งสรุปการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 การแปลผล เป็นการแปลผลจากการแก้ปัญหาให้กลับไปตอบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงอภิปรายความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้กับส่วนที่เป็น

สถานการณ์ปัญหา ที่สามารถอธิบายถึงความใช้ได้ของคำตอบจากการแก้ปัญหา รวมทั้ง วิพากษ์วิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ และระบุถึงข้อจำกัดของการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และ การแก้ปัญหา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

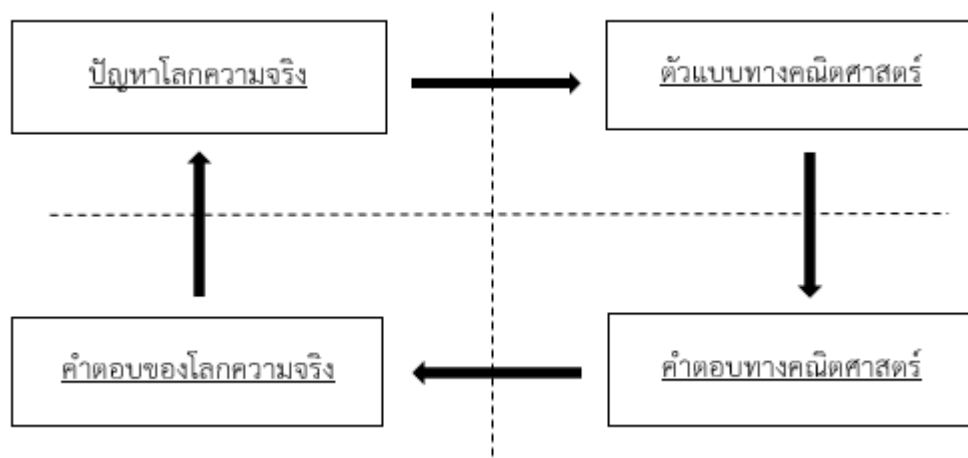
การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (OECD, 2009)	การแก้ปัญหา (OECD, 2003)
<p>ขั้นที่ 1 เฉลียวกับปัญหาในชีวิตจริง เป็นการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหา หรือ ประสบการณ์ที่คุ้นเคย ซึ่งนักเรียนต้องทำ ความเข้าใจกับปัญหานั้น และกำหนด ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ ปัญหา รวมทั้งระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ เหมาะสมกับการแก้ปัญหา</p>	<p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นการ ทำความเข้าใจกับข้อมูลในโจทย์ ตารางข้อมูล หรือสูตร ตลอดจนใช้ความ เดิมรู้เดิมในการทำ ความเข้าใจกับข้อมูลใน โจทย์ และวาดรูปหรือแทนค่าข้อมูลได้ ถูกต้อง</p>
<p>ขั้นที่ 2 พิจารณาปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและ ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยพิจารณา ความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาใน ชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้ง ระบุโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กับข้อมูล ปัจจัย และความสัมพันธ์ เหล่านั้น</p>	<p style="text-align: center;">-</p>

การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (OECD, 2009)	การแก้ปัญหา (OECD, 2003)
<p>ชั้นที่ 3 แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการค่อย ๆ ตัดทอนข้อเท็จจริงให้เหลือเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ผ่านการสร้างข้อตกลงเบื้องต้น หรือวางนัยทั่วไป หรือปรับรูปแบบให้เป็นทางการ แล้วนำข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหามาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงสถานการณ์ ปัญหาสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการตัดทอนข้อเท็จจริงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความเด่นชัดในสถานการณ์และเป็นส่งเสริมการแปลงสถานการณ์ ปัญหา สู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน</p>	<p>ชั้นที่ 2 ระบุลักษณะสำคัญของปัญหา เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล แล้วนำมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา</p>
<p>ชั้นที่ 4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษา เฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบ</p>	<p>ชั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลในชั้นที่ 1 รวมกับวิธีการแก้ปัญหาในชั้นที่ 2 ไปแทนค่า หรือแสดงวิธีคิด เพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งสรุปคำตอบที่ได้</p>
<p>ชั้นที่ 5 การแปลผล เป็นการแปลผลคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับ ปรับไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงอธิบายความสมเหตุสมผลในการนำคำตอบไปใช้ในสถานการณ์จริง รวมทั้งวิพากษ์วิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ดำเนินการมา และระบุถึงข้อจำกัดของการแก้ปัญหา</p>	<p>ชั้นที่ 4 การตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการนำคำตอบที่ได้จากชั้นที่ 3 ไปแทนค่ากับโจทย์ และตรวจสอบความถูกต้อง ตัดสินคำตอบนั้นว่าเหมาะสมกับปัญหาหรือไม่ หรือให้เหตุผลเพื่อแสดงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p>

1.4 ความเกี่ยวข้องของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์กับการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

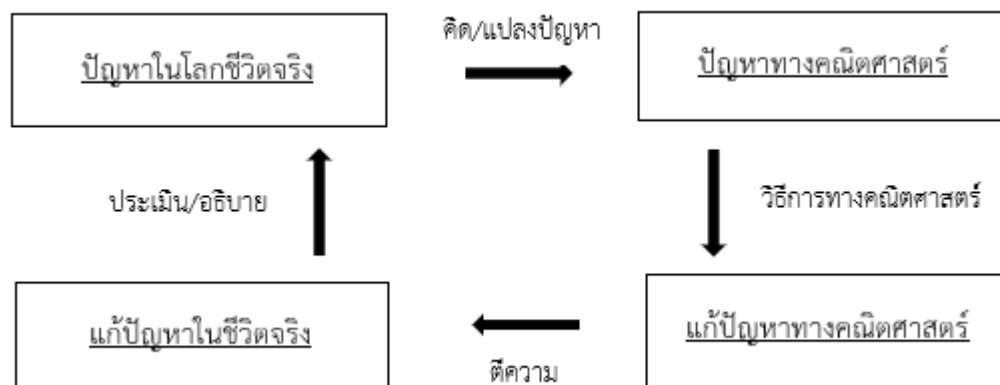
การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่สอดแทรกในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการสร้างตัวแบบจำเป็นที่จะต้องใช้การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในกระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ดังที่ Knott (2014) ได้กล่าวว่า กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่จะแปลความหมายของปัญหาโลกความจริงผ่านการแก้ปัญหาด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยวงจรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ Knott ได้อธิบายภาพที่ 3 ไว้ว่า ในส่วนของปัญหาโลกความจริง นักเรียนจะต้องเปลี่ยนปัญหาในโลกความจริงเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ผ่านการระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องระหว่างปัญหาในชีวิตจริงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ แสดงปัญหาในเงื่อนไขที่แตกต่างกัน จัดรูปแบบปัญหาให้ตรงตามมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และข้อตกลงเบื้องต้น สร้างความเข้าใจระหว่างภาษาของปัญหากับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และรูปแบบของคํารู้ทางคณิตศาสตร์ที่เข้าใจด้วยตนเอง หากความสัมพันธ์และรูปแบบแผนจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนปัญหาในโลกความจริงเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์เป็นขั้นตอนหนึ่งของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่แปลงบางสิ่งให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์ นั่นคือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวราบ (Horizontal Mathematization) เมื่อนักเรียนแปลงมาอยู่ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนักเรียนจะได้แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์จนได้คำตอบทางคณิตศาสตร์ ผ่านการใช้และปรับเปลี่ยนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน จากนั้นปรับแต่งและแก้ไขตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างให้อยู่ในรูปแบบทางการ โดยการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์จนได้คำตอบทางคณิตศาสตร์เป็นขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวตั้ง (Vertical Mathematization) เมื่อนักเรียนได้คำตอบทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนจะต้องแปลงคำตอบที่ได้นั้นให้เป็นคำตอบของโลกความจริงเพื่อนำไปตอบในปัญหาโลกความจริง ผ่านการอภิปรายและการตรวจสอบความสมเหตุสมผล แปลความหมายคำตอบทางคณิตศาสตร์ไปยังบริบทโลกความจริง และเข้าใจขอบเขตของคำตอบที่ได้ในการตอบปัญหาโลกความจริง สุดท้ายนักเรียนจะต้องเรียบเรียงกระบวนการสร้างตัวแบบของตนเองอีกครั้ง ผ่านการอธิบายและการเขียนสรุป



ภาพที่ 3 วงจรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์กับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์คือ กระบวนการที่เน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการคิด การใช้ และการตีความ โดยการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จะสอดแทรกอยู่ในกระบวนการของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ OECD (2013) ได้กล่าวถึงการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ สมรรถนะของบุคคลในการคิด การใช้ และตีความคณิตศาสตร์ ในบริบทที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ และใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และทำนาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งภาพที่ 4 ได้แสดงวงจรการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ โดยในคำว่า *การคิด* OECD ได้ให้นิยามไว้คือ การรู้และบอกโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์ แล้วกำหนด โครงสร้างทางคณิตศาสตร์จากปัญหาที่พบ ซึ่งการคิดในการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ คือการ มองปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่รูปทางคณิตศาสตร์ นั่นคืออาจจะมองเหมือนกันกับขั้นตอนของ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในแนวตั้ง (Vertical Mathematization) และคำว่า *การใช้* คือ การประยุกต์ใช้หลักแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีการดำเนินการ และเหตุผล ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการ ใช้ในการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ อาจมองเหมือนได้กับขั้นตอนของการคิดให้เป็น คณิตศาสตร์ในแนวตั้ง (Vertical Mathematization) และสุดท้ายคำว่า *ตีความ คณิตศาสตร์* คือ การสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความ เป็นบริบทในโลกชีวิตจริง รวมถึงการแปลความหมายของวิธีการแก้ปัญหา หรือการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ย้อนกลับไปในบริบทของปัญหาในโลกชีวิตจริง และพร้อมให้ เหตุผลของความเข้ากันของผลลัพธ์กับบริบทนั้นได้



ภาพที่ 4 วงจรการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

จากนักวิชาการ องค์กรทางการศึกษาได้กล่าวเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์มาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์นั้นสอดแทรกในกระบวนการการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นตัวช่วยในการแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบ และนำคำตอบนั้นมาแปลความกลับเพื่อไปตอบปัญหาในชีวิตจริง

ตอนที่ 2 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถจัดขึ้นได้ทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อส่งเสริมให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีคุณภาพและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ในด้านของความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาคุณลักษณะที่ดีแก่นักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ นักวิชาการและนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงไว้ที่นี้

Guberman (2004) ได้กล่าววว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่พัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการลงมือปฏิบัติร่วมกัน และกิจกรรมจะตั้งสอดคล้องกับในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับระบบจำนวน วิธีการทางคณิตศาสตร์

รชนี บุญลือ (2550) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยกิจกรรมต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและหลักสูตร เพื่อให้นักเรียนบรรลุผลตามเป้าหมาย ได้รับประโยชน์และคุณค่าจากกิจกรรม ตลอดจนช่วยพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สูงยิ่งขึ้น

วรรณารถ อยู่สุข (2555) กล่าวว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์หมายถึงกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมสร้างความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าและความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

สกล ตั้งแก้วสกุล (2560) กล่าวว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ และเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีคุณค่า

จากการศึกษาความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศ สามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ คือกิจกรรมที่สอดคล้องกับในชีวิตจริงที่จัดขึ้นเพื่อเสริมสร้างความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผ่านการให้นักเรียนร่วมลงมือปฏิบัติด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นคุณค่า ได้รับประสบการณ์และเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย

ในส่วนของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ใกล้เคียงกัน โดยสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ คือการรวบรวมสื่อการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากครูเพื่อที่จะจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ประสบการณ์ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นเครื่องมือในการสอน หรือสื่อสารระหว่างนักเรียนกับครู ซึ่งครูจะคอยเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ในชุดกิจกรรมจะประกอบไปด้วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีการจัดรวบรวมไว้เป็นชุด ตามลำดับขั้นตอน และในกิจกรรมจะมีองค์ประกอบของการจัดกิจกรรมได้แก่ ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง/ความสำคัญของกิจกรรม วัตถุประสงค์ เวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ เนื้อหาสาระ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผล (Kapfer & Kapfer, 1972; ปฐมพร อาสนวิเชียร, 2541; เพ็ญประภา แสนลี, 2542; กัลยา ทองสุ, 2545 อ้างอิงใน สกล ตั้งแก้วสกุล, 2560)

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ชื่อกิจกรรม : ส่วนที่แสดงชื่อกิจกรรมให้มีความน่าสนใจ และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในกิจกรรม หรือวัตถุประสงค์ของกิจกรรม
2. วัตถุประสงค์ของกิจกรรม : ส่วนที่ระบุถึงสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากทำกิจกรรม
3. สถานที่ในการจัดกิจกรรม : ส่วนที่บอกสถานที่ หรือแหล่งการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการทำกิจกรรม
4. เวลาที่ใช้ในกิจกรรม : ส่วนที่บอกระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม
5. สารคดีศาสตร์ : ส่วนที่บ่งบอกถึงเนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
6. สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้ : ส่วนที่บอกรายละเอียดของสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในกิจกรรม
7. คำอธิบายกิจกรรม : ส่วนที่อธิบายลักษณะ หรือความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในกิจกรรม
8. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรม : ส่วนที่อธิบายขั้นตอน และวิธีการในการดำเนินกิจกรรม
9. ชั้นประเมินผล : ส่วนที่ระบุผลที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง

2.2 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ หรือความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ของกิจกรรม เช่น เนื้อหาสาระที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน ความยากง่ายของกิจกรรม เป้าหมายของกิจกรรม เพื่อที่จะนำมาจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เห็นคุณค่า และเกิดประโยชน์สูงสุดสูงสุดต่อนักเรียน และมีนักเรียนได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล และอรรรณ ต้นบรรจง (2532) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรในชั้นเรียน

3. เพื่อสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างครูกับนักเรียนด้วยกัน
4. เพื่อให้นักเรียนค้นพบความสามารถพิเศษ ความถนัด และความสนใจของตนเอง
5. เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันตามแนวแบบประชาธิปไตย
6. เพื่อส่งเสริมให้เป็นผู้มีวินัย รู้จักรับผิดชอบ เคารพกฎข้อบังคับต่าง ๆ ในสังคมที่ตนอยู่
7. เพื่อฝึกให้เป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี
8. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์
9. เพื่อให้นักเรียนมีความสามัคคี รู้จักการทำงานร่วมกัน
10. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
11. ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจอาชีพต่าง ๆ

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ และได้รับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีนิสัยในการใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ ตลอดจนนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
4. เพื่อส่งเสริมความสามารถพิเศษ และความสนใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล
5. เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อการดำรงชีวิต
6. เพื่อให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล มีความเข้าใจ และเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น
7. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกัน รู้จักการปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้ รู้จักการเสียสละ ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเอง ตลอดจนการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
8. เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ และให้นักเรียนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
9. เพื่อส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในการทำกิจกรรมร่วมกัน

วรรณารถ อยู่สุข (2555) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนภายหลังจากทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากในหลักสูตร
3. เพื่อให้นักเรียนรู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว หรือในชีวิตประจำวัน
4. เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
5. เพื่อส่งเสริมให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
6. เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกัน และสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักเรียน

จากการที่นักการศึกษาได้กล่าวมา ผู้วิจัยได้สรุปและกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่จะพัฒนาขึ้น และรวบรวมเป็นชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากในหลักสูตร
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหา หรือในชีวิตประจำวัน
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.3 ประเภทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ไม่มีรูปแบบที่ตายตัว เปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์ วัตถุประสงค์ เหตุผล และความเหมาะสม ซึ่งนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้จัดประเภทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 สรุปรูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และตัวอย่างกิจกรรม

รูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	ตัวอย่างกิจกรรม
1. กิจกรรมเกี่ยวกับการฟัง	<ul style="list-style-type: none"> - การฟังบรรยาย การอภิปราย การโต้วาที่^{1, 2, 6} - การจัดอบรมทางคณิตศาสตร์³
2. กิจกรรมเกี่ยวกับการพูด	<ul style="list-style-type: none"> - การสัมภาษณ์ การจัดอภิปราย การจัดโต้วาที่^{2, 3} - การจัดสัมมนาฯ การเล่าเรื่องประวัติ นักคณิตศาสตร์³
3. กิจกรรมเกี่ยวกับการอ่าน	<ul style="list-style-type: none"> - การรวบรวมทฤษฎี โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์² - การอ่านหนังสือนอกเวลา บทความ งานวิจัย^{2, 3} - การรวบรวมข่าวและเหตุการณ์เกี่ยวกับ คณิตศาสตร์^{2, 3} - การจัดมุมคณิตศาสตร์ วางหนังสือ ชุดการเรียน อุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้แบบศึกษาด้วยตนเอง^{4, 5}
4. กิจกรรมเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - การศึกษานอกสถานที่^{2, 3, 4} - การชมภาพยนตร์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์^{2, 3} - การจัดทำค่ายคณิตศาสตร์⁴ - การจัดทำโครงงานคณิตศาสตร์ การค้นคว้าอิสระ^{1, 5} - การจัดฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริเวณ โรงเรียน^{5, 6}
5. กิจกรรมส่งเสริมวิชาการ	<ul style="list-style-type: none"> - การจัดห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ ห้องสื่อ คณิตศาสตร์^{2, 3} - การจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศคณิตศาสตร์^{2, 3, 4} - การแสดงโชว์สิ่งของ วัสดุอุปกรณ์ ผลงานของ นักเรียนที่สร้างรูปทรงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์⁴ - การจัดทำหนังสือ วารสาร เอกสารรวบรวมความรู้² - การจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์⁴ - การจัดทำสื่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์⁴

รูปแบบกิจกรรมทาง คณิตศาสตร์	ตัวอย่างกิจกรรม
6. กิจกรรมเกี่ยวกับการ แข่งขัน	- การแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ ^{2, 3} - การแข่งขันเกมคณิตศาสตร์ ^{1, 2, 3, 4, 6} - การแข่งขันแต่งเพลง นิทาน ละครคณิตศาสตร์ ^{2, 3} - การแข่งขันทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับศิลปะ ^{2, 3}

แหล่งอ้างอิง : ¹วรรณารถ อยู่สุข (2555); ²นิรมล แจ่มจรัส, 2526; ³ยุพิน พิพิธกุล, 2528; ⁴ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2544; ⁵อัมพร ม้าคนอง, 2553 อ้างอิงใน ⁶สกล ตั้งเก้าสกุล, 2560)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการพัฒนากิจกรรมทางคณิตศาสตร์หลากหลายรูปแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เช่น กิจกรรมเกี่ยวกับการฟัง การพูด (การบรรยาย การอภิปราย) การแสวงหาความรู้ (การจัดฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริเวณโรงเรียน) ส่งเสริมวิชาการ (การจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์) และการแข่งขัน (การแข่งขันเกมคณิตศาสตร์)

2.4 หลักการ และแนวทางในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ และบรรลุผลตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน ตามหลักสูตร หรือนอกหลักสูตร ควรคำนึงถึงหลักการ และแนวทางในการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน เป็นรูปธรรม มีการวางแผนการดำเนินกิจกรรมอย่างเป็นระบบ และกระบวนการในการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน ซึ่งครูผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยน ประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับนักเรียนให้มากที่สุด โดยนักการศึกษา คณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับหลักการและแนวทางในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2532) ได้เสนอหลักการในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ครูและนักเรียนควรทำกิจกรรมร่วมกัน โดยที่ครูคอยให้คำปรึกษา และ
คำแนะนำ

2. ครูควรวางจุดประสงค์ในการจัดกิจกรรมให้ชัดเจน

3. ครูควรวางแผนการดำเนินกิจกรรมให้รัดกุม และมีการประเมินทุกครั้ง

4. ครูควรเลือกเวลาที่เหมาะสม

5. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ และความบันเทิง

6. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาประสบการณ์ด้วยตนเอง

ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2542) ได้สรุปหลักการการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมที่จัดต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของสถานศึกษา และหลักสูตรร่วมด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน และขอบเขตการทำงาน
2. การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ควรให้ครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ มีใช้ผู้สั่งการ ครูควรเป็นผู้ทำหน้าที่ประสานงาน และมีส่วนร่วมในการวางแผนต่าง ๆ
3. การจัดกิจกรรมมุ่งที่จะพัฒนานักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ โดยคำนึงถึงความสามารถ ความต้องการ และความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปได้ด้วยดี
4. การจัดกิจกรรมควรให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน และเหมาะสมกับสภาพโรงเรียน และสังคมรอบข้าง
5. กิจกรรมที่จัดควรเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน
6. การจัดกิจกรรม ควรได้รับความร่วมมือจากโรงเรียนในการสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ ในการจัดกิจกรรม และอาจมีการสนับสนุนจากแหล่งอื่น ๆ
7. ควรมีการประเมินผลการจัดกิจกรรมทุกครั้ง

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้เสนอข้อควรคำนึงในการออกแบบ และจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการร่วมคิดรวมทำ จะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่า และความสามารถของตนเองที่ได้เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นได้
2. การส่งเสริมการพูดคุย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนกับเพื่อนและระหว่างครูกับนักเรียน โดยบรรยากาศในการจัดกิจกรรมไม่ควรเคร่งเครียด หรือเข้มงวดเกินไป
3. การสนับสนุนให้ใช้ความคิด และการแสวงหาวิธีการใหม่ ๆ ในการทำงานของนักเรียน โดยนักเรียนควรได้รับโอกาสและอิสระในการทำไปคิดไปอย่างต่อเนื่อง
4. กิจกรรมที่จัดมีความน่าสนใจ สะท้อนปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง มีความเหมาะสมกับวัย และความรู้ความสามารถของนักเรียน เพื่อที่จะจูงใจและท้าทายให้ลงมือทำ
5. กิจกรรมที่จัดมีข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรมไปสู่องค์ความรู้ หรือจากความรู้ไปสู่การนำไปใช้ได้

6. กิจกรรมที่จัดส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำไปคิดต่อในแง่มุมหรือเงื่อนไขที่หลากหลาย เพื่อขยายความคิดสู่การเรียนรู้ใหม่ได้

สกล ตั้งแก้วสกุล (2560) ได้เสนอหลักการ และแนวทางการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมที่จัดต้องมีจุดมุ่งหมาย และการวางแผนการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน
2. กิจกรรมที่จัดต้องมีความน่าสนใจ สะท้อนปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง และมีความสอดคล้อง เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
3. กิจกรรมที่จัดต้องส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมไปสู่การนำไปใช้ต่อยอด และขยายความคิดไปสู่การเรียนรู้ใหม่ได้
4. กิจกรรมที่จัดควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ได้คิดได้ทำ และได้มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันอย่างทั่วถึง
5. กิจกรรมที่จัดควรควบคู่ไปกับการประเมินนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

กล่าวได้ว่า หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมที่จัดควรมี

1. จุดมุ่งหมาย และการวางแผนการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน
2. ความน่าสนใจ สะท้อนปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง และมีความสอดคล้อง เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
3. การเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการร่วมคิดรวมทำ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และไม่เคร่งเครียดเกินไป
4. การส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมไปสู่การนำไปใช้ต่อ และขยายความคิดไปสู่การเรียนรู้ใหม่ได้
5. การประเมินผลนักเรียนหลังการดำเนินกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ

ตอนที่ 3 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์จากนักการศึกษา สถาบันหรือองค์กรทางการศึกษา ไว้ดังนี้

National Council of Teachers of Mathematics (1991) ได้กล่าวถึงความหมายของการเชื่อมโยงไว้ว่า การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์คือการผสมผสานแนวคิดที่เกี่ยวข้องให้เป็นองค์ประกอบเดียวกัน

Ontario (2007) ได้กล่าวว่าการเชื่อมโยงคือการที่นักเรียนสามารถรู้ได้ว่าเมื่อไหร่ที่ควรจะนำโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและทำได้ อย่างไรก็ตาม สิ่งนี้จะประสบความสำเร็จที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้ง

ได้กล่าวถึงความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์คือการที่นักเรียนสามารถค้นพบคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน รู้จักการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่สนใจเข้ากับโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการความสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์กับความรู้อื่น ๆ ที่ตนเองพบ

จากความหมายของนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง สัมพันธ์กับปัญหา สถานการณ์ที่นักเรียนพบ เพื่อนำมาใช้ในเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ที่พบ

3.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

National Council of Teachers of Mathematics (1991) กล่าวถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งในชีวิตจริงจำเป็นต้องใช้ทักษะที่หลากหลายวิชามาร่วมแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่ได้จำกัดเพียงแค่การเกี่ยวข้องของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551) กำหนดให้ทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงเป็นมาตรฐานหนึ่งในสาระการเรียนรู้เรื่องทักษะและกระบวนการที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยระบุไว้ว่า การที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้

ลึกซึ้งและมีความคงทนในการเรียนรู้ ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสะท้อนให้เห็น ถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่สามารถพบเห็นได้ การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ ได้

จากความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวมานั้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการที่สำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญทางคณิตศาสตร์ และสามารถใช้อคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ

3.3 ลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มี นักการศึกษา สถาบันหรือองค์กรทางการศึกษา ได้ระบุถึงลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

National Council of Teachers of Mathematics (1991) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ลักษณะคือ

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการนำเนื้อหาไปสัมพันธ์ในแต่ละหัวข้อ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ของการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น เรื่องเศษส่วนได้เชื่อมโยงกับเรื่องทศนิยมและร้อยละ

2. การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโลกในชีวิตจริงและวิชาอื่น ๆ เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่สามารถสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ ศิลปะ เศรษฐศาสตร์ สังคม

Coxford (อ้างอิงใน Siregar & Daut Siagain, 2019) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์คือความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์และกระบวนการที่ใช้อคณิตศาสตร์ร่วมกับต่างวิชา กิจกรรมในชีวิตประจำวัน และหัวข้อต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์

Kennedy et al. (2008) กล่าวว่าลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

- การจัดบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันอากาศ
- การค้นหาเงื่อนไขของการโคจรของดาวเคราะห์
- การใช้มาตรวัดวัดหาอายุของหินหรือแร่ธาตุ

ตัวอย่างที่ 2 คณิตศาสตร์และสังคมศึกษา

นาฬิกาทราย นาฬิกาแดด
นาฬิกาทราย นาฬิกาน้ำ

- การค้นหารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างพีระมิด
- การเปรียบเทียบพื้นที่ที่ต่ำที่สุดกับพื้นที่ที่สูงที่สุด

ตัวอย่างที่ 3 คณิตศาสตร์และศิลปะ

เตรียม

- สร้างมาตรวัดสำหรับการทำฉากและวัดขนาดของกระดาษที่ต้องเตรียม
- การวางแผนและวาดภาพวิวทิวทัศน์
- พับกระดาษโอริกามิ

ตัวอย่างที่ 4 คณิตศาสตร์และสุขภาพ

นำมาเอง

- การวัดความสูงประจำปี
- การประมาณค่าแคลอรีระหว่างอาหารของโรงเรียนกับอาหารที่
- วัดอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังออกกำลังกาย

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อาจทำได้หลายอย่าง
สิ่งที่นิยมทำในห้องเรียนมี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยง
เนื้อหา องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้
หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นในเรื่องที่สัมพันธ์กัน
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยง
ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

จากลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะได้ดังนี้คือ การเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

National Council of Teachers of Mathematics (2000) ได้กล่าวถึงแนวทาง สำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ
2. การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นเนื้อหาในการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์กับหัวข้อที่เกี่ยวข้องกันที่แตกต่างจากการสอนแบบเดิม
4. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นทฤษฎีโกลวน (Chaos Theory)
5. การพัฒนาและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริงผ่านการเชื่อมโยงมากกว่าที่จะแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างง่าย ๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) องค์กรประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์กรประกอบ ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจนในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ ต้องการได้เป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ ว่ามีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นหรือไม่ พร้อมทั้ง แสดงความสมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคอนง (2553) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า สิ่งสำคัญที่จะทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้คือ นักเรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่

จะนำไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงควรสอนเนื้อหาที่สัมพันธ์กัน เช่น การสอนทั้งจำนวนและการดำเนินการพีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้นักเรียนมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ผู้สอนควรตระหนักถึงประเด็นนี้และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

จากข้างต้น ที่นักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ควรจัดการเรียนการสอนที่เอื้อให้นักเรียนได้นำความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานไปใช้ต่อในการเรียนเนื้อหาใหม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เห็นความเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีประสบการณ์ในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยง

3.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

National Council of Teachers of Mathematics (2000) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ในภาพรวมก่อน แล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนด ว่าตรงกับสาระทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใด และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่นอกเหนือจากโจทย์ได้หรือไม่
2. สำรวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลได้
3. สร้างแนวคิดใหม่ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ จาก การเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้
4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่ในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวถึงการประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงความรู้ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นของทักษะ ดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้โน้ตทัศน์ที่ซับซ้อน
5. สรุปสาระสำคัญที่กราบงข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ

จากการศึกษาแนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดของ NCTM (2000) ดังนี้

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง สัมพันธ์กับปัญหา สถานการณ์ที่นักเรียนพบ เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยสามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบได้ดังนี้

- 1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับปัญหาสถานการณ์ เป็นความสามารถในการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี กฎ นิยาม หรือหลักการ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ในปัญหาสถานการณ์และการแก้ปัญหา
- 2) การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ในการแก้ปัญหา แล้วกำหนดเป็นแนวทาง หรือวิธีการแก้ปัญหา
- 3) การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา เป็นความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือระบุปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

แพรวไหม สามารถ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่าง

เรียนและหลังเรียน และศึกษาพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนและระหว่างเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน

กิติโรจน์ ปัทมรณนทกะ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สกล ตั้งเก้าสกุล (2560) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดบริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

Grigoras (2010) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีตัวเลข ของนักเรียนอายุ 13 – 14 ปี พบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการร่วมทำงาน มีการโต้แย้งแนวคิดและมีการอภิปรายเกี่ยวกับการประเมินค่าของงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงมีโน้ตค้นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในงานของนักเรียน

Knott (2014) ได้ศึกษากระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของรูปแบบจำนวนกับนักเรียนโรงเรียนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีจุดประสงค์การวิจัยดังนี้ เพื่อพัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ของการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ผลการวิจัยพบว่า ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ของการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

Yoon (2009) ที่ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบความสูงของปฏิยานุพันธ์ จากกระบวนการ 2 กระบวนการ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง และการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริงที่กำหนดให้ ซึ่งงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 4 คนและครูโณงเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 2 คน ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการดังกล่าว จะได้ประโยชน์จากกิจกรรมการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้มีการพัฒนาในด้านการแสดงออกทาง ความคิดหรือความรู้สึก โดยใช้คำพูดแก้ไขความเข้าใจเชิง มโนทัศน์ของ มโนทัศน์แคลคูลัส และ การมีส่วนร่วมในกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) การออกแบบการวิจัย
- 3) การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 4) การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5) การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 6) การวิเคราะห์ข้อมูล
- 7) สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
3. ศึกษาเอกสาร งานวิจัย และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The One-Group Pretest-Posttest Time-Series Design) โดยแบบแผนการวิจัยมีลักษณะ ดังนี้

ตารางที่ 3 แบบแผนการวิจัย

แผนการวิจัย	ระยะการทดลอง		
	ก่อน	ระหว่าง	หลัง
การทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ (C)	C_1	-	C_2
การเก็บข้อมูลพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ (OC)	-	$OC_1 - OC_2$	-

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

C_1 และ C_2 แทน การทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองตามลำดับ

OC_1 และ OC_2 แทน การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการทดลองในระยะที่ 1 (ทำการจัดกิจกรรมครั้งที่ 4) และระยะที่ 2 (ทำการจัดกิจกรรมครั้งที่ 7) ตามลำดับ

การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน ที่มีลักษณะคะแนนความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนในจังหวัดสุพรรณบุรี ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี สำนักงานคณะกรรมการ

การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยกำหนดตัวอย่างจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้

1) เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนประจำอำเภอ จัดการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

2) เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3) เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่มีผู้บริหารและครูมีความสนใจ ให้ความร่วมมือและอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย

3. ผู้วิจัยกำหนดเงื่อนไขของการเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการพิจารณาการเข้าเรียนอย่างน้อยร้อยละ 80 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ รวมถึงความร่วมมือในการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และใบกิจกรรมจากจำนวนนักเรียน 36 คนดังกล่าว พบว่านักเรียนที่ผ่านเงื่อนไขในการวิจัยครั้งนี้ที่เหมาะสมเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามที่ได้ระบุไว้ในเบื้องต้นเป็นจำนวน 32 คน

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 4 ฉบับ ได้แก่ ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียนอย่างละ 1 ฉบับ และฉบับระหว่างเรียนจำนวน 2 ฉบับ โดยในการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะใช้ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมด้วยแบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

1. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เนื้อหาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาและวิเคราะห์การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสามารถเชื่อมโยงไปสู่การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ จากเอกสาร งานวิจัย คู่มือสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์ และเลือกความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และเลือกสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องและเหมาะสมในการจัดกิจกรรม

3. จัดทำชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยกำหนดการดำเนินกิจกรรมที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) นำเสนอปัญหาในชีวิตจริง
- 2) พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์
- 3) แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 5) การแปลผล

4. นำชุดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรม และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ควรจัดกิจกรรมให้ดึงดูดความสนใจของนักเรียนด้วยการเกริ่นกิจกรรม ให้นักเรียนฟังก่อน หรือสาธิต/ทดลองตัวอย่างเพื่อเป็นการนำเข้าสู่การทำกิจกรรม ก่อนแจกใบกิจกรรม

2) ควรปรับกิจกรรมให้มีเงื่อนไขของสถานการณ์ให้มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นและครอบคลุมในบางเงื่อนไขที่ยังไม่ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

3) ควรปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม และยังคงความสอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรมไว้ด้วย

5. นำชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 8 ปี ประกอบด้วย ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา

คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ได้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะต่อชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยแบบประเมินเป็นลักษณะแบบตรวจสอบรายการ แบ่งเป็นการให้คะแนน 3 ระดับคือ (+1) แนใจว่าชุดกิจกรรมมีความสอดคล้อง (0) ไม่แนใจว่าชุดกิจกรรมมีความสอดคล้อง และ (-1) แนใจว่าชุดกิจกรรมไม่มีความสอดคล้อง ซึ่งการพิจารณาคุณภาพชุดกิจกรรมจะพิจารณาในประเด็นด้านกิจกรรมแบ่งเป็น 2 ประเด็นย่อยคือความสอดคล้องของชุดกิจกรรมกับจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรม และความสอดคล้องของการดำเนินกิจกรรมกับกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

โดยชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 10 ชุดกิจกรรม ดังนี้

ตารางที่ 4 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ที่	ชื่อกิจกรรม	สาระเนื้อหาคณิตศาสตร์	เวลาที่ใช้
1	การรายงานข้อมูล COVID-19 ซ่อนอะไรอยู่	- จำนวนและพีชคณิต - สถิติ	50 นาที
2	เราซื้อ McDonald's ถูกหรือแพง?	- จำนวนและพีชคณิต	50 นาที
3	เกม “มาโยนห้วง”	- เรขาคณิต - จำนวนและพีชคณิต	50 นาที
4	ในรูปนี้มีกี่คน	- เรขาคณิต - จำนวนและพีชคณิต	50 นาที
5	ปัญหาของชาวไร่	- เรขาคณิต - จำนวนและพีชคณิต	50 นาที
6	แมนแค้ไหนกัน	- เรขาคณิต - การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	50 นาที
7	Social Distancing	- เรขาคณิต - จำนวนและพีชคณิต	50 นาที
8	Monty Hall Problem	- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	50 นาที
9	Olympic Race (กีฬาวิ่งแข่งโอลิมปิก)	- เรขาคณิต - จำนวนและพีชคณิต	50 นาที
10	ภาพนี้คนยืนอึดอัดหรือไม่	- เรขาคณิต	50 นาที

และรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายละเอียดของแต่ละกิจกรรม

ที่	ชื่อกิจกรรม	ลักษณะ
1	การรายงานข้อมูล COVID-19 ซ่อนอะไรอยู่	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การรายงานข้อมูลโควิด 19 ว่าข้อมูลที่แสดงค่าต่าง ๆ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน 2564 มีหลักการคิดอย่างไร ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และการนำเสนอข้อมูลให้ถูกต้องครบถ้วน เข้าใจง่าย สื่อสารได้ตรง ควรเป็นการนำเสนออย่างไร เพื่อสร้างความฉลาดรู้ในด้านการนำเสนอข้อมูลและการรับข้อมูลให้กับผู้เรียน
2	เราซื้อ McDonald's ถูกหรือแพง?	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การซื้อ McDonald's ในไทยถูกหรือแพงเมื่อเทียบกับต่างประเทศ ด้วยการวิเคราะห์ถึงค่าแรงขั้นต่ำ (เทียบกับค่าเงิน ณ วันที่จัดกิจกรรม) โดยกิจกรรมนี้อาศัยความรู้ทางวิชาเศรษฐศาสตร์เพิ่มเติม และคณิตศาสตร์เกี่ยวกับอัตราส่วน เพื่อใช้ประกอบการสรุปผล ด้วยทฤษฎี Big Mac Index ทั้งนี้ผู้เรียนจะได้แนวทางในการประเมินสภาพเศรษฐกิจโดยรวม ด้วยค่าแรงขั้นต่ำและราคาสินค้าพื้นฐานอย่างสมเหตุสมผล
3	เกม “มาโยนห่วย”	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์เกมโยนห่วยลงขวดตามงานวัดต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมผ่านสถานการณ์จำลองแทนการโยนห่วยลงขวดจริง โดยนักเรียนจะต้องหาปัจจัยที่สำคัญในการชนะเกมนี้ ผ่านการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

ที่	ชื่อกิจกรรม	ลักษณะ
4	ในรูปนี้มีกี่คน	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์เทศกาลดนตรี Lollapalooza ที่เป็นเทศกาลดนตรีแรก ๆ ที่จัดขึ้นในช่วงการแพร่ระบาดของโควิด 19 โดยกิจกรรมนี้จะให้นักเรียนประมาณการหาจำนวนคนที่เข้าชม จากรูปภาพที่ถูกถ่ายขึ้นภายในเทศกาลและนักเรียนจะใช้วิธีการใดในคณิตศาสตร์การประมาณหาจำนวนคนที่เข้าชม
5	ปัญหาของชาวไร่	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การรดน้ำของชาวไร่ ในการหาตำแหน่งตั้งเครื่องรดน้ำในไร่พืชให้ครอบคลุมทุกส่วนและไม่ให้เกิดปัญหาน้ำขังภายในไร่พืช ซึ่งนักเรียนจะต้องเข้าใจการทำงานของเครื่องรดน้ำ และพื้นที่ของไร่เป็นรูปทรงอะไร เพื่อจะได้เลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการหาตำแหน่งตั้งเครื่องรดน้ำในไร่พืช
6	แม่นยำไหนกัน	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การแข่งขันปาลูกดอก ด้วยการวิเคราะห์ถึงการโอกาสในการปาเข้าช่องทริบเปิ้ลกับช่องดับเบิ้ลลู แตกต่างกันอย่างใด โดยกิจกรรมนี้จำเป็นต้องใช้แนวคิดวิธีของมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) มาใช้ในส่วนของเปรียบเทียบความแตกต่างโอกาสในการปาลูกดอกเข้าช่องทั้งสองช่อง
7	Social Distancing	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การเว้นระยะห่างเพื่อป้องกันการติดเชื้อโควิด 19 ด้วยการวิเคราะห์หารูปแบบที่นั่งในห้องเรียน หากจะต้องการเกิดความให้ปลอดภัย เหมาะสมและได้จำนวนที่นั่งที่มากที่สุด ตามมาตรการการป้องกันการติดเชื้อด้วยระยะห่างอย่างน้อย 2 เมตร นักเรียนจะต้องเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หารูปแบบที่นั่งที่เป็นไปตามมาตรการ

ที่	ชื่อกิจกรรม	ลักษณะ
8	Monty Hall Problem	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์เกมโชว์ในการเปิดประตู 3 ประตู เพื่อชิงรางวัลรถสปอร์ต โดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์หาว่าควรเลือกที่จะเปลี่ยนประตูหรือไม่เปลี่ยนประตู หลังจากที่พิธีกรเปิด 1 ประตูที่แตกต่างจากที่นักเรียนได้เลือกไปในตอนแรก นักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์ด้วยการใช้เรื่องความน่าจะเป็น เพื่อนำมาใช้เป็นเหตุผลรองรับการตัดสินใจว่าจะเลือกเปลี่ยนประตูหรือไม่เปลี่ยน
9	Olympic Race (กีฬาวิ่งแข่งโอลิมปิก)	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์กีฬาวิ่งแข่งโอลิมปิก ในประเด็นของจุดเริ่มต้นในการวิ่งแข่งของนักแข่งทุกคนไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกัน แต่เส้นชัยกลับอยู่ในระนาบเดียวกัน ซึ่งแตกต่างกับตอนเริ่มต้น นักเรียนจะมีวิธีการในการอธิบายว่าทำไมจุดเริ่มต้นนักแข่งทุกคนถึงไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกัน และมีวิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างไรที่นำมาใช้
10	ภาพนี้คนยืนอัดอัด หรือไม่	เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การเข้ารับวัคซีนป้องกันโควิด 19 สถานีกกลางบางซื่อ เมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม 2564 ด้วยวิเคราะห์หาระยะห่างของประชาชน นักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติจากมุกกล้องที่ถ่ายรูปภาพออกมา เพื่อนำมาใช้ในการหาระยะห่าง และสร้างข้อสรุปในประเด็นที่กล่าวว่า ประชาชนเข้ารับวัคซีนอย่างแออัดหรือไม่

หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ตรวจและนำคะแนนมาวิเคราะห์ โดยกำหนดว่าค่าเฉลี่ย IOC ของแต่ละกิจกรรมต้องมากกว่า 0.67 (เต็ม 1) จึงถือว่ามีคุณภาพ ซึ่งพบว่าชุดกิจกรรมทุกกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.67 จึงถือว่าชุดกิจกรรมมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ ดังแสดงในภาคผนวก จ ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ

นอกจากนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยจะสรุปข้อแนะนำที่ได้มาดังนี้

- 1) ควรปรับกิจกรรมให้ตรงกับวัตถุประสงค์หลักของกิจกรรม
- 2) ควรปรับโครงสร้างภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดความ

สับสนในการจัดกิจกรรม เช่น

เดิม: การจัดที่นั่งในรูปตารางที่ห่างเท่าๆ กัน

แก้ไขเป็น: การจัดแบบห้องเรียนมาตรฐานทั่วไป โดยขอเรียกว่ารูปแบบ

ตาราง

3) ควรอธิบายความหมายของตัวแปรที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ใน ส่วนของของการแปลผลกิจกรรม เช่น d คือความกว้างและความยาว และ r คือระยะรัศมีของเหรียญ

4) ควรจำกัดขอบเขตของคำตอบของสถานการณ์ปัญหา เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความเข้าใจที่ไม่ตรงกันกับจุดประสงค์หลักของกิจกรรม

สำหรับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักของการเรียนการสอนตามแนวคิดของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 กรอบการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

กรอบการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น
<p>1. <u>ขั้นเตรียมความพร้อม</u></p> <p>1.1) ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรม พร้อมเน้นย้ำถึงความสำคัญและความรับผิดชอบต่อการทำงาน ซึ่งนักเรียนอาจจะได้ช่วยกันทำกิจกรรมทั้งรายเดี่ยว หรือรายกลุ่ม ผ่านการปฏิบัติจริง แล้วนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมไปใช้ต่อไป พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมให้นักเรียน</p> <p>1.2) ครูทบทวนหรือนำเสนอเนื้อหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในคาบนั้น ๆ จากนั้นครูนำเสนอปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน นักเรียน โดยให้นักเรียนได้ เผชิญกับปัญหาในชีวิตจริง (ขั้นที่ 1 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ซึ่งนักเรียนจะได้รับฟังหรืออ่านสถานการณ์ปัญหาพร้อมครูที่นำเสนอสถานการณ์ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา แล้วกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปัญหา พร้อมระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา</p>
<p>2. <u>ขั้นจัดกิจกรรม</u></p> <p>เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 2 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลและหาปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ แล้วระบุนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ปัจจัยและความสัมพันธ์นั้น ๆ จากนั้นนักเรียนจะต้อง แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 3 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) โดยร่วมกันพิจารณาตัดทอนข้อเท็จจริงให้เหลือเฉพาะเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ผ่านการสร้างข้อตกลงเบื้องต้น หรือวางนัยทั่วไป หรือปรับรูปแบบให้เป็นทางการ จากนั้นนำข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาเหล่านั้นมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงสถานการณ์ปัญหานั้น สู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นนักเรียนจะต้อง แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 4 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ผ่านการใช้สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ จากนั้นให้ร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง</p>

<p>กรอบการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น</p>
<p>3. ขั้นสรุป</p> <p>3.1) ครูขออาสาสมัครนักเรียน 4-5 คน ออกมาร่วมกันแปลผล (ขั้นที่ 5 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ที่ตรงกัน ผ่านการนำคำตอบที่ได้ปรับไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอภิปรายถึงความสมเหตุสมผลถึงคำตอบที่ได้ และวิพากษ์ถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>3.2) ครูสรุปกิจกรรมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมในวันนี้</p>

2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยขั้นตอนของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดแบบอัตนัยจำนวน 4 ฉบับ ได้แก่ ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียนอย่างละ 1 ฉบับ และฉบับระหว่างเรียนจำนวน 2 ฉบับ เพื่อใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM (2000) โดยเนื้อหาที่ใช้ในแบบวัดแต่ละฉบับเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และเป็นเนื้อหาที่สอดแทรกในกิจกรรม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตจริงอย่างชัดเจน

สำหรับขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน จำนวน 1 ฉบับ ฉบับหลังเรียนจำนวน 1 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับจะมีคำถามจำนวน

ฉบับละ 5 ข้อ เพื่อคัดเลือกเหลือฉบับละ 3 ข้อ และฉบับระหว่างเรียนจำนวน 2 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับจะมีคำถามจำนวนฉบับละ 3 ข้อ เพื่อคัดเลือกเหลือฉบับละ 1 ข้อ

4. สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบที่กำหนด โดยให้ข้อสอบแต่ละข้อมีคะแนนเต็มข้อละ 6 คะแนน ตามเกณฑ์ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ 1 การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา	
คำถามย่อยที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการใช้ในสถานการณ์ปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งให้อธิบายรายละเอียดของความรู้นั้นให้ชัดเจน	
เกณฑ์การพิจารณา	คะแนน
- นักเรียนระบุ และอธิบายรายละเอียดหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และตอบถูกต้องร้อยละ 65 ของคำตอบทั้งหมดขึ้นไป	2
- นักเรียนระบุ และอธิบายรายละเอียดหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง บางส่วน หรือตอบถูกน้อยกว่าร้อยละ 65 แต่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 35 ของคำตอบทั้งหมด	1
- นักเรียนระบุ และอธิบายรายละเอียดหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง หรือตอบถูกน้อยกว่าร้อยละ 35 ของคำตอบทั้งหมด หรือไม่ระบุ	0
องค์ประกอบที่ 2 การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์	
คำถามย่อยที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับการอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาโดยไม่ต้องหาคำตอบ	
เกณฑ์การพิจารณา	คะแนน
- นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด แนวทาง หรือวิธีการแก้ปัญหาซึ่งนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน	2
- นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด แนวทาง หรือวิธีการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน หรือยังมีข้อบกพร่อง แต่ยังคงนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้	1
- นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด แนวทาง หรือวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา แต่ไม่นำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหา หรือไม่เขียนอธิบาย	0

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (ต่อ)

องค์ประกอบที่ 3 การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา	
คำถามย่อยที่ 3 เป็นคำถามเกี่ยวกับการระบุตัวอย่าง/ ปัญหา/ สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ ที่ใกล้เคียงกับความรู้ที่นักเรียนได้ระบุไว้ในข้อที่ 1	
เกณฑ์การพิจารณา	คะแนน
- นักเรียนระบุตัวอย่าง ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้	2
- นักเรียนระบุตัวอย่าง ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้บางส่วน	1
- นักเรียนไม่สามารถระบุตัวอย่าง ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ เช่น ระบุตัวอย่าง ปัญหา หรือสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้อง ระบุโดยเพียงแค่ปรับข้อมูลเชิงปริมาณแต่ยังคงโครงสร้างเดิมไว้ หรือไม่ระบุ	0

5. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับ พร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้คำแนะนำมาดังนี้

- 1) ควรปรับแก้สำนวนภาษาให้เหมาะสมเพื่ออำนวยความสะดวก
- 2) ควรเพิ่มรูปภาพประกอบสถานการณ์ในแต่ละข้อ

6. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านทั้ง 4 ฉบับ พร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ที่ผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงและความเหมาะสมตามเนื้อหา (IOC) ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุง ซึ่งเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้ว และได้ให้ข้อเสนอแนะมาดังนี้

- 1) ควรปรับแก้ไขภาษาให้เหมาะสม เช่น สถานการณ์ที่ 2 ฉบับก่อนเรียน

เดิม: นักอนุรักษ์สัตว์ป่าท่านหนึ่ง ได้ศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารของนกเหยี่ยว ณ ป่าในเขตทวีปเอเชียร้อนแห่งหนึ่ง นักอนุรักษ์สัตว์ป่าได้เก็บข้อมูลและพฤติกรรมของนกเหยี่ยวได้ว่า ก่อนการล่าเหยื่อนกเหยี่ยวมักจะบินวนเหนือเหยื่ออยู่ประมาณสามรอบ ที่ความสูง 250 เมตร ในขณะที่โจมตีเหยื่อนกเหยี่ยวจะก้มหัวลงประมาณ 45 องศา เพื่อทำความเร็วสูงสุดในการล่าเหยื่อ หลังจากได้ข้อมูลการศึกษาพฤติกรรมแล้ว นักอนุรักษ์สัตว์ป่าได้วิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการหาอาหารของนกเหยี่ยว และได้เกิดข้อสงสัยระหว่างวิเคราะห์ข้อมูลขึ้นว่า ระยะทางที่นกเหยี่ยวบินโฉบลงมาล่าเหยื่อนั้นจะแตกต่างกับระยะทางที่นกเหยี่ยวบินในแนวราบหรือไม่ อย่างไร ถ้านกเหยี่ยวบินด้วยความเร็วที่เท่ากันจากสถานการณ์ นักเรียนจะช่วยนักอนุรักษ์สัตว์ป่าตอบข้อสงสัยที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

แก้ไขเป็น: นักอนุรักษ์สัตว์ป่าท่านหนึ่ง ได้ศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารของนกเหยี่ยว ณ ป่าเขตร้อนทวีปเอเชียแห่งหนึ่ง นักอนุรักษ์สัตว์ป่าได้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการหาอาหารของนกเหยี่ยวได้ว่า ก่อนการล่าเหยื่อนกเหยี่ยวมักจะบินวนเหนือเหยื่ออยู่ประมาณสามรอบ ที่ความสูง 250 เมตร จากพื้นดิน ในขณะที่โจมตีเหยื่อนกเหยี่ยวจะก้มหัวลงประมาณ 45 องศา เพื่อให้ได้ความเร็วสูงสุดในการล่าเหยื่อ หลังจากได้ข้อมูลการศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารของนกเหยี่ยวแล้ว นักอนุรักษ์สัตว์ป่าได้วิเคราะห์ข้อมูลและเกิดข้อสงสัยระหว่างวิเคราะห์ข้อมูลขึ้นว่า ระยะทางที่นกเหยี่ยวบินโฉบลงมาล่าเหยื่อนั้นจะแตกต่างกับระยะทางที่นกเหยี่ยวบินในแนวราบหรือไม่ อย่างไร ถ้ากำหนดให้นกเหยี่ยวบินด้วยความเร็วที่เท่ากัน จากสถานการณ์ นักเรียนจะช่วยนักอนุรักษ์สัตว์ป่าตอบข้อสงสัยที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

2) ควรเพิ่มประเด็นคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น ข้อที่ 1 สถานการณ์ที่ 1 ฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 1

เดิม: หากลิชบอกคะแนนกับเจนว่า ลิชได้คะแนนสอบเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เจนจะคิดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเธอได้อย่างไร

แก้ไขเป็น: หากลิชบอกคะแนนกับเจนว่า ลิชได้คะแนนสอบเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเต็มของการสอบครั้งนี้เท่า 50 คะแนน เจนจะคิดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเธอได้อย่างไร

7. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ พร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ได้ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

8. นำคะแนนที่ได้จากข้อ 7 มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัด โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient : α) ของ Cronbach ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วจึงนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เพื่อสร้างเป็นแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 ฉบับ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์พบว่า

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง จำนวน 3 ข้อ มีค่าค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ดังนี้

ค่าความยาก	0.43 – 0.68
ค่าอำนาจจำแนก	0.23 – 0.33
ค่าความเที่ยง	0.78

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1 จำนวน 1 ข้อ มีค่าค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

ค่าความยาก	0.65
ค่าอำนาจจำแนก	0.54

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2 จำนวน 1 ข้อ มีค่าค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

ค่าความยาก	0.49
ค่าอำนาจจำแนก	0.69

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังทดลอง จำนวน 3 ข้อ มีค่าค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ดังนี้

ค่าความยาก	0.59 – 0.72
ค่าอำนาจจำแนก	0.31 – 0.54
ค่าความเที่ยง	0.84

9. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2 แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแนวคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อให้ได้รายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นของนักเรียนในองค์ประกอบ

ย่อยของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามองค์ประกอบของ NCTM (2000) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างประเด็นคำถาม ประกอบด้วย การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้เคียง

2. สร้างแบบสัมภาษณ์ โดยใช้คำถามจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นกำหนดประเด็นคำถามแบบเชิงลึกที่จะใช้สัมภาษณ์ จำนวน 3 ข้อโดยแบ่งตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

3. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำในการนำไปปรับปรุง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ข้อเสนอว่า

“ควรเพิ่มคำถามข้อ 4 ในลักษณะคำถามอื่น ๆ ในกรณีที่พบสิ่งที่น่าสนใจในระหว่างการสัมภาษณ์ ทั้งนี้ในการสัมภาษณ์ควรใช้ภาษาอย่างไม่เป็นทางการเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แต่ยังคงให้ตรงกับแบบสัมภาษณ์”

4. นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทดลองดำเนินการกิจกรรมด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการในขั้นเตรียมการ และขั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการทำกิจกรรม โดยมีลักษณะของการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีกระบวนการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนและแบบสัมภาษณ์

1.3 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.4 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะ ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขต พื้นที่ศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2. ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง ใช้เวลาทดสอบ 45 นาที จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความสามารถ คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มที่ต้องพัฒนา โดยเกณฑ์การแบ่งกลุ่มมีดังนี้ คะแนนระดับความสามารถกลุ่มสูงคือนักเรียนที่ได้คะแนนมากกว่า 12 คะแนน คะแนนระดับความสามารถกลุ่มปานกลางคือนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 7 ถึง 12 คะแนน และคะแนนระดับความสามารถกลุ่มระดับความสามารถกลุ่มที่ต้องพัฒนาคือนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่า 7 คะแนน

2.2 ผู้วิจัยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมสัปดาห์ละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที จากคาบเรียนวิชาชมรม เป็นเวลา 10 สัปดาห์

2.3 ในการดำเนินกิจกรรมของทุกกิจกรรม นักเรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมและส่ง ใบกิจกรรมทั้งรายกลุ่มและรายเดี่ยว โดยผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างทดลอง จำนวน 2 ฉบับ ใช้เวลาฉบับละ 30 นาที ดังนี้

- ฉบับที่ 1 ทดสอบหลังกิจกรรมที่ 4
- ฉบับที่ 2 ทดสอบหลังกิจกรรมที่ 7

โดยหลังจากที่ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับแล้ว จะดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มระดับความสามารถสูง ปานกลาง และที่ต้องพัฒนา กลุ่มละ 1 คน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มในการประกอบการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเริ่มต้น (ตั้งแต่กิจกรรมที่ 1 ถึง

กิจกรรมที่ 4) ระยะเวลา (ตั้งแต่กิจกรรมที่ 5 ถึง กิจกรรมที่ 7) และระยะสิ้นสุด (ตั้งแต่กิจกรรมที่ 8 ถึง กิจกรรมที่ 10) โดยผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนคนเดิมตลอดการวิจัย

2.4 เมื่อดำเนินกิจกรรมครบทั้ง 10 กิจกรรม ตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง ใช้เวลาทดสอบ 45 นาที

2.5 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ และแบบสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบ่งการวิเคราะห์เป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ : ผู้วิจัยนำแบบประเมินชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ มาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ : ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่มีต่อชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ มาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

2. วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม ซึ่งผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง มาตรวจตามเกณฑ์ที่ได้สร้างขึ้น แล้ววิเคราะห์หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเดี่ยว (t -test for one sample)

3. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ก่อน และหลังการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อน และหลังการทดลองการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มาตรวจตามเกณฑ์ที่ได้สร้างขึ้น แล้ววิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที่ (t -test for dependent sample)

4. การศึกษาพัฒนาการของความเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน และแบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science [SPSS]) โดยรายละเอียดของสถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objectives Congruence) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด

1.2 ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alfa Coefficient : α) ของ Cronbach

1.3 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของ Whitney และ Sabers

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อบรรยายข้อมูลต่าง ๆ ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ด้วยสถิติอนุมานคือ การทดสอบค่าที (t-test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

- 1.1 แนวคิดและลักษณะสำคัญ
- 1.2 จุดประสงค์หลักของชุดกิจกรรม
- 1.3 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรม

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

- 3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน ครู และโรงเรียน
- 3.2 ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แนวคิดและลักษณะสำคัญ

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยทั้งหมด 10 กิจกรรม ใช้เวลากิจกรรมละประมาณ 50 นาที โดยในแต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วยสื่อประกอบการเรียนการสอน ใบกิจกรรม และแบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมขึ้นจากแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งมีแนวคิดและลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรม ดังต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ ได้เน้นให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือประเด็นที่น่าสนใจ โดยที่สถานการณ์หรือประเด็นเหล่านั้นมีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบอยู่ โดยจะนำสถานการณ์หรือประเด็นเหล่านั้นมาออกแบบเป็นกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ พิจารณา รวมทั้งดำเนินการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหานั้น

2. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมที่สอดแทรกแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการพิจารณาสถานการณ์ปัญหาในชีวิตด้วยมุมมองทางคณิตศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงที่ให้นักเรียนได้นำประสบการณ์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และนำไปสู่การแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

3. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ มีการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนมาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นหลัก รวมทั้งสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ ไว้ในแต่ละกิจกรรม โดยชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นจะเน้นพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก

1.2 จุดประสงค์หลักของชุดกิจกรรม

จุดประสงค์หลักของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ คือเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากในหลักสูตร ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้ดียิ่งขึ้น

1.3 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรม

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตาม แนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักของการจัด กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียน โดยแต่ละกิจกรรมได้สอดแทรกกระบวนการการคิด ให้เป็นคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมสำหรับการ จัดกิจกรรมรวมทั้งอธิบายภาพรวมของกิจกรรม โดยจะเน้นย้ำให้นักเรียนนึกถึงความสำคัญ และความรับผิดชอบต่อการทำงานร่วมกัน จากนั้นครูทบทวนเนื้อหาหรือนำเสนอเนื้อหา ใหม่ที่จำเป็นต่อการทำกิจกรรมนั้น ๆ เมื่อเสร็จสิ้นแล้ว ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ด้วยการนำเสนอปัญหา พร้อมกับตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมคิด วิเคราะห์และอภิปราย เกี่ยวกับปัญหานักเรียนได้เผชิญ (ขั้นที่ 1 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) จากนั้นให้นักเรียน ได้กำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปัญหา พร้อมระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สามารถทำการ แก้ปัญหาเริ่มต้นได้

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรม เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พิจารณา ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 2 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล และหาปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยครูทำหน้าที่ สนับสนุนความคิดพร้อมให้คำปรึกษาเกี่ยวกับมุมมองในการดำเนินการ หรือความรู้ทาง คณิตศาสตร์ในบางส่วน จากนั้นให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ ข้อมูล ปัจจัยและความสัมพันธ์นั้น ๆ ถัดมานักเรียนจะได้เริ่มแปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็น ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 3 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ด้วยการร่วมกันพิจารณา ตัดทอนข้อเท็จจริงที่ไม่จำเป็นต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เหลือเฉพาะ ข้อเท็จจริงที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา โดยครูเริ่มแนะนำนักเรียนให้ฝึกการกำหนด ข้อตกลงเบื้องต้น วางนัยทั่วไป หรือปรับรูปแบบให้เป็นทางการ เพื่อนำข้อมูลที่จำเป็นต่อ การแก้ปัญหาเหล่านั้นมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแปลงให้เป็นปัญหา ทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 4 ของการคิดให้เป็น คณิตศาสตร์) ผ่านการใช้สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งครูคอยสนับสนุนหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการจากขั้นตอนข้างต้นได้ โดยในตอนท้ายครูให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของนักเรียนทั้งห้องให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนที่ครูจะให้นักเรียนได้ออกมาร่วมกันแปลผล (ขั้นที่ 5 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้และข้อสรุปที่ผ่านการนำคำตอบที่ได้ปรับไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงการอภิปรายถึงความสมเหตุสมผลถึงคำตอบที่ได้ และวิพากษ์ถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูจะคอยสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนและสร้างข้อสรุปนั้นให้เป็นที่เข้าใจของนักเรียนทั้งห้อง จากนั้นครูสรุปปิดกิจกรรม พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้ทำไป

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยวิธีการเชิงปริมาณ จะแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 18 คะแนน) ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ดังแสดงค่าสถิติในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($sd.$) ค่าเฉลี่ย \bar{x} ร้อยละ และค่าทดสอบที (t -test for one sample) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ($n = 32$) หลังการทดลองเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 (11.70 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน)

ระยะ การทดลอง	n	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์			t	p
		\bar{x}	\bar{x} ร้อยละ	$sd.$		
หลังทดลอง	32	12.63	70.17	1.62	3.23	0.00*

* $p < .05$

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 8 พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมแสดงคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 12.63 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.62 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.17 และผลการทดสอบค่าที (t -test) เท่ากับ 3.23 สรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ดังแสดงค่าสถิติในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($sd.$) และค่าทดสอบที (t -test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนทดลองและหลังทดลองของนักเรียน (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)

องค์ประกอบ	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		\bar{x}	$sd.$	\bar{x}	$sd.$		
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	32	9.31	3.28	12.63	1.62	7.29	0.00*

* $p < .05$

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 9 พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมแสดงคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 9.31 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.28 และคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 12.63 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.62 และผลการทดสอบค่าที (t -test) เท่ากับ 7.29 สรุปได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุด

กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดทำให้เป็นคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน และพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน

โรงเรียนที่ผู้วิจัยใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเป็น โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีพื้นที่ประมาณ 94 ไร่ 3 งาน 58 ตารางวา ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยของอาคารเรียนประมาณ 60% และแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนประมาณ 40% ปัจจุบันโรงเรียนเปิดสอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายแบบคละความสามารถ จำนวน 39 และ 36 ห้องเรียน ตามลำดับ และในปีการศึกษา 2563 นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยรวม 36.8 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมของประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยรวมในรายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 25.46 คะแนน และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยรวม 36.34 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมของประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยรวมในรายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.04 คะแนน

ข้อมูลครูในโรงเรียนประจำปีการศึกษา 2564 มีจำนวนทั้งหมด 122 คน และครูผู้สอนประจำวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 21 คน ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางการสอนคณิตศาสตร์ และมีภาระงานในการสอนโดยเฉลี่ย 18 คาบต่อสัปดาห์ และมีภาระงานอื่นที่นอกเหนือจากงานสอน เช่น ฝ่ายกิจการนักเรียน ฝ่ายวิชาการ และฝ่ายบริหารบุคลากรและการเงิน ฯลฯ

ข้อมูลนักเรียนในโรงเรียนประจำปีการศึกษา 2564 มีนักเรียน 2,452 คน ประกอบด้วยนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 1,320 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 1,132 คน ซึ่งมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 382 คน และเป็นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน มีเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเพศ

หญิงมีจำนวน 17 คน และเพศชายจำนวน 15 คน จากข้อมูลภาพรวมของครูประจำชั้นพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีความกระตือรือร้นในการเรียน ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี

3.2 ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

การศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้วิธีการศึกษาด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาและการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนแสดงไว้ในแบบวัดระหว่างเรียนครั้งที่ 1 แบบวัดระหว่างเรียนครั้งที่ 2 และแบบวัดฉบับหลังทดลอง รวมเป็นจำนวน 3 ครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มที่ต้องพัฒนา และสุ่มเลือกนักเรียนกลุ่มละ 1 คนที่ยินดีให้ความร่วมมือมาสัมภาษณ์เพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มความสามารถ และผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนคนเดิมตลอดการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเกณฑ์การแบ่งกลุ่มจะแบ่งตามคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการทดสอบก่อนการทดลองที่มีคะแนนเต็ม 18 คะแนน ดังนี้ คะแนนระดับความสามารถกลุ่มสูงคือนักเรียนที่ได้คะแนนมากกว่า 12 คะแนน จำนวน 12 คน คะแนนระดับความสามารถกลุ่มปานกลางคือนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 7 ถึง 12 คะแนน จำนวน 13 คน และคะแนนระดับความสามารถกลุ่มระดับความสามารถกลุ่มที่ต้องพัฒนาคือนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่า 7 คะแนน จำนวน 7 คน

ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ ช่วงระหว่างทดลองโดยแบ่ง 3 ระยะ ดังนี้

1. พัฒนาการของนักเรียนในระยะต้น (กิจกรรมที่ 1 - 4) โดยวิเคราะห์เนื้อหา และสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่แสดงในแบบวัดระหว่างทดลองครั้งที่ 1 (ท้ายกิจกรรมที่ 4)
2. พัฒนาการของนักเรียนในระยะกลาง (กิจกรรมที่ 5 - 7) โดยวิเคราะห์เนื้อหา และสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่แสดงในแบบวัดระหว่างทดลองครั้งที่ 2 (ท้ายกิจกรรมที่ 7)
3. พัฒนาการของนักเรียนในระยะหลังทดลอง (กิจกรรมที่ 8 - 10) โดยวิเคราะห์เนื้อหา และสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่แสดงในแบบวัดหลังทดลอง

ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมพบว่า ในระยะต้น (กิจกรรมที่ 1 - 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ดีเท่าที่ควรในทุกองค์ประกอบ และนักเรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุดคือองค์ประกอบที่ 3 การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา ส่วนในระยะกลาง (กิจกรรมที่ 5 - 7) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเริ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากระยะต้น โดยพัฒนาการที่เห็นได้ชัดคือองค์ประกอบที่ 1 การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาและองค์ประกอบที่ 2 การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และในระยะหลังทดลอง (กิจกรรมที่ 8 - 10) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้นมากกว่าระยะกลางในทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่ 3 การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นเมื่อเทียบระยะอื่น

ในส่วนต่อไปจะเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบ (ทำกิจกรรมที่ 4, 7 และหลังทดลอง) เนื้อหา และตัวอย่างการสัมภาษณ์เพิ่มเติมของนักเรียนตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 3 องค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยในแต่ละองค์ประกอบย่อยจะแสดงผลคะแนนของนักเรียนตามกลุ่มความสามารถที่ผู้วิจัยได้แบ่งไว้ในข้างต้น ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงค่าร้อยละของคะแนนการทดสอบ (วัดท้ายกิจกรรมที่ 4, 7 และหลังทดลอง) ของนักเรียนทั้งห้อง ตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระยะการทดลอง

ระยะการทดลอง	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์			
	องค์ประกอบที่ 1 (ร้อยละ)	องค์ประกอบที่ 2 (ร้อยละ)	องค์ประกอบที่ 3 (ร้อยละ)	รวม (ร้อยละ)
ระยะต้น (ท้ายกิจกรรมที่ 4)	57.81	64.06	46.88	58.33
ระยะกลาง (ท้ายกิจกรรมที่ 7)	71.88	70.31	56.25	64.06
ระยะหลังทดลอง (หลังทดลอง)	75.00	76.04	59.38	70.14

1. พัฒนาการของนักเรียนในระยะต้น (กิจกรรมที่ 1 - 4)

สำหรับในระยะต้นผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกสุ่มเลือกมาเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มความสามารถ ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาจากแนวคิดที่นักเรียนแสดงไว้ในแบบวัด และสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนที่แสดงไว้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 57.81 หากพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน และสามารถอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้บางส่วน ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่ม และจากกการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า

นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง มีความสามารถที่ใกล้เคียงกัน คือนักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ มีเพียงแต่

นักเรียนกลุ่มปานกลางที่ยังไม่สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ครบ และนักเรียนทั้งสองกลุ่มยังไม่สามารถระบุชื่อเรื่องหรือความรู้คณิตศาสตร์บางส่วนที่เฉพาะเจาะจงได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 5 และ 6

คำถามที่ 1 : หากลืบบอกคะแนนกับเงินว่า ลิชได้คะแนนสอบเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเต็มของการสอบครั้งนี้เท่า 50 คะแนน เงินจะคิดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเธอได้อย่างไร"นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เรื่องใดในการช่วยเงินคิดคะแนนสอบของเธอและใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ" *

ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ร้อยละ ใช้ความรู้ในการหาคะแนนของลิช
ใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง สมการ ใช้ความรู้เรื่องนี้ในการหาคะแนนของเงิน

ภาพที่ 5 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะต้น

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มสูงในช่วงระยะระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ค่อนข้างดี และสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อีกด้วย มีเพียงส่วนของการระบุชื่อความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนยังไม่สามารถระบุชื่อที่เฉพาะเจาะจงของความรู้ได้ โดยชื่อความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้องคือสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งจากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาพบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ได้ และสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“ก็เรื่องนี้ใช้ความรู้เรื่องเศษส่วน ร้อยละ และสมการครับ
ในการหาคะแนนของลิชที่โจทย์ให้มา”
“ส่วนสมการ โจทย์ข้างบนมันมีบอกให้ใช้แก้สมการครับ”

คำถามที่ 1 : หากลืบบอกคะแนนกับเงินว่า ลิชได้คะแนนสอบเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเต็มของการสอบครั้งนี้เท่า 50 คะแนน เงินจะคิดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเธอได้อย่างไร"นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เรื่องใดในการช่วยเงินคิดคะแนนสอบของเธอและใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ" *

ใช้ความรู้เรื่อง ร้อยละ โดยทำการหาคะแนนที่ลิชได้จาก การนำร้อยละคูณกับคะแนนเต็ม

ภาพที่ 6 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะต้น

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มปานกลางสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้

แต่ยังไม่สามารถระบุชื่อความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ครบถ้วน โดยสถานการณ์ปัญหามีความรู้ที่เกี่ยวข้องคือ เรื่องร้อยละ และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านักเรียนวิเคราะห์โจทย์ยังไม่ถนัด จึงทำให้นักเรียนยังไม่สามารถระบุความรู้ที่ต้องใช้ได้ครบ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูเห็นว่าโจทย์กำหนดไว้ว่าให้หาค่าจากร้อยละที่ให้มาเท่านั้นค่ะ
และก็ไม่รู้ว่าจะใช้เรื่องไหนทำต่อค่ะ หนูคิดไม่ทัน”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางพบว่านักเรียนสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ได้ มีเพียงบางส่วนที่ยังไม่สามารถระบุได้ครบ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีความสามารถในการระบุชื่อเรื่องหรือความรู้คณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน รวมถึงยังไม่สามารถอธิบายการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 7

คำถามที่ 1 : หากลิชบอกคะแนนกับเจนว่า ลิชได้คะแนนสอบเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเต็มของการสอบครั้งนี้เท่า 50 คะแนน เจนจะคิดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเธอได้อย่างไร “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เรื่องใดในการช่วยเจนคิดคะแนนสอบของเธอและใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ” *
ใช้ความรู้เรื่องร้อยละ โดยใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับคะแนนสอบที่ไม่ทราบของเจน

ภาพที่ 7 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะต้น

จากภาพที่ 7 จะพบว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนายังไม่สามารถระบุชื่อเรื่องหรือความรู้คณิตศาสตร์ได้ครบถ้วน และยังไม่สามารถอธิบายการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นใช้ใน การหาอะไร โดยนักเรียนได้ระบุมาเพียงการหารายละเอียดข้อมูลในภาพรวมเท่านั้น จากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนได้วิเคราะห์โจทย์ไม่ครบตามเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาและนักเรียนคิดว่าสถานการณ์ปัญหานี้ใช้ความรู้เรื่องร้อยละเพียงเรื่องเดียว ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูเห็นว่าโจทย์ได้กำหนดหาคะแนนร้อยละของลิชค่ะ เลยคิดว่าเรื่องนี้ใช้แค่ร้อยละค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่อยู่ในระดับไม่ค่อยดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😞)

องค์ประกอบที่ 2 คือ การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 64.06 หากพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า นักเรียนทุกกลุ่มความสามารถในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนได้ ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่มความสามารถ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า

นักเรียนกลุ่มสูงสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้ค่อนข้างดี มีการอธิบายลำดับขั้นตอนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่ยังมีบางขั้นตอนที่ไม่สามารถอธิบายการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนยังขาดการนำประสบการณ์ที่เคยเจอในการแก้ปัญหที่คล้ายมาก่อนมาใช้ในการอธิบาย ทำให้ไม่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 8

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเจน *

1. นำร้อยละ 70 หรือ 70 ส่วน 100 ไปคูณกับ 50 เพื่อจะได้คะแนนลิซ
2. นำคะแนนของลิซไปหาร 2
3. เขียนสมการ คะแนนของลิซหาร 2 + คะแนนของเจน = 42
4. แก้สมการ

ภาพที่ 8 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะต้น

จากภาพที่ 8 จะพบว่านักเรียนกลุ่มสูงมีพื้นฐานความรู้ในการอธิบายแนวทางขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ แต่แนวทางที่อธิบายมานั้นมีบางส่วนที่นักเรียนอธิบายยังไม่ตรง โดยที่ถูกต้องจะต้องอธิบายว่า “นำคะแนนของลิซรวมกับคะแนนของเจน จากนั้นนำทั้งหมดมาหาร 2 แล้วเท่ากับ 42” ซึ่งส่วนที่นักเรียนอธิบายผิดเกิดจากการอ่านเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่ดีพอ ทำให้เกิดความเข้าใจในการแก้ปัญหบางส่วนผิด จนไม่สามารถนำไปสู่ขั้นตอนการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มสูง ดังนี้

“ผมคิดว่าต้องหาคะแนนครึ่งหนึ่งของลิชก่อน แล้วค่อยนำไปรวมกับคะแนนของเจนครับ”

สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลาง สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและสามารถนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ ดังตัวอย่างภาพที่ 9

<p>คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเจน *</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นำร้อยละของคะแนนที่ลิชได้มาคูณกับคะแนนเต็ม 2. จะได้คะแนนของลิช 3. หาคะครึ่งหนึ่งของคะแนนลิช โดยการหาร 2 4. นำ 42 มาลบกับครึ่งหนึ่งของคะแนนลิช 5. จะได้ครึ่งหนึ่งของคะแนนเจน 6. นำครึ่งหนึ่งของคะแนนเจนมาคูณ 2 จะได้คะแนนเจน
--

ภาพที่ 9 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะต้น

จากภาพที่ 9 จะพบว่านักเรียนกลุ่มปานกลางสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ละเอียดและถูกต้องจนนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ จากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมที่พบว่า นักเรียนกลุ่มปานกลางสามารถดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้จริง และสามารถอธิบายเป็นแนวทางจนไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง ดังบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“หนูลองคิดมาก่อนคะว่าโจทย์ข้อนี้ทำอย่างไรและใช้ความรู้เรื่องร้อยละ แล้วก็มีอธิบายอีกทีคะ”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง พบว่านักเรียนสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนายังไม่สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้ โดยสิ่งที่นักเรียนได้อธิบายเป็นเพียงขั้นตอนภาพรวมใหญ่ ๆ ไม่ได้ลงละเอียดในรายละเอียดสำคัญต่าง ๆ และมีบางส่วนที่นักเรียนขาดความเข้าใจในเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมาให้ จนทำให้แนวทางในการแก้ปัญหาไม่นำไปสู่การหาคำตอบได้ ดังภาพที่ 10

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเจน *

ขั้นแรกใช้การหาคะแนนดิบของลิชก่อน แล้วนำไปหาร 2 จะได้ครึ่งหนึ่งของลิช แล้วนำไปลบ 42 จะได้ครึ่งหนึ่งของเจน แล้วนำไปคูณ 2

ภาพที่ 10 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะต้น

จากภาพที่ 10 จะพบว่านักเรียนอธิบายแนวทางในการหารายละเอียด ข้อมูลไม่ได้ลงลึกถึงวิธีการหาและวิธีการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้มาใช้ ซึ่งตรงตามกับการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาที่พบว่านักเรียนยังไม่สามารถระบุวิธีการที่ชัดเจนในการหารายละเอียดข้อมูลที่ต้องใช้ได้ และยังขาดความเข้าใจของเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดไว้ ดังบทสัมภาษณ์ ดังนี้

“หนูไม่รู้ว่าจะต้องอธิบายขั้นตอนโดยใช้ความรู้นั้นอย่างไรนะค่ะ และก็ยังอ่านเงื่อนไขไม่ค่อยเข้าใจ หนูรู้เพียงแค่ว่ามันต้องทำอะไรค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้ และไม่สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนา มีพัฒนาการที่อยู่ในระดับไม่ค่อยดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😞)

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มสามารถระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ได้ถูกต้องบางส่วน โดยภาพรวมนักเรียนจะขาดการอธิบายเงื่อนไข และรายละเอียดของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้ ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหา ของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่มความสามารถ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า

นักเรียนกลุ่มสูง สามารถระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ได้ครบถ้วน แต่ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหลัก เนื่องจากยังคงขาดการอธิบายรายละเอียดเงื่อนไขบางประการที่สอดคล้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 11

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ร้อยละ ใช้ความรู้เรื่องนี้ในการแบ่งสิ่งของให้เท่าๆกัน
ใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง สมการ ใช้ความรู้เรื่องนี้ในการหาจำนวนสิ่งของที่หายไป

ภาพที่ 11 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะต้น

จากภาพที่ 11 จะพบว่านักเรียนกลุ่มสูงสามารถระบุสถานการณ์ตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ได้ครบ โดยนักเรียนระบุสถานการณ์ตัวอย่างที่มีบริบทแตกต่างจากสถานการณ์ปัญหาตามประสบการณ์ของนักเรียน แต่ยังไม่สามารถระบุเงื่อนไขที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่คล้ายกับสถานการณ์ปัญหา เช่น การแบ่งสิ่งของให้เท่า ๆ กัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้บางส่วน แต่ไม่ครบถ้วนตามความรู้คณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มสูง ดังนี้

“ผมคิดว่าการใช้ความรู้เรื่องเศษส่วน ร้อยละ น่าจะเป็นการแบ่งสิ่งของที่มีอยู่ให้กับคนกลุ่มหนึ่ง ด้วยจำนวนที่เท่า ๆ กันครับ”

“ส่วนความรู้เรื่องสมการ ก็น่าจะเกี่ยวกับการหาจำนวนสิ่งของที่มีอยู่แล้วหายไปเลยสร้างสมการมาหาคำครับ”

นักเรียนกลุ่มปานกลาง สามารถระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ตามที่นักเรียนได้ระบุไว้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วนเท่านั้น โดยนักเรียนยังขาดรายละเอียดของเงื่อนไขบางประการของสถานการณ์ปัญหา ทำให้ตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนระบุมายังไม่สัมพันธ์กับความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาทั้งหมด ดังภาพที่ 12

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

เช่น มีส้มร้อยละ 80 ของส้มทั้งหมด ถ้าส้มทั้งหมดมีอยู่ 200 ลูก จะมีส้มจำนวนเท่าไร

ภาพที่ 12 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะต้น

จากภาพที่ 12 จะพบว่านักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ความรู้เรื่อง ร้อยละเพียงอย่างเดียว ซึ่งยังขาดเงื่อนไขที่ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา เช่น ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ทำให้ตัวอย่างที่นักเรียนระบุมานั้นเกี่ยวข้องกับความรู้

คณิตศาสตร์เพียงบางเรื่องและไม่ครบถ้วนตามสถานการณ์ปัญหาของแบบวัด จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่า นักเรียนกลุ่มปานกลางได้พยายามยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนเคยผ่านประสบการณ์หรือเรียนในชั้นเรียนมาตอบ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ ดังนี้

“หนูยังนึกไม่ค่อยออกว่ามันมีสถานการณ์อะไรบ้างที่คิดคล้าย ๆ ข้อนี้ค่ะ
หนูก็เลยยกตัวอย่างที่ใช้ร้อยละมาแค่นั้นค่ะ”

นักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนายังไม่สามารถระบุตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงได้ โดยสิ่งนี้นักเรียนระบุนั้นมีความเกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เพียงบางส่วน และตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนระบุน่าจะขาดความสัมพันธ์กับความรู้คณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน ดังภาพที่ 13

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

การคำนวณหาผลผลิตไม้ที่ลดราคา 50% จากราคาเดิม

ภาพที่ 13 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะต้น

จากภาพที่ 13 จะพบว่านักเรียนสร้างสถานการณ์โดยใช้ความรู้ส่วนหนึ่งของเรื่องร้อยละ ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ และตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนระบุน่าจะขาดเงื่อนไขบางประการ เลยทำให้ตัวอย่างสถานการณ์ของนักเรียนใช้ความรู้และวิธีการแก้ปัญหาอย่างไม่ครบถ้วน นอกจากนี้นักเรียนยังขาดสถานการณ์ปัญหาที่มีเงื่อนไขที่ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา เช่น ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอีกด้วย จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า นักเรียนได้ระบุสถานการณ์ขึ้นมาจาก การคาดเดา โดยไม่ได้นึกถึงว่าสถานการณ์นั้นต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาตามที่ได้ระบุนา ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“หนูไม่รู้ว่าจะใช้ตัวอย่างอะไรค่ะ เลยเดาไปว่าตัวอย่างที่ตอบต้องใช้ร้อยละค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทุกกลุ่มพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใช้ความรู้ที่ได้ระบุนา รวมถึงแนวทางการ

แก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนทุกกลุ่มมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับไม่ค่อยดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😞)

ดังนั้น จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในระยะต้น (กิจกรรมที่ 1 - 4) ตามได้ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการในแต่ละองค์ประกอบค่อนข้างน้อย โดยองค์ประกอบการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุดตามลำดับ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาไปกิจกรรมเพิ่มเติมของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มเรียนละความสามารถในการดำเนินกิจกรรม พบว่า ตั้งแต่ช่วงกิจกรรมที่ 1 ถึง 4 นักเรียนทุกกลุ่มยังไม่สามารถทำใบกิจกรรมได้ด้วยตนเอง โดยจะเน้นขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนในการแนะนำการระบุรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรม เนื่องจากเป็นระยะต้นที่นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับรูปแบบของกิจกรรมและยังไม่รู้จักแนวทางในการระบุรายละเอียดในใบกิจกรรมที่เป็นการระบุความรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาของแต่ละกิจกรรม จากที่ได้กล่าวมาอาจเป็นอีกสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนบางส่วนมีความสามารถในแต่ละด้านค่อนข้างน้อย ดังที่ได้ระบุไว้ในข้างต้น

2. พัฒนาการของนักเรียนในระยะกลาง (กิจกรรมที่ 5 - 7)

สำหรับในระยะกลาง ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกสุ่มเลือกมาเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มความสามารถ ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาจากแนวคิดที่นักเรียนแสดงไว้ในแบบวัด และสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนที่แสดงไว้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 71.88 หากพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องครบถ้วนและสามารถอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้นจากระยะต้น แต่นักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนายังคงไม่สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ครบถ้วน ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการระบุ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่ม ความสามารถ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า

นักเรียนกลุ่มสูงสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องครบทุกส่วน และสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น แต่ยังคงไม่สามารถระบุชื่อความรู้คณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงได้ถูกต้องได้ ดังภาพที่ 14

คำถามที่ 1 : ถ้าต้องการใส่กล่องในตู้ปลาให้ระดับน้ำมีความสูงเป็นร้อยละ 80 ของความสูงของตู้ปลา คุณจะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร? นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ *

ใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน ในการหาความยาว ความกว้าง ความสูง
ใช้ความรู้เรื่อง การหาปริมาตร ในการหาปริมาตรของตู้ปลา

ภาพที่ 14 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะกลาง

จากภาพที่ 14 จะพบว่านักเรียนกลุ่มสูงยังคงสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องและครบถ้วนไม่แตกต่างจากในระยะต้น นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มสูงยังสามารถอธิบายได้ว่าความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุมานั้นใช้ทำอะไรได้อยู่ในระดับดีเหมือนเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการทำกิจกรรมในห้องเรียนที่เคยเรียนมาแล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการตอบแบบวัด แต่ยังไม่สามารถระบุชื่อความรู้คณิตศาสตร์มาถูกต้องได้ โดยชื่อที่ถูกต้องคือ อัตราส่วนและร้อยละ และพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งในภาพรวมถือว่านักเรียนไม่ได้ระบุผิด แต่ใช้ชื่ออันเป็นที่เข้าใจในแบบย่อ

ในส่วน of นักเรียนกลุ่มปานกลาง นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องครบทุกส่วน และสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องและชัดเจนขึ้น ดังภาพที่ 16 นอกจากนี้ยังสามารถระบุชื่อเรื่องหรือความรู้คณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงได้ถูกต้องมากขึ้นจากระยะต้น (ภาพที่ 15)

คำถามที่ 1 : หากลิชบอกคะแนนกับเจนว่า ลิชได้คะแนนสอบเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเต็มของการสอบครั้งนี้เท่า 50 คะแนน เจนจะคิดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของเธอได้อย่างไร? นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เรื่องใดในการช่วยเจนคิดคะแนนสอบของเธอและใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ *

ใช้ความรู้เรื่อง ร้อยละ โดยทำการหาคะแนนที่ลิชได้จาก การนำร้อยละคูณกับคะแนนเต็ม

ภาพที่ 15 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง

คำถามที่ 1 : ถ้าต้องการใส่น้ำลงในตุ้บปลาให้ระดับน้ำมีความสูงเป็นร้อยละ 80 ของความสูงของตุ้บปลา คั้นจะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ” *

ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วน ในการหาความกว้างยาวสูงของตุ้บปลา
 ใช้ความรู้เรื่องร้อยละ ในการหาระดับความสูงของน้ำ
 ใช้ความรู้เรื่องปริมาตร ในการหาปริมาตรน้ำที่ต้องใช้

ภาพที่ 16 แสดงการระบุนความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง

จากภาพที่ 16 จะพบว่านักเรียนกลุ่มปานกลางสามารถระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถอธิบายการนำความรู้นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นจากระยะต้น ในภาพที่ 15 นอกจากนี้ยังได้สัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนสามารถเริ่มจับประเด็นปัญหาของสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น และสามารถระบุว่าจะนำความรู้คณิตศาสตร์นั้นไปใช้ทำอะไรบ้าง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูอ่านโจทย์แล้วเห็นว่าโจทย์ให้อัตราส่วนของความกว้าง ความยาว ความสูงมา ก็เลยคิดว่าจะต้องนำอัตราส่วนนี้มาใช้ แล้วโจทย์ก็บอกว่าต้องใส่น้ำในตุ้บปลาร้อยละ 80 ก็เลยใช้เรื่องร้อยละค่ะ และโจทย์ก็ถามหาปริมาตรที่ต้องใช้ด้วย ก็เลยใช้เรื่องปริมาตรค่ะ และข้อสอบมันคล้าย ๆ กับที่ทำในคาบด้วยค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง พบว่านักเรียนสามารถระบุนความรู้คณิตศาสตร์ได้ครบถ้วนมากกว่าในระยะต้น ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดีขึ้นมาก เมื่อเทียบกับระยะต้น (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

และในส่วนนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีเพิ่มขึ้น สามารถระบุนความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้และอธิบายการนำความรู้นั้นไปใช้ได้ค่อนข้างชัดเจน แต่นักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ต้องพัฒนายังไม่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยยังคงระบุนความรู้ได้เพียงบางส่วน และไม่สามารถอธิบายการนำความรู้นั้นไปใช้ให้ชัดเจนได้ ดังภาพที่ 17

คำถามที่ 1 : ถ้าต้องการให้นำลงในตุ้บปลาให้ระดับน้ำมีความสูงเป็นร้อยละ 80 ของความสูงของตุ้บปลา คั้นจะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร "นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ" *

ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนร้อยละเพื่อหาตัวกว้าง

ภาพที่ 17 แสดงการระบุนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง

จากภาพที่ 17 จะพบว่านักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ต้องพัฒนายังไม่มีพัฒนาการที่ดีขึ้นเท่าที่ควร ยังไม่สามารถระบุนักเรียนกลุ่มที่เกี่ยวข้องได้ครบถ้วน และยังไม่สามารถอธิบายการนำความรู้ไปใช้ให้ละเอียดได้ แต่นักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาที่ไม่ได้เป็นตัวแทนของกลุ่ม สามารถระบุนักเรียนกลุ่มที่เกี่ยวข้องได้เพิ่มขึ้น และสามารถอธิบายการนำความรู้ไปใช้ได้ค่อนข้างชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้ได้มีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถระบุนักเรียนกลุ่มที่เกี่ยวข้องได้ครบ เป็นเพราะว่านักเรียนลืมชื่อเนื้อหาคณิตศาสตร์และนักเรียนรีบทำแบบวัดด้วย แต่ขณะสัมภาษณ์ นักเรียนสามารถระบุนักเรียนกลุ่มที่เกี่ยวข้องได้เพิ่ม ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูยังไม่ค่อยเข้าใจเท่าไรคะว่าโจทย์ให้หาอะไรบ้าง รู้แต่แค่อัตราส่วนที่ให้มา ใช้หาความกว้าง ความยาวคะ แต่ตอนหนูพอได้เห็นโจทย์อีกรอบ มันต้องใช้สูตรการหาพื้นที่ด้วยคะที่ให้หาปริมาตรของตุ้บปลา”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนสามารถระบุนักเรียนกลุ่มที่เกี่ยวข้องครบและถูกต้อง ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดีขึ้นกว่าระยะต้น (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

องค์ประกอบที่ 2 คือ การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 70.31 หากพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นกว่าในระยะต้น ซึ่งถ้าพิจารณานักเรียนรายกลุ่มความสามารถจะพบว่า นักเรียนกลุ่มสูงกับนักเรียนกลุ่มปานกลางมีความสามารถในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นกว่าระยะต้นมาก ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่ดีกว่าระยะต้นเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่มความสามารถ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า

นักเรียนกลุ่มสูงเริ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาและสามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ละเอียดและถูกต้องจนนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 18

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาว่า ถ้าคันต้องการใส่น้ำลงในตุ้บปลาให้ระดับน้ำมีความสูงเป็นร้อยละ 80 ของความสูงของตุ้บปลา คันจะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร *

- 1.หาความกว้าง ยาว สูง ของตุ้บปลาจากอัตราส่วนที่โจทย์ให้มา
- 2.หาปริมาตรของตุ้บปลา กว้าง คูณ ยาว คูณ สูง
- 3.หาร้อยละ 80 หรือ 80 ส่วน 100 มาคูณกับปริมาตรของตุ้บปลาจะได้ปริมาณน้ำที่ใช่

ภาพที่ 18 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะกลาง

จากภาพที่ 18 จะพบว่า นักเรียนกลุ่มสูงสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่ได้ระบุไว้ในองค์ประกอบที่ 1 ได้ดีขึ้น และยังสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่ระบุมาได้ดี จนนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมว่า นักเรียนสามารถกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งเกิดจากการเริ่มลองกำหนดความรู้ที่จะใช้ในแต่ขั้นตอนของการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ผมเริ่มอ่านโจทย์แล้วก็ค่อย ๆ ดูว่าโจทย์ถามอะไร และวิธีแก้มันต้องทำอะไรบ้าง และก็ลองแก้ดู อันไหนติดก็ลองมาดูว่าใช้เรื่องถูกไหม ถ้าติดก็เปลี่ยนครับ”

สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลางยังคงสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาและสามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ยังพบข้อผิดพลาดเล็กน้อยในการระบุรายละเอียดของขั้นตอนการแก้ปัญหาที่นักเรียนระบุตกหล่นไว้ ถึงอย่างไรก็ตามแนวทางที่นักเรียนได้ระบุไว้ยังคงนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งอยู่ในระดับดี เท่าเดิม ดังภาพที่ 19

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาว่า ถ้าคันต้องการใส่น้ำลงในตุ้บปลาให้ระดับน้ำมีความสูงเป็นร้อยละ 80 ของความสูงของตุ้บปลา คันจะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร *

- 1.เทียบอัตราส่วนเพื่อหาความกว้าง ความยาว ความสูงของตุ้บปลา
- 2.หาความสูงของน้ำ โดยใช้ร้อยละ
- 3.หาปริมาตรของน้ำ โดยนำ ความกว้าง ยาว สูงของระดับน้ำมาคูณกัน

ภาพที่ 19 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง

จากภาพที่ 19 จะพบว่านักเรียนกลุ่มปานกลางยังคงสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาได้ แต่ยังคงพบความผิดพลาดเล็กน้อยที่นักเรียนไม่ได้ระบุนัยละเอียดในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหา ถึงอย่างไรก็ตามสิ่งที่นักเรียนไม่ได้ระบุไว้ก็อาจถือเป็นความเข้าใจที่สามารถละไว้ได้หลังจากอ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว และแนวทางที่นักเรียนได้ระบุมาก็สามารถนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับบทสัมภาษณ์ของนักเรียนดังต่อไปนี้

“ตอนที่ทำข้อนี้หนูรีบไปหน่อยค่ะ เลยไม่ได้เขียนว่าใช้ร้อยละเท่าไร แต่รู้ว่าต้องใช้ร้อยละ 80 ความสูงของตู้ปลาในการหาปริมาตรค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง พบว่านักเรียนสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้ดีขึ้นมากจากระยะต้น ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดีขึ้นมาก (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

ในส่วนของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาเริ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากระยะต้น นักเรียนสามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้ดี แต่ยังไม่สามารถอธิบายในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในบางขั้นตอนได้ ถึงอย่างไรก็ตามแนวทางที่นักเรียนได้ระบุมายังสามารถนำไปสู่การแก้หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ ดังภาพที่ 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาว่า ถ้าคันต้องการใส่น้ำลงในตู้ปลาให้ระดับน้ำมีความสูงเป็นร้อยละ 80 ของความสูงของตู้ปลา คันจะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร *

1. คุณ 2 ตรงอัตราส่วน ก:ข จะได้ 2:6 ซึ่งก็คือความยาว
2. หาความสูงของระดับน้ำที่มีความสูงเป็นร้อยละ 80 นำไปคูณกับความสูงตู้ปลาจะได้ความสูงของน้ำ
3. แล้วนำกว้าง×ยาว×สูง จะได้น้ำทั้งหมด

ภาพที่ 20 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง

จากภาพที่ 20 จะพบว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาเริ่มมีการพัฒนาขึ้น โดยสามารถระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายในบางขั้นตอนที่นำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ได้ เช่น การหาปริมาตรโดยนำความกว้างคูณความยาวคูณความสูง ถึงอย่างไรก็ตาม สิ่งที่นักเรียนได้ระบุมายังสามารถนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์จาก

องค์ประกอบที่ 1 ได้ แต่นักเรียนทราบว่าแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์สามารถทำอย่างไรได้บ้าง ทำให้ในแต่ละขั้นตอนที่นักเรียนได้อธิบายมาไม่ได้ระบุถึงความรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ก็จากข้อแรกหนูไม่จำชื่อเรื่องไม่ได้ แต่หนูรู้ว่าข้อนี้มันต้องทำยังไง
เลยอธิบายไปแบบนี้ค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้ดีขึ้น แต่ยังมีบางขั้นตอนที่ยังไม่สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ภาพรวมถือว่าดีขึ้นกว่าในระยะต้น ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 56.25 หากพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า นักเรียนสามารถระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้เพิ่มมากขึ้น แต่ยังคงขาดการอธิบายเงื่อนไขที่คล้ายกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงขาดการอธิบายรายละเอียดของตัวอย่างสถานการณ์กับความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้ ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหา ของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่มความสามารถ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า

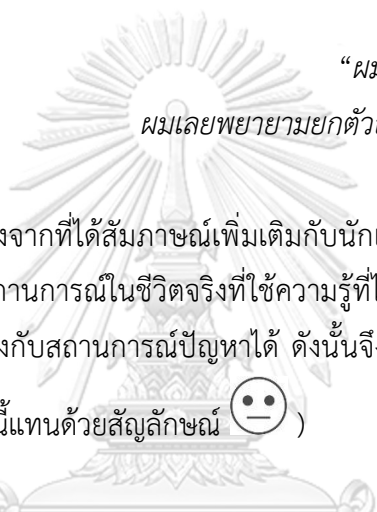
นักเรียนกลุ่มสูงสามารถระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ได้ครบ แต่การอธิบายรายละเอียดเงื่อนไขของตัวอย่างสถานการณ์ที่ระบุมายังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหลักที่กำหนดไว้ ซึ่งพัฒนาการโดยรวมของนักเรียนกลุ่มสูงดีขึ้นจากระยะต้นเล็กน้อยดังภาพที่ 21

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

ใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน ในการเปรียบเทียบราคาสินค้าในแต่ละร้าน
ใช้ความรู้เรื่อง การหาปริมาตร ในการหาปริมาตรของแก้ว

ภาพที่ 21 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะกลาง

จากภาพที่ 21 จะพบว่านักเรียนกลุ่มสูงสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ได้ครบ แต่ตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนระบุมาเป็นสถานการณ์ในภาพกว้าง ๆ เท่านั้น ยังขาดการกำหนดเงื่อนไขที่สัมพันธ์กับสถานการณ์หลักที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับบทสัมภาษณ์เพิ่มเติมของนักเรียนกลุ่มสูงว่า นักเรียนกลุ่มสูงยังไม่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใช้เงื่อนไขความรู้คณิตศาสตร์ตามที่ระบุไว้ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่รู้วิธีการกำหนดให้สอดคล้องกับสถานการณ์หลักที่กำหนดไว้ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้



“ผมไม่รู้จะใช้เงื่อนไขอะไรตามโจทย์ครับ

ผมเลยพยายามยกตัวอย่างที่คล้าย ๆ ที่ใช้ 2 เรื่องนั้นครับ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มสูงพบว่า นักเรียนสามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใช้ความรู้ที่ได้ระบุมาได้ครบ รวมถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาได้ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มสูงมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลางเริ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากระยะต้น เนื่องจากนักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปและยังกำหนดเงื่อนไขได้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาหลักที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 22

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

ตัวอย่างปัญหา เช่น ต้องการทราบปริมาตรน้ำในสระว่ายน้ำ โดยน้ำมีความสูงเป็น ร้อยละ 70 ของความสูงของสระ เมื่อความกว้างต่อยาวเป็น 1:2 และความยาวต่อสูง เป็น 3:4

ภาพที่ 22 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะกลาง

จากภาพที่ 22 จะพบว่านักเรียนกลุ่มปานกลางสามารถยกตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาหลักได้ โดยนักเรียนได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจากเดิมแต่ยังคงเงื่อนไขที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์หลักไว้ได้ดี ซึ่งจากบทสัมภาษณ์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนสามารถเริ่มยกตัวอย่างสถานการณ์ได้ โดยดูสถานการณ์ปัญหาเป็นหลัก แล้วสังเกตเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาใช้ จากนั้นได้ปรับสถานการณ์

และเงื่อนไขให้แตกต่างกันแต่ยังคงคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาหลักไว้ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี่

“หนูก็ดูจากโจทย์เป็นหลักค่ะ ดูว่าโจทย์ถามอะไรบ้าง และต้องทำอะไร
เลยยกตัวอย่างคล้าย ๆ ที่ทำเหมือนโจทย์เลยคะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มปานกลางพบว่า นักเรียนสามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใช้ความรู้ที่ได้ระบุมานี้ได้ครบ รวมถึงกำหนดเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหลักได้ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มปานกลางมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดี (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

ในส่วนของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนายังคงไม่มีการพัฒนาที่ดีขึ้น โดยนักเรียนยังคงระบุตัวอย่างสถานการณ์กว้าง ๆ ไม่คล้ายกับสถานการณ์ปัญหาหลัก และตัวอย่างที่นักเรียนระบุนั้นถึงแม้จะมีความสัมพันธ์กับความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ระบุไว้ในองค์ประกอบที่ 1 แต่ตัวอย่างสถานการณ์ของนักเรียนนั้นไม่มีการกำหนดเงื่อนไขที่จะใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 23

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

การหาอัตราส่วนของการทำขนม : นำตาล แป้ง น้ำ

ภาพที่ 23 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง

จากภาพที่ 23 จะพบว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาระบุตัวอย่างสถานการณ์ที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนระบุไว้ และนักเรียนไม่ได้กำหนดเงื่อนไขการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในส่วนนั้นเลย จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนรู้เพียงว่าต้องยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุมานี้เท่านั้น แต่ในขณะที่ทำแบบวัดนักเรียนไม่สามารถสร้างเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ทัน แต่หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ 3 พบว่า นักเรียนตัวแทนกลุ่มที่ต้องพัฒนาเริ่มสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ดีขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนระบุไว้ในแบบวัด แต่ยังไม่ถูกต้องทั้งหมด ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี่

“หนูรู้แค่ว่าต้องยกตัวอย่างให้ใช้เรื่องอัตราส่วน ร้อยละแค่นั้นค่ะ
และตอนทำหนูไม่รู้จะคิดเงื่อนไขยังไงด้วยค่ะ”

“พอครูอธิบายหนูพอเริ่มเข้าใจนิดหน่อยแล้วค่ะว่าต้องหาตัวอย่างที่ใช้เรื่องที่เขียนมา
และต้องทำเหมือนกับโจทย์ด้วย งั้นจากที่หนูตอบไปขอเพิ่มเป็น
การทำขนมที่กำหนดอัตราส่วนของแป้งต่อน้ำตาลเป็น 1ต่อ3 และน้ำตาลต่อน้ำเป็น 2ต่อ5
และให้ปริมาตรแต่ละอย่างไม่เกินร้อยละ 70 ค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียน
ยังไม่สามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใช้ความรู้ที่ได้ระบุมารวมถึงแนวทาง
การแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาไว้ในแบบวัดได้ แต่หลังจากได้สัมภาษณ์
นักเรียนเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนตัวแทนกลุ่มที่ต้องพัฒนาสามารถยกตัวอย่างที่ใกล้เคียงได้
แต่ยังไม่ถูกต้องทั้งหมด ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดี
เมื่อเทียบกับระยะต้น (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

ดังนั้น จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่มความสามารถในระยะกลาง ตามที่ได้กล่าวไว้
ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ในภาพรวมของนักเรียนทุกกลุ่มเริ่มมีพัฒนาการที่ดีเพิ่มขึ้น
มากกว่าระยะต้นในทุกองค์ประกอบ

นอกจากนี้ ใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษาเพิ่มเติม พบว่า
ตั้งแต่กิจกรรมที่ 6 เป็นต้นไป นักเรียนทุกกลุ่มสามารถระบุรายละเอียดด้วยตนเองได้มากขึ้น
จากในระยะต้น และยังมีน้อยครั้งที่นักเรียนขอความช่วยเหลือ โดยผู้วิจัยสังเกตขณะปฏิบัติ
กิจกรรมพบว่า นักเรียนกลุ่มสูงและปานกลางของแต่ละกลุ่มเริ่มสามารถช่วยเหลือเพื่อนร่วม
กลุ่มในการระบุรายละเอียดต่าง ๆ ได้ดีและยังช่วยเหลือเพื่อนร่วมกลุ่มที่ไม่เข้าใจหรือไม่
สามารถระบุรายละเอียดได้อีกด้วย

ต่อจากนี้ จะได้ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่มความสามารถในระยะหลังทดลอง ดังนี้

3. พัฒนาการของนักเรียนในระยะหลังทดลอง (กิจกรรมที่ 8 - 10)

สำหรับในช่วงระยะหลังทดลอง ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการความสามารถในการ
เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกสุ่มเลือกมาเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่ม

ความสามารถ ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาจากแนวคิดที่นักเรียนแสดงไว้ในแบบวัด และ สัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนที่แสดงไว้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละ องค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับ สถานการณ์ปัญหา นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 75.00 หากพิจารณาในภาพรวม จะพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้สถานการณ์ ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้นจากระยะกลาง ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการระบุ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่ม ความสามารถ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า

นักเรียนกลุ่มสูงมีพัฒนาการที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ โดยนักเรียนสามารถระบุความรู้ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องครบทุกส่วน และสามารถอธิบายรายละเอียดในการ นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจน ดังภาพที่ 24

คำถามที่ 1 : ผลหารขุมยิงเนวิซัลจะต้องงายหน้าขึ้นอีกก้องศาจากระยะเดิมถึงจะมองข้าศึกในตำแหน่งใหม่ และถ้าหาก ข้าศึกเปิดการปะทะขึ้น ผลหารขุมยิงเนวิซัลจำเป็นต้องยิง ระยะทางของกระสุนไปยังข้าศึกเป็นเท่าไร "นักเรียนจะต้อง ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ" *

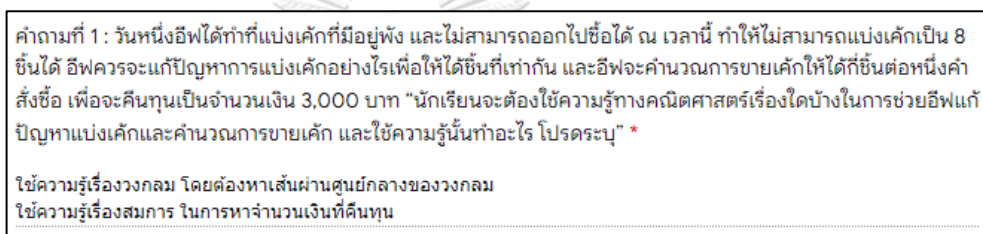
ใช้เรื่องตรีโกณมิติ เพื่อจะรู้ว่าต้องงายเพิ่มอีกก้องศา
ใช้เรื่องพีทาโกรัส เพื่อจะได้ระยะทางของกระสุน

ภาพที่ 24 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง

จากภาพที่ 24 จะพบว่านักเรียนกลุ่มสูงในช่วงหลังทดลองสามารถระบุ ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายถึงการ นำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน หากพิจารณาในส่วนของ พัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงจะ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีอย่างต่อเนื่องจากระยะต้นจนถึงระยะหลังทดลองในส่วนของ การระบุความรู้คณิตศาสตร์รวมถึงการอธิบายรายละเอียดที่จะนำความรู้ไปใช้ ทั้งนี้ จาก การสัมภาษณ์นักเรียนตัวแทนกลุ่มสูงเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่ได้ ทำกิจกรรมในชั้นเรียนไปมาประยุกต์ใช้ในการทำแบบวัด ทำให้นักเรียนสามารถระบุความรู้ ที่ต้องใช้และอธิบายรายละเอียดที่ต้องใช้ของความรู้ที่ระบุมาได้ดี ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ ต่อไปนี้

“จากที่ผมทำข้อสอบทั้งหมดได้ มันคล้ายกับที่ครูสอนให้ทำในห้องเรียนครับ การที่เราจะแก้ปัญหาได้ เราต้องระบุปัจจัยและหาว่าต้องใช้เรื่องอะไรมาช่วยแก้ แล้วก็แก้ปัญหา เลยทำให้ผมทำข้อสอบอันนี้ได้ครับ”

ในส่วนของนักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนา มีพัฒนาการที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ โดยนักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องและครบทุกส่วนเพิ่มขึ้น และสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจนและตรงประเด็นเพิ่มมากขึ้น ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะหลังทดลอง

จากภาพที่ 25 พบว่า นักเรียนกลุ่มปานกลางสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และมีวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันไป จากประสบการณ์ในมุมมองการแก้ปัญหาปัญหาของนักเรียนแต่ละคน แต่นักเรียนตัวแทนยังคงระบุชื่อความรู้คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง โดยที่ถูกต้องคือสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แต่ในภาพรวมถือว่านักเรียนระบุได้ถูก เพียงแต่ใช้ชื่อเรียกทั่ว ๆ ไป ซึ่งพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มปานกลางในช่วงหลังทดลองมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดี

และนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่ดีขึ้น เช่นเดียวกัน โดยนักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้เพิ่มขึ้นและถูกต้อง รวมถึงสามารถอธิบายรายละเอียดในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจน ดังภาพที่ 27 เมื่อเทียบกับระยะกลาง (ภาพที่ 26)

คำถามที่ 1 : ถ้าต้องการใส่น้ำลงในตุ๋ปลาให้ระดับน้ำมีความสูงเป็นร้อยละ 80 ของความสูงของตุ๋ปลา คุณจะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ” *

ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนร้อยละเพื่อหาตัวคูณ

ภาพที่ 26 แสดงการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะกลาง

คำถามที่ 1 : วันหนึ่งอ๊ฟได้ทำที่แบ่งเค้กที่มีอยู่พัง และไม่สามารถออกไปซื้อได้ ณ เวลานั้น ทำให้ไม่สามารถแบ่งเค้กเป็น 8 ชิ้นได้ อ๊ฟควรจะแก้ปัญหาการแบ่งเค้กอย่างไรเพื่อให้ได้ชิ้นที่เท่ากัน และอ๊ฟจะคำนวณการขายเค้กให้ได้กี่ชิ้นต่อหนึ่งคำสั่งซื้อ เพื่อจะคืนทุนเป็นจำนวนเงิน 3,000 บาท “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการช่วยอ๊ฟแก้ปัญหาแบ่งเค้กและคำนวณการขายเค้ก และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ” *

ใช้การทพ.ท.กลมเพื่อหาการแบ่งเค้กเพื่อให้ได้เค้กที่แบ่งอย่างเหมาะสมและมากที่สุด และใช้สมการ เพื่อหาคืนทุน

คำถามที่ 1 : ผลหารขุ่มยิงเนวีซัลจะต้องเงยหน้าขึ้นอีกกี่องศาจากระยะเดิมถึงจะมองข้าศึกในตำแหน่งใหม่ และถ้าหากข้าศึกเปิดการปะทะขึ้น ผลหารขุ่มยิงเนวีซัลจำเป็นต้องยิง ระยะทางของกระสุนไปยังข้าศึกเป็นเท่าไร “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ” *

ใช้เรื่องตรีโกณมิติในการหาองศาการเงย และระยะทางของการยิงกระสุน

ภาพที่ 27 แสดงการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะหลังทดลอง

จากภาพที่ 27 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนา สามารถระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และมีวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันไป เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาเป็นปัญหาที่อยู่ในชีวิตจริงทำให้มุมมองในการแก้ปัญหาปัญหของนักเรียนแตกต่างกันออกไป และความรู้คณิตศาสตร์รวมถึงการอธิบายการใช้ความรู้นั้นไปใช้ทำอะไรบ้างที่นักเรียนระบุนั้นชัดเจนและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มที่ต้องพัฒนา (เมื่อเทียบภาพที่ 26) ในช่วงหลังทดลองมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดูอย่างเห็นได้ชัดจากช่วงระยะต้นและระยะกลาง และเห็นได้ชัดในนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนา ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมของนักเรียนตัวแทนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนเริ่มมีวิธีการพิจารณาสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น สามารถระบุนิยามความรู้ที่ต้องใช้และอธิบายการนำความรู้ไปใช้ตามเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดไว้ได้ จากประสบการณ์ที่ได้ทำกิจกรรมในชั้นเรียน

“หนูค่อยเห็นโจทย์แล้ว มันก็คล้ายกับที่ทำในห้อง เลยลองทำแบบในห้องดูค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทุกกลุ่มพบว่า นักเรียนสามารถระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์เพิ่มจนครบและถูกต้องได้ดีกว่าในทุกระยะ โดยเฉพาะนักเรียนกลุ่ม

ที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างเห็นชัด ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนทุกกลุ่มมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดีขึ้นมากที่สุด (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

องค์ประกอบที่ 2 คือ การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 76.04 หากพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นมากจากระยะกลาง โดยที่นักเรียนกลุ่มสูงกับนักเรียนกลุ่มปานกลาง มีพัฒนาการที่ดีขึ้นเหมือนกัน กล่าวคือนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีลักษณะการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาได้ดีดังเดิมจากระยะกลาง ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาได้ละเอียดเพิ่มขึ้น รวมถึงยังสามารถอธิบายถึงการใช้ความรู้นั้นใช้ทำอะไรในแต่ละขั้นตอนได้อีกด้วย ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรายละเอียดลักษณะการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนตัวแทนในแต่ละกลุ่มความสามารถ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้ระบุไว้ พบว่า นักเรียนกลุ่มสูงและนักเรียนกลุ่มปานกลางสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาและสามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ละเอียดและถูกต้องจนนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ดีและละเอียดดังเดิม ดังภาพที่ 28 และ 29

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาระยะความสูงของถนนด้านนอกโค้งที่ถูกยกให้สูงจากแนวระดับ *

1. แทนมุมที่ผิวถนนกระทำต่อพื้นราบเป็น t องศา
2. ใช้ $\tan t = \text{ความสูง} / \text{รัศมีถนน}$ แก้สมการแล้วหาความสูง

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหารายละเอียด ดังต่อไปนี้ *

- แก้ปัญหาการแบ่งเค้ก ให้ได้เค้กที่เท่ากันทุกชิ้น
- คำนวณการขายเค้กให้ได้กี่ชิ้นต่อหนึ่งคำสั่งซื้อ เพื่อจะคืนทุนเป็นจำนวนเงิน 3,000 บาท

1. แก้ปัญหาการแบ่งเค้กโดยใช้เรื่องเซตเดอว์รงกลมหาพื้นที่เค้กแล้วก็แบ่งเค้กให้ได้ 8 ชิ้น
2. ใช้สมการหาจำนวนเค้กที่ต้องขาย โดยนำจำนวนเค้กคูณกับ 150 และบวกค่าส่ง 100 เท่ากับ 3000
3. แก้สมการ $150x + 100 = 3000$ ออกมาจะได้จำนวนเค้ก

ภาพที่ 28 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง

คำถามที่ 2 : "ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ" ในการหาระยะความสูงของ
ถนนด้านนอกโค้งที่ถูกยกให้สูงจากแนวระดับ *

1. กำหนดให้มุมที่ขอบถนนถูกยกขึ้นมาเป็น x องศา
2. กำหนดให้รัศมีของถนนเป็น y
3. หาความสูงโดยใช้ $\tan x =$ ความสูงที่ยกขึ้น/รัศมีของถนน

คำถามที่ 2 : "ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ" ในการหาระยะเอียง ดังต่อไป
นี้ *

- แก้ปัญหาการแบ่งเค้ก ให้ได้เค้กที่เท่ากันทุกชิ้น
- คำนวณการขายเค้กให้ได้กัชิ้นต่อหนึ่งคำสั่งซื้อ เพื่อจะคืนทุนเป็นจำนวนเงิน 3,000 บาท

- หาเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม แล้วตัดแบ่งไปเรื่อยๆ เป็นรูปดอกจัน
- ให้ m เป็นจำนวนเค้ก
- นำ $150m + 100$ แล้วเท่ากับ 3000 แก้สมการหาจำนวนเค้ก

ภาพที่ 29 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยหลังทดลอง

จากภาพที่ 28 และภาพที่ 29 พบว่านักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาจากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ดีและสามารถอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องจนนำไปสู่การหาคำตอบได้ ซึ่งหากพิจารณาถึงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหานั้น นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ มีพัฒนาการที่ดีตั้งแต่ระยะกลางจนถึงในระยหลังทดลอง

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางพบว่านักเรียนสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้ดีขึ้นเรื่อย ๆ จากระยะกลาง ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดีขึ้นมากที่สุด (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

ในส่วนองนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนา นักเรียนกลุ่มนี้มีพัฒนาการที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ จากระยะกลาง โดยนักเรียนสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาได้ดีและละเอียดขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาตอนเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ครบ หากพิจารณาในภาพรวมของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาถือว่าสามารถอธิบายได้ดีเพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 30

<p>คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาระยะความสูงของถนนด้านนอกโค้งที่ถูกยกให้สูงจากแนวระดับ *</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ให้รัศมีของถนนเป็น X และความสูงเป็น h 2. แทนมุมที่ผิวถนนกระทำต่อพื้นราบเป็น t องศา 3. ใช้ $\tan t = h/x$ ในการหาความสูง
<p>คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหารายละเอียด ดังต่อไปนี้ *</p> <ul style="list-style-type: none"> - แก้ปัญหาการแบ่งเค้ก ให้ได้เค้กที่เท่ากันทุกชิ้น - คำนวณการขายเค้กให้ได้กัชิ้นต่อหนึ่งคำสั่งซื้อ เพื่อจะคืนทุนเป็นจำนวนเงิน 3,000 บาท <ol style="list-style-type: none"> 1. ให้พ.ท. เค้กที่เหลือเป็น x 2. ให้พ.ท. เค้กแต่ละชิ้นเป็น y 3. จากนั้นนำตัวแปร x และ y มาหารกัน 4. ใช้สมการหาจำนวนเค้กที่ต้องขายเพื่อคืนทุน 5. ให้จำนวนเค้กเป็น m 6. เอา 150 คูณ m รวมกับคำสั่ง จะได้เท่ากับ 3000 7. แก้สมการหาจำนวนเค้ก

ภาพที่ 30 แสดงการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยหลังทดลอง

จากภาพที่ 30 จะพบว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ละเอียด โดยนักเรียนสามารถระบุถึงการกำหนดใช้ตัวแปรรวมถึงการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ และในแต่ละขั้นตอนที่นักเรียนได้ระบุไว้สามารถอธิบายได้ชัดเจนและสามารถเข้าใจได้ว่าต้องดำเนินการแก้ไขปัญหาย่างไรบ้าง ซึ่งถ้าพิจารณาพัฒนาการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในองค์ประกอบที่ 2 จากระยะต้นถึงระยะหลังทดลอง ถือว่าในระยะหลังทดลองนักเรียนมีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปในทางดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมของนักเรียนตัวแทนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นจากการที่นักเรียนพยายามศึกษาแนวทางจากการทำกิจกรรมในห้องเรียน และนักเรียนค้นพบว่ากิจกรรมที่ทำในห้องเรียนสามารถนำมาเป็นแนวทางในการทำแบบวัดนี้ได้ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูเพิ่งรู้ว่ากิจกรรมที่ทำในห้องมันคล้ายกับการทำข้อสอบอันนี้เลยจริง ๆ อาจเป็นเพราะว่าก่อนหน้านี้หนูอาจจะไม่ตั้งใจเรียนเท่าไรด้วยค่ะ เลยทำไม่ค่อยได้ แต่ตอนนี้พอทำได้แล้วค่ะ”

หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาพบว่า นักเรียนสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้ดีขึ้น สามารถอธิบาย

ลำดับขั้นตอนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าระยะกลาง ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนามีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดีขึ้นมากที่สุด (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา นักเรียนได้คะแนนร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 59.38 หากพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้ได้ดีขึ้น ทำให้ตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนระบุมาชัดเจนและเกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น แต่นักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ต้องพัฒนายังคงขาดการอธิบายเงื่อนไขที่คล้ายกับสถานการณ์ปัญหา ดังภาพที่ 30 ถึง 33

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยมีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

นาย B ยืนห่างจากตึก 3 เมตร แล้วเงยหน้ามองยอดตึก เป็นมุม x องศา และต้องการหาว่าตึกสูงเท่าไร

ภาพที่ 31 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

เช่น ต้องการแบ่งพิซซ่า 1 ถาดให้ได้ 8 ชิ้นเท่าๆกัน โดยพิซซ่าแต่ละถาดราคา 99 บาท จะต้องขายพิซซ่ากี่ถาดให้ได้เงินคืนทุน 2500 บาท โดยมีค่าส่งครั้งละ 50

ภาพที่ 32 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มปานกลางในระยะหลังทดลอง

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

การแบ่งพิซซ่าของนาย C ที่ต้องการแบ่งให้เมีย 8 ชิ้นเท่าๆกัน

คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2 *

การมองรถที่วิ่งบนถนนจากยอดตึกของนาย A และหาระยะทางของเขากับรถคันนั้น

ภาพที่ 33 แสดงการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาในระยะหลังทดลอง

จากภาพที่ 31 ถึงภาพที่ 33 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มที่ต้องพัฒนาสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ระบุมาในองค์ประกอบที่ 1 และมีแนวทางการแก้ปัญหาสอดคล้องกับองค์ประกอบที่ 2 จาก

การกำหนดเงื่อนไขตัวอย่างสถานการณ์ โดยนักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ต้องพัฒนายังไม่สามารถกำหนดเงื่อนไขของตัวอย่างสถานการณ์ที่ครบถ้วนตามสถานการณ์ปัญหาหลัก ทำให้บางขั้นตอนในการแก้ปัญหาในองค์ประกอบที่ 2 ขาดหายไปบ้าง แต่ภาพรวมยังคงคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาหลักได้ในระดับที่ดี ซึ่งหากพิจารณาพัฒนาการการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาของนักเรียน กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มที่พัฒนาถือว่ามีความพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระยะกลาง โดยเฉพาะนักเรียนกลุ่มที่ต้องพัฒนาสามารถระบุเงื่อนไขของตัวอย่างสถานการณ์ได้ดีกว่าระยะกลางอย่างเห็นได้ชัดแต่ยังไม่ถึงกับดีมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับบทสัมภาษณ์ของนักเรียนทุกกลุ่มพบว่า นักเรียนสามารถกำหนดเงื่อนไขของตัวอย่างสถานการณ์ได้โดยพิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาหลักเป็นแบบ แล้วพยายามกำหนดเงื่อนไขที่ใช้ความรู้ตามทีละขั้นไว้เพื่อที่จะใช้ในขั้นตอนการแก้ปัญหา และได้รับประสบการณ์จากการทำกิจกรรมในห้องเรียนเสริม ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ผมพยายามดูจากเงื่อนไขของโจทย์เป็นหลักครับ
ว่าโจทย์ให้ทำอะไรบ้าง และมันทำอะไร”

“หนูพอรู้แนวจากที่เคย ๆ ทำมาด้วยค่ะว่าต้องทำแบบไหน แต่ก็มีบางส่วนที่หนูยังกำหนดไม่ครบ แต่ก็พอรู้ทีหลังค่ะ ว่าต้องทำไง แต่ตอนทำหนูคิดได้เท่านั้นค่ะ”




























หลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนทุกกลุ่มพบว่า นักเรียนสามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใช้ความรู้ที่ได้ระบุมานี้ได้ครบ รวมถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาได้ แต่นักเรียนตัวแทนของกลุ่มที่ต้องพัฒนายังไม่สามารถระบุเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ครบ ถึงอย่างไรก็ตาม ภาพรวมของสถานการณ์ที่นักเรียนระบุมานี้ถือว่าใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาหลักได้ดี ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนทุกกลุ่มมีพัฒนาการที่อยู่ในระดับดีขึ้นมาก (ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ 😊)

ดังนั้น จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มความสามารถในช่วงหลังการทดลองตามที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการในแต่ละองค์ประกอบดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตามระยะของการทดลอง โดยองค์ประกอบที่มีการพัฒนามากที่สุดคือการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา และการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหา ตามลำดับ

นอกจากนี้ ในช่วงกิจกรรมที่ 8 ถึง 10 นักเรียนทุกกลุ่มสามารถระบายละเอียดด้วยตนเองกันภายในกลุ่มได้ดีจากทุกระยะก่อนหน้า มีเพียงการขอความช่วยเหลือในส่วนของการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาของกิจกรรมเท่านั้น จากใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถระบายละเอียดในส่วนของการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์และแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและดีขึ้นจากระยะก่อนหน้าทั้งหมด รวมถึงการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในทำกิจกรรมได้ถูกต้อง ตรงตามความรู้ที่ใช้และแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาของกิจกรรมได้

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้แยกตามองค์ประกอบ จำแนกตามกลุ่มนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มที่ต้องพัฒนา ตามช่วงระยะเวลาการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปได้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 พัฒนาการของนักเรียนทุกกลุ่มความสามารถตามช่วงระยะเวลาการทดลอง

กลุ่ม	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์								
	องค์ประกอบที่ 1			องค์ประกอบที่ 2			องค์ประกอบที่ 3		
กลุ่มสูง									
กลุ่มปานกลาง									
กลุ่มที่ต้องพัฒนา									
ระยะ	ต้น	กลาง	หลังทดลอง	ต้น	กลาง	หลังทดลอง	ต้น	กลาง	หลังทดลอง

จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งโดยภาพรวมจากคะแนนของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ (ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1 ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2 และฉบับหลังทดลอง) จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบกับการสัมภาษณ์นักเรียนตัวแทน กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มที่

ต้องพัฒนา ภายหลังจากพิจารณาการทำแบบวัด โดยจำแนกตามองค์ประกอบและระยะการทดลอง ซึ่งมีข้อมูลสอดคล้องกัน

ทำให้สรุปได้ว่า พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยเมื่อพิจารณาความสามารถของนักเรียนที่จำแนกตามกลุ่มสูง ปานกลาง และที่ต้องพัฒนา ในแต่ละองค์ประกอบดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตามระยะของการทดลอง โดยองค์ประกอบที่มีการพัฒนามากที่สุดคือการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา และการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหา ตามลำดับ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
4. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่มีลักษณะคะแนนความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และสุ่มเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมา 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนปกติคะแนนความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มีทั้งหมด 3 ชนิด ซึ่งรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จำนวน 10 กิจกรรม ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีค่าเฉลี่ย IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.67 ทุกกิจกรรม แต่ละกิจกรรมใช้เวลา 50 นาที
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 4 ฉบับ แบ่งเป็น ฉบับก่อนทดลอง และฉบับหลังทดลอง อย่างละ 1 ฉบับ และฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 อย่างละ 1 ฉบับ โดยเนื้อหาที่ใช้ในแบบวัดเป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเป็นเนื้อหาที่สอดแทรกในระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งแบบวัดทุกฉบับได้ผ่านเกณฑ์จากการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย พบว่า แต่ละแบบวัดมีค่าเฉลี่ย IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.67 และมีค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ดังนี้

2.1 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง มีค่าความยาก (p) 0.43 – 0.68 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.23 – 0.33 และค่าความเที่ยง 0.78

2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1 มีค่าความยาก (p) 0.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.54

2.3 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2 มีค่าความยาก (p) 0.49 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.69

2.4 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังทดลอง มีค่าความยาก (p) 0.59 – 0.72 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.31 – 0.54 และค่าความเที่ยง 0.84

3. แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแนวคำถามที่ใช้สัมภาษณ์เพื่อให้ได้รายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM (2000) ที่นักเรียนได้แสดงไว้ในแบบวัด โดยผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนคนเดิมที่ได้คัดเลือกไว้จากคะแนนของแบบวัดฉบับก่อนเรียน ตามระดับกลุ่มความสามารถสูง ปานกลาง และที่ต้องพัฒนา กลุ่มละ 1 คน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนนักเรียน และเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ดังนี้

1. ชั้นเตรียมการ

ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด ได้แก่ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จำนวน 10 กิจกรรม พร้อมทั้งใบกิจกรรม แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง และฉบับหลังทดลอง อย่างละ 1 ฉบับ และฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 อย่างละ 1 ฉบับ และแบบสัมภาษณ์ จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทุกฉบับไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง เพื่อนำมาปรับปรุงให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

2. ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำแบบวัด 45 นาที ถัดมาผู้วิจัยนำแบบทดสอบของนักเรียนมาตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกกลุ่มระดับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสูง ปานกลาง และกลุ่มที่ต้องพัฒนาเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ครั้งถัดไป เมื่อดำเนินการข้างต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมจำนวน 10 ครั้ง (กิจกรรมละ 50 นาที) และจัดการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง จำนวน 2 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง ซึ่งการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 จัดขึ้นในช่วงท้ายกิจกรรมที่ 4 และ 7 ตามลำดับ พร้อมทั้งมีการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย เพื่อใช้ในการศึกษาพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง พร้อมทั้งสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เพื่อใช้ในการศึกษาพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สุดท้ายผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อนำมาใช้ในการตอบวัตถุประสงค์ในการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยได้เป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และผลการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

จากงานวิจัยที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์นั้น เป็นกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการนำสถานการณ์ในชีวิตจริงมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน และพิจารณาสถานการณ์ปัญหานั้นด้วยการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบสำหรับสถานการณ์ปัญหานั้น โดยชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มีลักษณะดังนี้ มีกิจกรรมทั้งหมด 10 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมมีเอกสารประกอบทั้งหมด 3 ส่วน คือ 1) สื่อประกอบการเรียนการสอน 2) ใบกิจกรรม และ 3) แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เนื้อหาในแต่ละกิจกรรมอยู่ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมขึ้นจากแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ และกิจกรรมทั้งหมด 10 กิจกรรม มีค่าเฉลี่ย IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.67 ดังแสดงในภาคผนวก จ ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ นอกจากนี้ในแต่ละกิจกรรมได้ปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ในด้านการปรับโครงสร้างภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการจัดกิจกรรม ด้านการอธิบายความหมายของตัวแปรที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ในส่วนของการแปลผลกิจกรรม และด้านการจำกัดขอบเขตของคำตอบของสถานการณ์ปัญหา เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความเข้าใจที่ไม่ตรงกันกับจุดประสงค์หลักของกิจกรรม จากการประเมินในเชิงปริมาณและคุณภาพข้างต้น ถือว่าชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ

2. ผลการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยเมื่อพิจารณาความสามารถของนักเรียนที่จำแนกตามกลุ่มสูง ปานกลาง และที่ต้องพัฒนา ในแต่ละองค์ประกอบดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตามระยะของการทดลอง โดยองค์ประกอบที่มีการ

พัฒนามากที่สุดคือการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา และการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหา ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

สำหรับการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะแบ่งการอภิปรายออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 การอภิปรายผลจากการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 2 การอภิปรายผลความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 3 การอภิปรายพัฒนาการการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การอภิปรายผลจากการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งเน้นในการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ในชีวิตจริงผ่านกระบวนการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยสถานการณ์ที่เลือกใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง บริบทของสถานการณ์มีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้แนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ผ่านการแปลงสถานการณ์ปัญหาให้มาเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบมา จากนั้นนำคำตอบที่อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์มาแปลความเพื่อกลับไปตอบปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ทั้งนี้มีเหตุผลสนับสนุนให้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีคุณภาพ ดังนี้

ประการแรก ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในหลายด้าน เช่น มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อสถานการณ์ปัญหา มีความสามารถในการสื่อสาร นำเสนอแนวคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา และมีความสามารถในการทำงานร่วมกัน ซึ่งจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรมคือให้นักเรียนได้ร่วมกันเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมจริงที่นอกเหนือจากหลักสูตร พร้อมทั้ง

ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาหรือในชีวิตจริงด้วยแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ทำให้ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรม จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ชุดกิจกรรมมีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ที่เสนอว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีความคุณภาพนั้น ผู้เรียนต้องมีความสามารถในด้านความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และมีความสามารถในการทำงานเป็นระบบ มีความรับผิดชอบ รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

ประการสอง ขั้นตอนการออกแบบชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยขั้นตอนของแต่ละกิจกรรมมีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน โดยขั้นตอนการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามหลักวิชาการ ตั้งแต่การวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์และค้นหาสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่น่าสนใจว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับวิชาคณิตศาสตร์ และมีแนวคิด วิธีการหรือรูปแบบการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนทั่วไปในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถัดมานำข้อมูลข้างต้นมาใช้ในการออกแบบกิจกรรม จากการศึกษาเลือกสถานการณ์ปัญหาและนำมาออกแบบเป็นกิจกรรมนั้นสอดคล้องกับ Blum and Ferri (2009) ที่กล่าวว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์สามารถออกแบบได้จากการนำสถานการณ์ปัญหาในชีวิตมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Aufa, Saragih & Minarni (2016) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเรียนรู้แบบอิงบริบท โดยการออกแบบกิจกรรมทั้งหมด 10 กิจกรรม ผู้วิจัยออกแบบผ่านการสร้างตามลักษณะเฉพาะของแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนของ OECD (2009) คือ 1) เริ่มต้นด้วยปัญหาในชีวิตจริง 2) มองปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 3) ค่อย ๆ ตัดทอนข้อเท็จจริงให้เหลือเท่าที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา 4) แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 5) แปลผลจากการแก้ปัญหาให้กลับไปตอบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง โดย 5 ขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จะสอดแทรกในหลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ

สำหรับจุดประสงค์หลักของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดให้เป็นคณิตศาสตร์นี้ คือเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากในหลักสูตร ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาหรือในชีวิตจริงของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายผ่านการดำเนินกิจกรรมในห้องเรียน ตาม

ขั้นตอนดังต่อไปนี้ **ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม** เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดกิจกรรมรวมทั้งอธิบายภาพรวมของกิจกรรม จากนั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการนำเสนอปัญหา พร้อมกับตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมคิด วิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ได้เผชิญ (ขั้นที่ 1 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) และกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปัญหา พร้อมระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สามารถทำการแก้ปัญหาเริ่มต้นได้

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรม เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 2 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลและหาปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และระบุโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ปัจจัย และความสัมพันธ์นั้น ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้เริ่มแปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 3 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ด้วยการร่วมกันพิจารณาตัดทอนข้อเท็จจริงที่ไม่จำเป็นต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่เป็นจำเป็นต่อการแก้ปัญหาเหล่านั้นมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแปลงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 4 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ที่เหมาะสมกับปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ร่วมกันแปลผล (ขั้นที่ 5 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้และข้อสรุปที่ผ่านการนำคำตอบที่ได้ปรับไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงการอภิปรายถึงความสมเหตุสมผลถึงคำตอบที่ได้ และวิพากษ์ถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูจะคอยสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนและสร้างข้อสรุปนั้นให้เป็นที่เข้าใจของนักเรียนทั้งหมด

เมื่อออกแบบชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จำนวน 10 กิจกรรมเสร็จแล้ว ได้มีการนำชุดกิจกรรมไปพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ด้วยการประเมินความสอดคล้องของ ชุดกิจกรรมกับจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรม และการประเมินความสอดคล้องของการดำเนินกิจกรรมกับกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ถัดมานำผลจากการประเมินมาวิเคราะห์ผลของชุดกิจกรรม พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์มาปรับปรุงกิจกรรม ทำให้ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องของการดำเนินกิจกรรมกับกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ จากขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมในข้างต้น สอดคล้องกับการสร้างชุดกิจกรรมของ อารีย์ ศรีเดือน (2547) และ เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) คือมีการเตรียมงานด้านวิชาการในส่วนของการศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่

เกี่ยวข้อง และเลือกเนื้อหาในการสร้างกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน และมีการนำชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบคุณภาพ

จากการอภิปรายผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีกระบวนการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ และมีความแตกต่างในส่วนของคุณลักษณะของการจัดกิจกรรมกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ จากการประเมินความสอดคล้องของชุดกิจกรรมกับจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรมและการประเมินความสอดคล้องของการดำเนินกิจกรรมกับกระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ สกส. ตั้งเกล้าสกุล (2560) ที่กล่าวว่า การพัฒนาชุดกิจกรรมอย่างเป็นระบบนั้น จะช่วยให้ลักษณะของกิจกรรมมีความเด่นชัด และช่วยให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ระบุไว้ว่า คณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 2 การอภิปรายผลความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ในส่วนการอภิปรายผลความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ 1. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 และ 2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุนที่ทำให้ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม มี 2 ประการดังนี้

ประการแรก ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เน้นการนำสถานการณ์ในชีวิตจริงมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน พร้อม

ทั้งพิจารณาสถานการณ์ปัญหานั้นด้วยการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์ หรือประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ได้รับจากการเรียนหรือขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัว ดังตัวอย่างกิจกรรมที่ถูกออกแบบมาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง และรวบรวมไว้เป็นชุดกิจกรรมในหน้าที่ 42 จึงทำให้นักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสอดคล้องกับ Donald et al. (1993) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอน สร้างปัญหาจากชีวิตจริง สร้างแบบจำลองจากจริง สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แล้วสรุปผลลัพธ์หรือคำตอบ จะช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตจริง และสอดคล้องกับ Fauzan et al. (2002) ที่กล่าวว่า การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ส่งผลเชิงบวกให้แก่เรียนอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมาจะทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และนำประสบการณ์ที่ได้รับจากแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์นั้น ๆ ได้ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนเห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้อีกด้วย ทั้งยังสอดคล้องกับ Dickinson et al. (2010) ที่กล่าวว่า การนำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงมาจัดการเรียนการสอนที่ใช้ในการศึกษาคณิตศาสตร์นั้นช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในความสามารถในด้านต่าง ๆ และพัฒนาความรู้ในเนื้อหา

ประการสอง นักเรียนที่เข้าร่วมการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จำนวน 10 กิจกรรม ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนั้นเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในชีวิตจริง ที่ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในด้านต่าง ๆ เช่น การพิจารณาสถานการณ์ปัญหาด้วยมุมมองทางคณิตศาสตร์ การลงมือปฏิบัติจริงด้วยสถานการณ์จำลองของแต่ละกิจกรรม และการนำประสบการณ์ที่ได้รับมาไปเชื่อมโยงกับกิจกรรมนั้น นอกจากนี้นักเรียนยังได้ฝึกหาแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาเพื่อนำมาใช้หาคำตอบในเชิงคณิตศาสตร์ แล้วจะได้แปลงคำตอบนั้นกลับไปตอบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงตามบริบทของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้รับประสบการณ์ดังกล่าวจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่จะนำมาเสนอเป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ **เผชิญกับปัญหาในชีวิตจริง** (ขั้นที่ 1 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ผ่านการให้ทดลองใช้สถานการณ์จำลองหรือผ่านการเล่ากิจกรรม จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้เริ่มร่วมกันปฏิบัติสถานการณ์จำลอง พร้อมทั้งทำความเข้าใจ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาว่าเกี่ยวกับ

อะไรและมีปัจจัยไหนที่สำคัญบ้าง สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) และ สิริพร ทิพย์คง (2551) ที่เสนอว่า นักเรียนควรฝึกทำความเข้าใจและตีความจากการอ่านสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจหรือสถานการณ์ปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ ตามความเหมาะสมกับช่วงวัย จากนั้นครูใช้คำถามนำว่า “สถานการณ์ปัญหานี้เกี่ยวกับอะไร และนักเรียนคิดว่าปัจจัยที่สำคัญของสถานการณ์ปัญหานี้คืออะไร” โดยถ้าหากนักเรียนกลุ่มไหนไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเรียกถามครูได้ทันที พร้อมทั้งให้นักเรียนกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหา ซึ่งการให้นักเรียนได้ปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มจะให้นักเรียนช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี ร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกิจกรรม หลังจากนักเรียนกำหนดปัจจัยสำคัญ ถัดมานักเรียนจะได้พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 2 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมว่า “ทำไมถึงคิดว่าปัจจัยที่เลือกมานั้นเป็นปัจจัยสำคัญ และปัจจัยเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรถ้าจะนำมาใช้แก้ปัญหา” และ “ปัจจัยที่นักเรียนเลือกมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใด” จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันอภิปรายหาความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยกับความรู้อคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ระบุนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ ถัดมานักเรียนจะได้เริ่ม **แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์** (ขั้นที่ 3 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ด้วยการร่วมกันพิจารณาตัดทอนข้อเท็จจริงที่ไม่จำเป็น ให้เหลือเฉพาะปัจจัยเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ด้วยการให้นักเรียนได้จำลองสถานการณ์ปัญหาผ่านการ ทด เขียน หรือวาดรูป เพื่อเป็นแนวทางในการแปลงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนดำเนินการ **แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** (ขั้นที่ 4 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ผ่านการใช้สัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะ และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากที่นักเรียนได้ทတ်ไว้ สอดคล้องกับ Good (1973) ที่กล่าวไว้ว่า การสอนให้ผู้เรียนรู้จักการแก้ปัญหา ควรสอนให้รู้จักคิด มองปัญหาด้วยเหตุผล แล้วแก้ปัญหานั้นอย่างมีเหตุผล จากนั้นครูถามนักเรียนว่า “แนวทางในการแก้ปัญหานี้มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง” เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยครูคอยสนับสนุนพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องแนวทางของนักเรียน จากการทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในข้างต้น ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ สกกล ตั้งเก้าสกุล (2560) และ เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ที่ได้ทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้สถานการณ์

ปัญหาต่าง ๆ มาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป นักเรียนจะร่วมกัน**แปลผล** (ขั้นที่ 5 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) จากคำตอบที่ได้เพื่อนำไปปรับเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอภิปรายถึงความสมเหตุสมผลถึงคำตอบที่ได้ และวิพากษ์ถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรม รวมถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงสอดคล้องกับแนวคิดของ เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร (2551) ที่กล่าวไว้ว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูด หรือแลกเปลี่ยนแนวคิด จะส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย และยังสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวว่าการให้ผู้เรียนชี้แจงหรืออภิปราย จะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานพร้อมสะท้อนแนวคิดของตนเอง

จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงผ่านสถานการณ์จำลอง ฝึกพิจารณาสถานการณ์ปัญหาถึงปัจจัยที่สำคัญ พร้อมทั้งกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์และหาคำตอบ จากนั้นนำคำตอบทางคณิตศาสตร์แปลความกลับไปตอบสถานการณ์ปัญหา จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ผู้วิจัยตั้งได้ไว้ ทั้งนี้เหตุผลสำคัญที่สนับสนุนจนเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย อาจเกิดจากการที่นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เนื่องจากก่อนหน้าที่นักเรียนจะได้เข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่เคยได้รับการเรียนในรูปแบบการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิต และสถานการณ์ปัญหาที่นำมาประกอบใช้ในกิจกรรมเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนทั้งที่คาดถึงและคาดไม่ถึง ทำให้นักเรียน

เกิดความสนใจในดำเนินกิจกรรม โดยในกิจกรรมที่ 1 ถึง 4 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมจะพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองหรือภายในกลุ่มได้ ครูผู้สอนจะคอยให้ความช่วยเหลือในส่วนของการแนะนำให้นักเรียนฝึกกระบวนการแก้ปัญหา ที่สำคัญ ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับปัจจัยที่เลือกมา และเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา รวมไปถึงการแปลผลคำตอบ ถัดมาในช่วงกิจกรรมที่ 5 ถึง 6 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนเริ่มสามารถระบุปัจจัยที่สำคัญและระบุความรู้คณิตศาสตร์ได้ แต่ยังคงขอความช่วยเหลือในการให้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาและการแปลผลคำตอบ และช่วงท้ายของการทดลองในกิจกรรมที่ 7 ถึง 10 นั้น นักเรียนสามารถดำเนินการกิจกรรมได้ด้วยตนเองมากขึ้น สามารถระบุปัจจัยที่สำคัญและความรู้คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น รวมถึงการใช้แนวทางในการแก้ปัญหาและแปลผลคำตอบได้ถูกต้องมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพัฒนาการของนักเรียนตามระยะการทดลอง ซึ่งเหตุผลหลักที่สนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง เป็นเพราะนักเรียนได้ฝึกฝนการปฏิบัติกิจกรรมที่มีแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ จึงทำให้นักเรียนเห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงมากขึ้น สามารถนำวิชาคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ สอดคล้องกับ Treffer and Goffree (1985 อ้างอิงใน De Lange, 1996: 69) ที่กล่าวว่าการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ใช้กิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตจริง มีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เฝ้ามองกับปัญหาในชีวิตจริง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เฝ้ามองกับปัญหาในชีวิตจริงและต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาด้วยการวิเคราะห์หาปัจจัยที่สำคัญ ขั้นที่ 2 พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนในการหาความสัมพันธ์ถึงปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นที่ 1 ว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร และระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ที่ระบุว่า ควรให้ออกสให้นักเรียนในการแสดงออกทางความคิดเห็นกับสิ่งที่เลือก จะทำให้นักเรียนเห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนในการพิจารณาตัดทอนข้อเท็จจริงที่ไม่จำเป็น ให้เหลือเฉพาะปัจจัยเท่าที่จำเป็น และฝึกการจำลองสถานการณ์ปัญหาผ่านการทด เขียน หรือวาดรูป เพื่อเป็นแนวทางในการแปลงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนในการอภิปรายถึงเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา ส่งผลให้

นักเรียนเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสัญลักษณ์ กฎ สูตร ภาษาเฉพาะได้อย่างรอบคอบ ชั้นที่ 5 แผลผล เป็นขั้นตอนที่นำคำตอบที่ได้ในรูปคณิตศาสตร์กลับมาแปลความหมายเพื่อใช้ตอบให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งขั้นตอนของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในข้างต้น อาจทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการพิจารณาสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงผ่านมุมมองในเชิงคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบปกติ และสอดคล้องกับ Thomas and Santiago (2002) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องจัดให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ จะทำให้นักเรียนนั้นเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และรักในการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดแทรกในสถานการณ์ในชีวิตจริงผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหา สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามที่ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ได้เสนอว่าครูควรจัดกิจกรรมหรือใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ Ontario (2007) ที่ระบุว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างได้จากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์และความจำเป็นของคณิตศาสตร์ที่นอกเหนือจากชั้นเรียน และสอดคล้องกับ Sawyer (2008) ที่สรุปไว้ว่า การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้คณิตศาสตร์กับสาขาวิชาที่หลากหลาย หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง จะนำไปสู่ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้

ส่วนที่ 3 การอภิปรายผลพัฒนาการการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่กลุ่มสูง ปานกลาง และที่ต้องพัฒนา ในแต่ละองค์ประกอบดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตามระยะของการทดลอง โดยองค์ประกอบที่มีการพัฒนามากที่สุดคือ

การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา และการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาตามลำดับ

การนี้จะขออภิปรายถึงข้อค้นพบที่พบว่า องค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ โดยเรียงลำดับองค์ประกอบที่มีการพัฒนาจากดีขึ้นมากไปดีขึ้นน้อย ดังนี้ การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา และการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหา ตามลำดับ

จากการศึกษาพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์พบว่า มีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยลำดับของแต่ละองค์ประกอบที่มีการพัฒนามากที่สุดคือ การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา และการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหา ตามลำดับ อาจเกิดจากเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

ประการที่ 1 จากที่นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสในการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ได้ฝึกพิจารณาสถานการณ์ปัญหาอย่างละเอียด โดยนักเรียนจะได้แสดงแนวคิดของแต่ละคนอย่างอิสระ ก่อนนำมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรมเหล่านี้อย่างต่อเนื่อง น่าจะเป็นเหตุผลหนึ่งซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับที่ ซูรายา สัสตีวงศ์ (2555) ได้พบว่า การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดอิสระ วางแผนและลงมือทำด้วยตนเอง จะช่วยให้การแก้ปัญหาคืบหน้า ซึ่งขั้นตอนหนึ่งของการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ ก็คือ การวางแผนแก้ปัญหา ที่เป็นการคิดหาวิธีการหรือเทคนิคการแก้ปัญหา จึงทำให้องค์ประกอบการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นด้วย และกิจกรรมในส่วนนี้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมถึงให้ความสนใจในการมีส่วนร่วม เพราะได้มีรวมกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สอดคล้องกับ Illinois Mathematics and Science Academy (2008) ที่เสนอว่า การเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง สามารถหาแนวทางการแก้ปัญหาได้หลากหลาย รวมถึงการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จะทำให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และเหมาะสม

จากเหตุผลทั้งสองข้างต้น จึงอาจทำให้เป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในองค์ประกอบการอธิบายแนวทางแก้ปัญหโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มากกว่าองค์ประกอบอื่น

ประการที่ 2 จากการที่นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมใช้ชุดกิจกรรมตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการเจอปัญหาลักษณะแบบนี้ รวมถึงในแต่ละกิจกรรมจะมีส่วนที่ให้นักเรียนจะได้ระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรม การที่นักเรียนจะวิเคราะห์ถึงสถานการณ์ปัญหาว่าจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดมาใช้ นักเรียนจะต้องจำชื่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ครบทุกเรื่อง และในช่วงก่อนการดำเนินการวิจัยเป็นช่วงสถานการณ์โควิด 19 ทำให้รูปแบบการเรียนการสอนยังไม่เต็มประสิทธิภาพเนื่องจากเป็นรูปแบบออนไลน์ทั้งหมด ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเรียกชื่อความรู้ได้ถูกต้อง หรือหลงลืมชื่อความรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ จิรรัตน์ จตุรานนท์ (2554) ที่กล่าวว่า หากขาดการฝึกฝนในเนื้อหาหรือความรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิดความหลงลืมในเนื้อหาหรือความรู้คณิตศาสตร์ได้ แต่หลังที่นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการเลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหากับเพื่อนร่วมกลุ่ม สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่ระบุว่า ควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับการเรียนเสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงการนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา และเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ จึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในช่วงระยะกลางของการทดลอง โดยสังเกตได้จากคะแนนจากแบบวัดและการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม พบว่าข้อมูลสอดคล้องกัน

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมา จึงอาจเป็นส่วนที่ทำให้องค์ประกอบการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาดีขึ้น แต่ตรงจากองค์ประกอบการอธิบายแนวทางแก้ปัญหโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

ประการที่ 3 จากการเรียนในรูปแบบออนไลน์ในกิจกรรมที่ 1 ถึง 6 และเรียนรูปแบบการเรียนปกติผสมกับรูปแบบออนไลน์ในกิจกรรมที่ 7 ถึง 10 จะมีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถปฏิบัติสถานการณ์จำลองได้ครบทุกคน เนื่องจากมีนักเรียนที่มีปัญหาทางด้านอินเทอร์เน็ตขัดข้อง หรือช้า และมีนักเรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมอีกด้วย ทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์ในการระบุนิยามที่ใกล้เคียงกับปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ พลฐวัตร ฉิมทอง (2563) ที่กล่าวว่า การเรียนรูปแบบออนไลน์ หาก

นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในขณะที่เรียน จะทำให้ครูไม่สามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานขณะเรียนได้ รวมถึงความไม่พร้อมของอุปกรณ์และความไม่เสถียรของอินเทอร์เน็ต ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่องและไม่สามารถแบ่งปันผลงานของตนเองกับเพื่อนร่วมห้องได้ จากที่ได้กล่าวมา จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้องค์ประกอบการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาถึงจะมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่น้อยกว่าองค์ประกอบอื่น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิจัยไปใช้

1. จากประสบการณ์การนำชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เนื้อหาของชุดกิจกรรมเป็นความรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและบางกิจกรรมจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ในหลาย ๆ อย่างที่เคยผ่านมาในชีวิตจริง เช่น ช่วงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้ยินหรือพบเจอ ประสบการณ์การวิเคราะห์โจทย์ การฝึกฝนทำโจทย์คณิตศาสตร์ และความมุ่งมั่นต่อความยากลำบากในขณะเจอสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน เป็นต้น จึงทำให้การจัดกิจกรรมนี้ควรจัดอยู่ในรูปแบบของกิจกรรมเสริมหลักสูตรนอกเวลาเรียนปกติ เพราะกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ให้เกิดประโยชน์อันสูงสุดแก่นักเรียน ควรมีครูผู้ช่วยในการจัดกิจกรรมเพิ่ม เพื่อคอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ทั่วถึง เนื่องจากขณะกิจกรรมนักเรียนจะเกิดข้อสงสัยต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้กิจกรรมดำเนินเสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนด และควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมเพิ่มเป็น 60 – 90 นาทีสำหรับนักเรียนบางคนที่ไม่เคยมีประสบการณ์ หรือคุ้นชินกับการพิจารณาสถานการณ์ปัญหาในมุมมองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการยืดหยุ่นในการฝึกประมวลความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้รับมาและนำมาใช้การแก้สถานการณ์ปัญหาได้

2. การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ครูควรวิเคราะห์บริบทของสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมอย่างถี่ถ้วน เพราะอาจมีนักเรียนบางส่วนไม่เคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ เช่น สถานการณ์นั้น ๆ เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่ได้สนใจ สถานการณ์นั้นไม่ได้เกิดขึ้นในช่วงที่นักเรียนสามารถรับรู้และทำความเข้าใจ เป็นต้น หากกิจกรรมที่เลือกสถานการณ์มาใช้กับนักเรียนนั้นเป็นดังที่กล่าวมาในข้างต้น ครูสามารถดำเนินกิจกรรมต่อได้ด้วยการใช้วิธีการยกตัวอย่าง

สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ของกิจกรรมนั้นในช่วงเริ่มกิจกรรมเพื่อเป็นการเพิ่มประสบการณ์ให้กับนักเรียนในการนำไปประยุกต์ใช้ในขณะจัดกิจกรรมและช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 3 การระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหา ตามผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการระบุตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับปัญหาเพิ่มขึ้นหลังจากใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งถัดไป

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้พบประเด็นบางอย่างที่น่าสนใจในการศึกษาต่อในชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ในประเด็นของการพัฒนาชุดกิจกรรมให้เอื้อต่อการเรียนการสอนทั้งรูปแบบออนไลน์และรูปแบบการเรียนปกติ ในส่วนของการออกแบบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม และประเด็นของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยพบว่า มีนักเรียนบางคนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูง (มากกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม) กลับมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์น้อย และเป็นเช่นเดียวกันในทางตรงกันข้าม ในการวิจัยครั้งถัดไปจึงขอเสนอให้ศึกษาในประเด็นของการพัฒนาชุดกิจกรรมให้เอื้อต่อการเรียนการสอนทั้งรูปแบบออนไลน์และรูปแบบการเรียนปกติ รวมถึงการออกแบบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมให้เอื้อต่อความสะดวกของนักเรียนมากที่สุด และประเด็นของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม นอกจากนี้ผู้วิจัยขอแนะนำโปรแกรมสำหรับการจัดกิจกรรมในรูปแบบออนไลน์เพื่อให้ นักเรียนสะดวกต่อการดำเนินกิจกรรมเป็นกลุ่ม ได้มีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือแสดงหน้าจอให้เพื่อนร่วมกลุ่มได้ดูร่วมกัน คือโปรแกรม Discord (<https://discord.com/download>)

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. โรงพิมพ์องค์การ
รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กิติโรจน์ ปันทรนนทกะ. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้
เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถใน
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารครูศาสตร์, 48(3), 21-40.
- เกศินี เพ็ชรรุ่ง. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับ
ชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- จिरรัตน์ จตุรานนท์. (2554). การศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
และความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนของนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ วิชาเอก
คณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์. เดอะ
มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้น. .
- ซูรายา สัสดีวงศ์. (2555). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนา
ความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด
วิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พลฐวัตร ฉิมทอง. (2563). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างงานที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แพรวไหม สามารถ. (2555). การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2532). สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.
- ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ต้นบรรจง. (2532). เสริมการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รชนี บุญลือ. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรนารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สกล ตั้งเก้าสกุล. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. ศรีเมืองการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Vol. 3). 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). รายงานการสังเคราะห์แนวคิดและวิธีจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิริพร ทิพย์คง. (2551). เป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 53(599-601), 12-19.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Aufa, M., Saragih, S., & Minarni, A. (2016). Development of Learning Devices Through Problem Based Learning Model Based on the Context of Aceh Culturals. *Journal of Education and Practice*.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical Modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*.
- De Lange, J. (1996). *Using and Applying Mathematics in Education* (Vol. 4). Kluwer Academic Publishers.
- Dickinson, P., Eade, F., Gough, S., & Hough, S. (2010). Using Realistic Mathematics Education with Low to Middle Attaining Pupils in Secondary Schools. *Proceeding of the British Congress for Mathematics Education*.
- Donald, R., Kerr, J., & Other. (1993). *Mathematical model to provide application in the classroom*. NCTM.
- Fauzan, A., Slettenhaar, D., & Plomp, T. (2002). Traditional Mathematics Education vs. Realistic Mathematics Education: Hoping for Changes. .
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.6981&rep=rep1&type=pdf>
- Good, C. V. (1973). *Directrionary of Education*. McGraw-Hill.
- Grigoraş, R. (2010). MODELLING IN ENVIRONMENTS WITHOUT NUMBERS – A CASE STUDY.
- Guberman, S. R. (2004). A Comparative Study of Children's Out-of-School Activities and Arithmetical Achievements. *Journal For Research in Mathematics Education*, 35(2), 117.
- Illinois Mathematics and Science Academy. (2008). *Problem-Based Learning Matters*.
http://www.pbln.imsa.edu/resources/PBL_Matters.pdf
- Kennedy, L. M., Tipps, S., & Johnson, A. (2008). *Guiding Children's Learning of Mathematics* (Vol. 9th ed). Thomson Wadsworth.

- Knott, A. (2014). *THE PROCESS OF MATHEMATISATION IN MATHEMATICAL MODELLING OF NUMBER PATTERNS IN SECONDARY SCHOOL MATHEMATICS* Stellenbosch University].
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principle and Standards for School Mathematics* (Vol. 1). National Council of Teachers of Mathematics.
- Ontario. (2007). *The Ontario Curriculum Grades 11 and 12*.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills*.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2009). *PISA 2009 Assessment Framework-Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. OECD.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013a). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework – Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013b). *Strong Performers and Successful Reformers in Education - Lessons from PISA 2012 for the United States*. OECD.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD.
- Sawyer, A. (2008). Making Connections: Promoting Connectedness in early. *Proceeding of the 31st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australaria*, 429-435.
- Siregar, R., & Daut Siagian, M. (2019). Mathematical connection ability: teacher's perception and experience in learning. *Journal of Physics*. (IOP Publishing Ltd)
- Thomas, C. D., & Santiago, C. T. (2002). *Building Mathematically Powerful Student Through Connections*. National Council of Teacher of Mathematics.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The Didactical Use of Model in Realistic Mathematics Education: an Example from a Longitudinal Trajectory on

Percentage. *Education Studies in Mathematics*, 54, 9-35. (Kluwer Academic Publishers)

Wheeler, D. (2001). *Mathematisation as a Pedagogical Tool* (Vol. For the Learning of Mathematics 21). FLM Publishing Association.

Yoon, C. (2009). Modeling the Height of the Antiderivative. http://www.merga.net.au/documents/Yoon_RP09.pdf (Mathematics Education Research Group of Austrelasia.)





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก กรอบแนวคิดการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

การรวบรวมสื่อการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากครูผู้ที่จะจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นเครื่องมือในการสอน หรือสื่อสาระหว่านกับครูในชุดกิจกรรมจะประกอบไปด้วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีการจัดรวบรวมไว้เป็นชุด ตามลำดับขั้นตอน และในกิจกรรมมีองค์ประกอบของการจัดกิจกรรมซึ่งประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง/ความสำคัญของกิจกรรม วัตถุประสงค์ เวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ เนื้อหาสาระ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผล

การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

1. เน้นชื่อกับปัญหาในชีวิตจริง
2. พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์
3. แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. การแปลผล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 **1. เตรียมความพร้อม** เป็นขั้นตอนที่ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรม พร้อมเน้นย้ำถึงความสำคัญและความรับผิดชอบของการทำงาน ซึ่งนักเรียนอาจจะได้ช่วยกันทำกิจกรรมทั้งรายเดี่ยว หรือรายกลุ่ม จากนั้นครูทบทวนเนื้อหาหรือเนื้อหาเสนอเนื้อหาใหม่ให้เข้าเป็นต่อการทำกิจกรรมนั้น ๆ เมื่อเสร็จสิ้นแล้ว ครูนำเสนอปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้เผชิญกับ**ปัญหาในชีวิตจริง** (ขั้นที่ 1 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาไว้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น แล้วกำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปัญหา พร้อมระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สามารถแก้ปัญหาเริ่มต้นได้

ขั้นที่ 2 **ขั้นจัดกิจกรรม** เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 2 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ร่วมกับวิเคราะห์ข้อมูลและหาปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ แล้วระบุโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ปัจจัยและความสัมพันธ์นั้น ๆ จากนั้นครูจะสนับสนุนให้นักเรียนได้ **แปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์** (ขั้นที่ 3 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ด้วยการร่วมกันพิจารณาตัดทอนข้อเท็จจริงที่ไม่จำเป็น ให้เหลือเฉพาะเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา โดยกำหนดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือวางนัยทั่วไป หรือปรับรูปแบบไปเป็นทางการ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเป็นการแก้ปัญหาเหล่านั้นมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแปลงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 4 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ผ่านการใช้สัญลักษณ์ กฏ สูตร ภาษามath และวิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบ จากนั้นให้ร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 3 **ขั้นสรุป** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอภิปรายร่วมกัน การแปลผล (ขั้นที่ 5 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ที่ตรงกัน ผ่านการนำคำตอบที่ได้ไปเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอภิปรายถึงความเหมาะสมของคำตอบที่ได้ โดยครูเป็นผู้สังเกตและส่งเสริมเกี่ยวกับกิจกรรม

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

1. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา
2. การอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์
3. การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ผู้เรียนได้รู้ประสบการณ์มาก ที่ใกล้เคียงกับปัญหา



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนันท์ ลีฉะลิมวงศ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัฒนิตา นำแสงวานิช	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวรรณมา ทิมสถิต	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

2. ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัฒนิตา นำแสงวานิช	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวรรณมา ทิมสถิต	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์ อภिरดา มุขโต	โรงเรียนกาญจนาภิเษก วิทยาลัย สุพรรณบุรี

ภาคผนวก ค หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือขอความร่วมมือ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่ อว ๖๔.๖/๕๐๒๔

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๑๕ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา ๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายเชษฐพร เชื้อสุพรรณ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปกิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับระหว่างเรียน จำนวน ๒ ฉบับ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิจัยกิจ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๙๕-๗๗๑๐๔๔๗๕ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ flukresist@gmail.com



ที่ อว ๖๔.๖/๕๐๒๓

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๑๕ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุพรรณบุรี

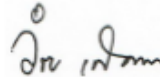
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายเชษฐพร เชื้อสุพรรณ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิมติษฐ์ ละอองปึกฉิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้เก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๙๕-๗๗๐๔๔๗๕ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ lukresist@gmail.com

ที่ อว ๖๔.๖/๕๐๑๘

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๑๔ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายเชษฐพร เชื้อสุพรรณ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิมติษฐ์ ละออบปักฉิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้จึงขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนันท์ ลีเฉลิมวงศ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนันท์ ลีเฉลิมวงศ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตั้งกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๙๕-๙๗๐๔๔๙๕ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ flukresist@gmail.com



บันทึกข้อความ

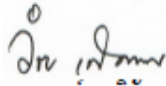
ส่วนงาน กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิจัยกึ่ง ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ โท. ๘๒๕๖๕ ต่อ ๖๗๓๔
 ที่ ฮว ๖๔.๖(๒๗๙๓.๐๔)/๓๒๘๒ วันที่ ๓๔ กันยายน ๒๕๖๔
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัฒนิดา นำแสงวานิช

ด้วย นายเชษฐพร เชื้อสุพรรณ นิสิตหลักสูตรครุศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักฉิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้


 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)
 รองคณบดี
 ปฏิบัติการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิจัย ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ โทร. ๘๒๕๖๕ ต่อ ๖๓๓๔

ที่ อว ๖๔.๖(๒๗๔๓.๐๔)/๓๑๒๐

วันที่ ๖ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวรรณ ทิมสถิตย์

ด้วย นายเชษฐพร เชื้อสุพรรณ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิมดิษฐ์ ละออปักฉิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ภาคผนวก ง ตัวอย่างชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

กิจกรรมที่ 3 “เกม “มาโยนห่วง””

1. ชื่อกิจกรรม : เกม “มาโยนห่วง”
2. วัตถุประสงค์ของกิจกรรม
 เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตและพีชคณิต และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเกม “มาโยนห่วง” เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่จะส่งผลให้การโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด
3. สถานที่ในการจัดกิจกรรม
 ห้องประชุม หรือบริเวณที่มีพื้นที่สำหรับทำงานกลุ่มได้
4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม
 ประมาณ 50 นาที
5. ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์
ความรู้ นักเรียนสามารถ
 - 1) กำหนดความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นผู้ชนะในเกม “มาโยนห่วง” ได้
 - 2) นำความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นผู้ชนะในเกม “มาโยนห่วง” ไปใช้ในการแก้ปัญหาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถ
 - 1) สื่อสาร นำเสนอแนวคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาเกม “มาโยนห่วง”
 - 2) เชื่อมโยงข้อมูลและประสบการณ์ตรงจากทดลองโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมบนพื้น เพื่อมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา
 - 3) มีความคิดสร้างสรรค์ในการพิจารณาและกำหนดภาพของจุดศูนย์กลางเหรียญทั้งหมดที่เป็นไปได้คุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียน
 - 1) ตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

- 2) มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรม
- 3) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม

6. สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้

- 1) ห่วงพลาสติก 6 อัน และเทปแลคซัน 1 ม้วน
- 2) กระดานตารางหมากรุกจำลอง ขนาด 8x8 และ 6x6 ช่อง ที่ทำจากกระดาษแข็ง กลุ่มละ 2 แผ่น
- 3) ชุดเหรียญ 3 ขนาด ได้แก่ เหรียญบาท 1 เหรียญ เหรียญห้า 1 เหรียญ และ เหรียญสิบ 1 เหรียญ กลุ่มละ 1 ชุด

7. คำอธิบายกิจกรรม

กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่เน้นการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยมีสถานการณ์ปัญหาคล้ายกับการโยนห่วงลงขวดตามร้านในงานวัดทั่ว ๆ ไป ที่จะให้ผู้เล่นโยนห่วงเล็ก ๆ ให้ครอบปากขวดน้ำ หากผู้เล่นคนใดโยนห่วงลงครอบปากขวดน้ำ ก็จะได้ขวดน้ำขวดนั้นไป ซึ่งกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ทำในวันนี้ เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดงานวันคณิตศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ดังนี้

“ณ โรงเรียนกาญจนาฯ ได้จัดงานวันคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบูธนิทรรศการและกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย มีบูธหนึ่งชื่อว่า “มาโยนห่วง” ได้จัดเกมกิจกรรมการโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น โดยบูธได้กำหนดกติกาไว้ว่า ในหนึ่งรอบการแข่งขันสามารถมีผู้เล่นได้หลายคน ผู้เล่นแต่ละคนจะสลับกันโยนห่วงให้ลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น คนละ 3 ครั้ง จนครบทุกคนจึงเรียก 1 รอบการแข่งขัน ในการโยนห่วงนี้ หากโยนแล้วห่วงตกอยู่ในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยไม่ทับเส้นขอบช่องจะถือว่า “ผ่าน” หากห่วงทับขอบช่องจะถือว่า “ไม่ผ่าน” และหากห่วงตกนอกตารางจะได้สิทธิ์โยนใหม่ โดยในการแข่งขันแต่ละรอบ หากผู้เล่นคนใดโยน “ผ่าน” ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้ง จะถือเป็นผู้ชนะในรอบนั้น หากนักเรียนได้เข้าเล่นบูธกิจกรรมนี้ จงวิเคราะห์หาปัจจัยที่จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ชนะในเกมนี้”

จากสถานการณ์ข้างต้น กิจกรรมนี้จะให้นักเรียนได้จำลองสถานการณ์การโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น แทนด้วยการโยนเหรียญลงในช่องตารางหมากรุก โดยเหรียญ (เหรียญบาท เหรียญห้า และเหรียญสิบ) แทนห่วง และช่องตารางหมากรุก (ขนาด 6x6 และ 8x8 ช่อง) แทนช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น ซึ่งการจำลองกิจกรรมนี้ยังคงดำเนินการตามกติกาการโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นในข้างต้นดังเดิม

โดยทั่วไปแล้วสำหรับเกมการโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นนี้ ผู้เล่นส่วนใหญ่จะเล่นเกมโดยคำนึงเฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับทักษะการโยน และความบังเอิญที่ควบคุม

ไม่ได้ โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับมุมมองเชิงคณิตศาสตร์ การนี้ หากจะพิจารณาแก่สถานการณ์ปัญหานี้ในมุมมองคณิตศาสตร์แล้ว จะมีวิธีอย่างไร

กิจกรรมนี้จึงเป็นกิจกรรมที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมมือ ช่วยเหลือ และประยุกต์ใช้ความรู้ ตลอดจนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่จะทำให้ชนะในเกมนี้ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ได้ร่วมมือทำกิจกรรมที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

8. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (15 นาที)

1.1) ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรม ว่ากิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้ช่วยกันทำกิจกรรมกลุ่มผ่านการปฏิบัติจริง แล้วนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ต่อไป ถัดมาครูจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 คน โดยให้นักเรียนมีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม คนที่เข้าใจจะต้องช่วยเหลือคนที่ไม่เข้าใจและคนที่ไม่เข้าใจต้องคอยฟังเพื่อนภายในกลุ่มอธิบาย พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

1.2) ครูให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาในชีวิตจริง (ขั้นตอนที่ 1 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ผ่านการนำเสนอสื่อการสอนเกี่ยวกับการโยนห่วงลงขวด ตามงานวัดทั่วไป



ถัดมา ครูได้จำลองสถานการณ์การโยนห่วงลงขวดมาเป็นการโยนห่วงลงช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น จากนั้นครูให้นักเรียนได้ลองโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นที่ครูนำเทปแลคซีนมาแปะ แทนการโยนลงกรอบขวด โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทดลองโยนห่วงให้ลงภายในช่องสี่เหลี่ยม หากนักเรียนใดโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมได้พอดี โดยห่วงไม่ทับเส้นจะ

ถือว่า “ชนะ” และหากนักเรียนใดโยนห่วงออกนอกช่องสี่เหลี่ยม หรือโยนแล้วห่วงทับเส้นขอบช่องจะถือว่า “แพ้” ซึ่งการสร้างสถานการณ์จำลองข้างต้นนั้น จะทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นชินกับสถานการณ์ปัญหาของกิจกรรมได้อย่างดี

1.3) ครูให้นักเรียนได้ศึกษาพร้อมทั้งทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตนเอง จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อสงสัยในสถานการณ์ปัญหา และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นกับสถานการณ์ปัญหาภายในกลุ่ม

1.4) ครูจำลองสถานการณ์การโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น แทนด้วยการโยนเหรียญลงในช่องตารางหมากรุก โดยเหรียญ (เหรียญบาท เหรียญห้า และเหรียญสิบ) แทนห่วง และช่องตารางหมากรุก (ขนาด 6x6 และ 8x8 ช่อง) แทนช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น และครูได้อธิบายกับนักเรียนเพิ่มเติมว่า “การจำลองกิจกรรมนี้ยังคงดำเนินการตามกติกาการโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นในข้างต้นดั้งเดิม”

1.5) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทดลองเล่นเกม 2 รอบ พร้อมทั้งบันทึกผลลงตามตารางที่ใช้ในแต่ละรอบ โดยรอบแรกใช้กระดานขนาด 6x6 ช่อง พร้อมทั้งเลือกเหรียญ 1 ชนิดจาก เหรียญบาท เหรียญห้า และเหรียญสิบ เพื่อใช้ในการเล่นเกม และเมื่อนักเรียนโยนครบทั้ง 3 ครั้งแล้ว ในรอบที่ 2 ให้นักเรียนเปลี่ยนมาใช้กระดานขนาด 8x8 ช่อง พร้อมทั้งเลือกเหรียญที่แตกต่างจากเหรียญที่ใช้ในรอบแรก เมื่อนักเรียนโยนเหรียญครบ 3 ครั้งในรอบที่ 2 เสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 1 ในใบกิจกรรมที่ได้แจกไป

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรม (30 นาที)

ครูดำเนินการจัดกิจกรรมและเป็นผู้คอยกำกับติดตามกิจกรรมโดยให้นักเรียนได้ปรึกษา ไต่ถาม ช่วยเหลือกันระหว่างทำกิจกรรม โดยครูจะเข้าไปช่วยก็ต่อเมื่อนักเรียนร้องขอความช่วยเหลือ

2.1) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการเล่นเกมและการตอบคำถามข้อที่ 1 มาใช้ **พิจารณาปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์** (ขั้นตอนที่ 2 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) โดยครูแนะนำให้นักเรียนเลือกตัดทอนปัจจัยต่าง ๆ จนเหลือปัจจัยที่สำคัญ แล้วพิจารณาเฉพาะปัจจัยที่สำคัญนั้น จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งคอยให้คำแนะนำ แล้วให้นักเรียนบันทึกผลลงในใบกิจกรรมข้อที่ 2

2.2) ครูแนะนำให้นักเรียนพิจารณาลงในรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยที่สำคัญของปัญหา

โดยถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าจะมองปัญหานี้ให้ง่ายขึ้น เพื่อแก้ปัญหาจากการโยนเหรียญชนิดต่าง ๆ ลงบนกระดานสองรูปแบบ นักเรียนคิดว่าควรมองอย่างไร” (ควรมองปัญหานี้ แค่เลือกเหรียญเพียงชนิดเดียวและกระดานเพียงแบบเดียว โดยตัดเหรียญชนิดอื่นและกระดานแบบอื่นออก)

2.3) จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรม เพื่อทดลองกำหนดตำแหน่งของเหรียญที่เป็นไปได้ทั้งหมด แล้วตอบคำถามในข้อที่ 3 และข้อที่ 4 เพื่อเป็นการ**แปลงปัญหาที่อยู่ในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์** (ขั้นตอนที่ 3 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยนผลการวิเคราะห์ และคอยให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนเป็นพิเศษในข้อที่ 4 หากนักเรียนยังไม่ได้รูปตามเฉลย โดยแนะนำให้นักเรียนลองวาดรูปเหรียญตามขอบของช่องตารางโดยที่ไม่ทับเส้นขอบ

2.4) ครูคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเริ่มแปลงความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์เชิงคณิตศาสตร์ (ข้อที่ 5 ในใบกิจกรรม) ที่เป็นส่วนหนึ่งของการ**แก้ปัญหทางคณิตศาสตร์** (ขั้นตอนที่ 4 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) จากนั้นให้นักเรียนนำความสัมพันธ์ที่ได้ ไปใช้ในการแก้ปัญหา แล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 สรุปและแปลผล (5 นาที)

3.1) ครูขออาสาสมัครนักเรียนกลุ่มละ 1 คน ออกมาร่วมกันนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและ**แปลผล** (ขั้นตอนที่ 5 ของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ที่ได้จากการตอบคำถามในใบกิจกรรม จากนั้นครูและนักเรียนทั้งห้องร่วมกันทบทวนปัญหา สรุปผล และอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจที่ตรงกัน เกี่ยวกับประเด็นดังต่อไปนี้

- ปัจจัยที่สำคัญของปัญหานี้คืออะไร
- ปัจจัยที่สำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- ถ้า $d - 2r$ มีค่ามาก จะแปลความได้ว่าอย่างไร (เหรียญมีขนาดเล็ก, โอกาสในการชนะเกมเพิ่มมากขึ้น)

3.2) ครูสรุปกิจกรรมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมในวันนี้

9. ชั้นประเมินผล :

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน	การประเมินผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
ด้านความรู้				
กำหนดความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นผู้ชนะในเกม “มาโยนห่วง” ได้	การทำใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	นักเรียนกำหนดความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นผู้ชนะในเกม “มาโยนห่วง” ได้ถูกต้องร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	
นำความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นผู้ชนะใน “มาโยนห่วง” ไปใช้ในการแก้ปัญหา	การทำใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	นักเรียนนำความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นผู้ชนะในเกม “มาโยนห่วง” ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์				
สื่อสาร นำเสนอแนวคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา “มาโยนห่วง”	1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 2. การทำใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	นักเรียนสื่อสารนำเสนอแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา “มาโยนห่วง” ได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน	การประเมินผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
เชื่อมโยงข้อมูลและประสบการณ์ตรงจากทดลองโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมบนพื้น เพื่อมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา	การทำใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและประสบการณ์ตรงจากทดลองโยนเหรียญมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์				
มีความคิดสร้างสรรค์ในการพิจารณาและกำหนดภาพของจุดศูนย์กลางเหรียญทั้งหมดที่เป็นไปได้	1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 2. การทำใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการพิจารณาและกำหนดภาพของจุดศูนย์กลางเหรียญทั้งหมดที่เป็นไปได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน	การประเมินผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์				
มีความกระตือรือร้นและมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรม	1. สังเกตจากการทำกิจกรรม 2. การทำใบกิจกรรม	แบบประเมินพฤติกรรม	นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	
มีความรับผิดชอบในการทำงาน	การทำใบกิจกรรม	1. ใบกิจกรรม 2. แบบประเมินพฤติกรรม	นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำใบกิจกรรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	
มีความตั้งใจในการทำกิจกรรม	สังเกตจากการทำกิจกรรม	แบบประเมินพฤติกรรม	นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด	

**แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
(ประเมินภาพรวมของห้อง)**

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
มีความกระตือรือร้นและมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรม	มีความกระตือรือร้นในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำร่วมกับผู้อื่น			
มีความรับผิดชอบในการทำงาน	มีความรับผิดชอบในการทำงานขณะทำกิจกรรม			
มีความตั้งใจในการทำกิจกรรม	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ			

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	ดี
5-8	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมเกม “มาโยนห่วง”

สถานการณ์ปัญหา : “ณ โรงเรียนกาญจนาฯ ได้จัดงานวันคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบูธนิทรรศการ และกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย มีบูธหนึ่งชื่อว่า “มาโยนห่วง” ได้จัดเกมกิจกรรมการโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น โดยบูธได้กำหนดกติกาไว้ว่า ในหนึ่งรอบการแข่งขันสามารถมีผู้เล่นได้หลายคน ผู้เล่นแต่ละคนจะสลับกันโยนห่วงให้ลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น คนละ 3 ครั้ง จนครบทุกคนจึงเรียก 1 รอบการแข่งขัน ในการโยนห่วงนี้ หากโยนแล้วห่วงตกอยู่ในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยไม่ทับเส้นขอบช่องจะถือว่า “ผ่าน” หากห่วงทับขอบช่องจะถือว่า “ไม่ผ่าน” และหากห่วงตกนอกตารางจะได้สิทธิ์โยนใหม่ โดยในการแข่งขันแต่ละรอบ หากผู้เล่นคนใดโยน “ผ่าน” ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้ง จะถือเป็นผู้ชนะในรอบนั้น”

หากนักเรียนได้เล่นเกม “มาโยนห่วง” จงวิเคราะห์หาปัจจัยที่จะทำให้ผู้เล่นเป็นผู้ชนะในเกมนี้

จากปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าปัจจัยที่มีผลต่อการแพ้/ชนะ ในเกมนี้คืออะไร โดยทำเครื่องหมาย

✕ หน้าช่องปัจจัย พร้อมระบุเหตุผลประกอบ

ทำเครื่องหมาย	ปัจจัย	เหตุผล
<input type="checkbox"/>	แผ่นตารางหมากรุก	
<input type="checkbox"/>	ช่องตารางหมากรุก	
<input type="checkbox"/>	ขนาดของเส้นช่องตารางหมากรุก	
<input type="checkbox"/>	เหรียญ	
<input type="checkbox"/>	ความหนาของเหรียญ	
<input type="checkbox"/>	น้ำหนักของเหรียญ	

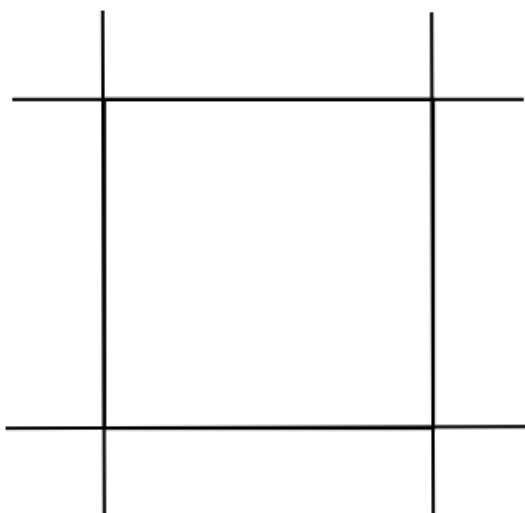
2. จากการทดลองโยนเหรียญ และการกำหนดปัจจัยในข้อที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณา ตัดทอนปัจจัยที่ไม่สำคัญออก เหลือเพียงปัจจัยที่สำคัญ โดยทำสัญลักษณ์ ★ กำกับไว้หลัง ปัจจัยนั้น แล้วพิจารณาว่าปัจจัยที่สำคัญที่เหลือนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

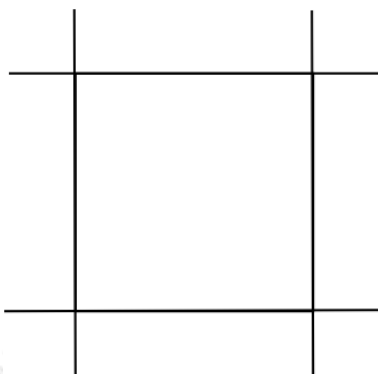
.....

3. หากพิจารณาช่องตารางหมากรุก 1 ช่อง ขนาดดังภาพ ให้นักเรียนใช้เหรียญบาท วาดรูปเหรียญตามเงื่อนไขที่โยนแล้ว “ผ่าน” ลงในช่องที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ อย่างน้อย จำนวน 10 รูป



4. จงวาดจุดศูนย์กลางของเหรียญทุกเหรียญจากในรูปข้อที่ 3 และวาดจุดศูนย์กลางของเหรียญเพิ่ม เมื่อเหรียญมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอนันต์ (โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไข “ผ่าน”) นักเรียนคิดว่าจะออกมาเป็นรูปใด

รูปสำหรับใช้วาด



5. กำหนดให้พื้นที่ของช่องตารางหมากรุกเท่ากับ d^2 และพื้นที่วงกลมเท่ากับ πr^2 แล้วกำหนดสัดส่วนในรูปข้อที่ 4

6. หากมองสถานการณ์จำลองการโยนเหรียญลงในช่องตารางหมากรุกกลับไปสถานการณ์เกม “มาโยนห่วง” ที่เหรียญแทนห่วง และช่องตารางแทนช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น

นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่าง d และ r จะเป็นอย่างไร เมื่อ

6.1 ถ้า d มีค่าเพิ่มมากขึ้น และ r มีค่าเท่าเดิม จะทำให้โอกาสในการชนะเกม “มาโยนห่วง” นี้เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

6.2 ถ้า d มีค่าเท่าเดิม และ r มีค่าเพิ่มมากขึ้น จะทำให้โอกาสในการชนะเกม “มาโยนห่วง” นี้เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ

1. ปัจจัยที่จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ชนะในเกม “มาโยนห่วง” นี้ คืออะไร

.....

.....

.....



แนวทางการตอบคำถาม : ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

สถานการณ์ปัญหา : “ณ โรงเรียนกาญจนาฯ ได้จัดงานวันคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบูธนิทรรศการ และกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย มีบูธหนึ่งชื่อว่า “มาโยนห่วง” ได้จัดเกมกิจกรรมการโยนห่วงลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น โดยบูธได้กำหนดกติกาไว้ว่า ในหนึ่งรอบการแข่งขันสามารถมีผู้เล่นได้หลายคน ผู้เล่นแต่ละคนจะสลับกันโยนห่วงให้ลงในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นคนละ 3 ครั้ง จนครบทุกคนจึงเรียก 1 รอบการแข่งขัน ในการโยนห่วงนี้ หากโยนแล้วห่วงตกอยู่ในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยไม่ทับเส้นขอบช่องจะถือว่า “ผ่าน” หากห่วงทับขอบช่องจะถือว่า “ไม่ผ่าน” และหากห่วงตกนอกตารางจะได้สิทธิ์โยนใหม่ โดยในการแข่งขันแต่ละรอบ หากผู้เล่นคนใดโยน “ผ่าน” ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้ง จะถือเป็นผู้ชนะในรอบนั้น”

หากนักเรียนได้เล่นเกม “มาโยนห่วง” จงวิเคราะห์หาปัจจัยที่จะทำให้ผู้เล่นเป็นผู้ชนะในเกมนี้

บันทึกผลการประเมินเหรียญ

โดยทำเครื่องหมาย เมื่อเหรียญตกอยู่ภายในช่องของตารางหมากรูก
 เมื่อเหรียญตกที่เส้นขอบของตารางหมากรูก

ฉายา	รอบที่ 1			รอบที่ 2			
	ชนิดเหรียญ						
	ตาราง 6x6			ผู้ชนะ			
ชื่อ	1	2	3	1	2	3	ผู้ชนะ
ชื่อ							
ชื่อ							
ชื่อ							
ชื่อ							

จากปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าปัจจัยที่มีผลต่อการแพ้/ชนะ ในเกมนี้คืออะไร โดยทำเครื่องหมาย

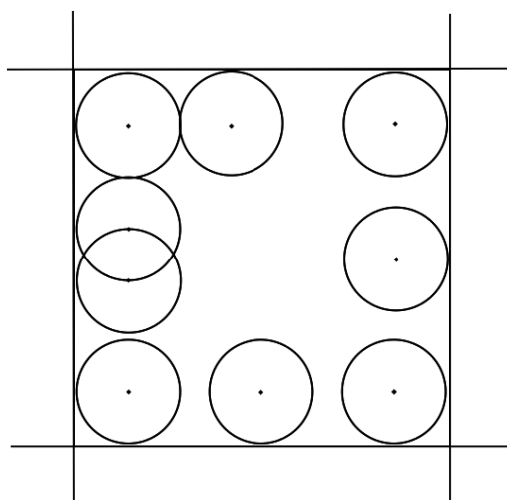
✕ หน้าช่องปัจจัย พร้อมระบุเหตุผลประกอบ

ทำเครื่องหมาย	ปัจจัย	เหตุผล
<input type="checkbox"/>	แผ่นตารางหมากรุก	วัสดุมีผลต่อการโยน (กระเด็น)
<input type="checkbox"/>	ช่องตารางหมากรุก ★	ขนาดของช่องตาราง
<input type="checkbox"/>	ขนาดของเส้นช่องตารางหมากรุก	ความหนาของเส้น
✕ <input type="checkbox"/>	เหรียญ ★	ขนาดของเหรียญ
<input type="checkbox"/>	ความหนาของเหรียญ	ส่งผลต่อการกระเด็น
<input type="checkbox"/>	น้ำหนักของเหรียญ	ส่งผลต่อการกระเด็น

2. จากการทดลองโยนเหรียญ และการกำหนดปัจจัยในข้อที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณา ตัดทอนปัจจัยที่ไม่สำคัญออก เหลือเพียงปัจจัยที่สำคัญ โดยทำสัญลักษณ์ ★ กำกับไว้หลัง ปัจจัยนั้น แล้วพิจารณาว่าปัจจัยที่สำคัญที่เหลือนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

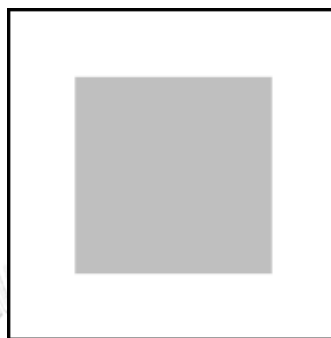
.....ขนาดช่องตารางหมากรุกและขนาดเหรียญต้องต่างกันมาก.....

3. หากพิจารณาช่องตารางหมากรุก 1 ช่อง ขนาดดังภาพ ให้นักเรียนใช้เหรียญบาท วาดรูปเหรียญตามเงื่อนไขที่โยนแล้ว “ผ่าน” ลงในช่องที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ อย่างน้อย จำนวน 10 รูป

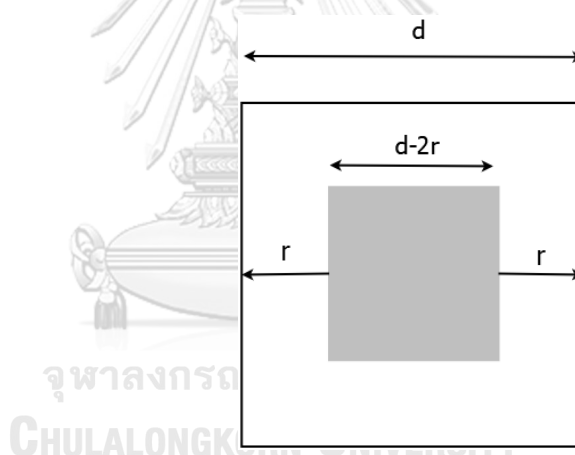


4. จงวาดจุดศูนย์กลางของเหรียญทุกเหรียญจากในรูปข้อที่ 3 และวาดจุดศูนย์กลางของเหรียญเพิ่ม เมื่อเหรียญมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอนันต์ (โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไข “ผ่าน”) นักเรียนคิดว่าจะออกมาเป็นรูปใด

รูปสำหรับใช้วาด



5. กำหนดให้พื้นที่ของช่องตารางหมากรุกเท่ากับ d^2 และพื้นที่วงกลมเท่ากับ πr^2 แล้วกำหนดสัดส่วนในรูปข้อที่ 4



6. หากมองสถานการณ์จำลองการโยนเหรียญลงในช่องตารางหมากรุกกลับไปสถานการณ์เกม “มาโยนห่วง” ที่เหรียญแทนห่วง และช่องตารางแทนช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น

นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่าง d และ r จะเป็นอย่างไร เมื่อ

6.1 ถ้า d มีค่าเพิ่มมากขึ้น และ r มีค่าเท่าเดิม จะทำให้โอกาสในการชนะเกม “มาโยนห่วง” นี้เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....ทำให้โอกาสในการชนะเกม “มาโยนห่วง” เพิ่มขึ้น เพราะขนาดของช่อง
สี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อโอกาสที่ห่วงขนาดเท่าเดิมจะตกในช่องเพิ่มขึ้น
ตาม.....

6.2 ถ้า d มีค่าเท่าเดิม และ r มีค่าเพิ่มมากขึ้น จะทำให้โอกาสในการชนะเกม “มาโยนห่วง” นี้เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....ทำให้โอกาสในการชนะเกม “มาโยนห่วง” น้อยลง เพราะขนาดของห่วงที่
เพิ่มขึ้นจะทำให้มีโอกาสตกแล้วทับขอบช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้นมากขึ้น.....

สรุปคำตอบ

1. ปัจจัยที่จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ชนะในเกม “มาโยนห่วง” นี้ คืออะไร

.....ขนาดของห่วงและขนาดของช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนพื้น
.....

ภาคผนวก จ ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ



ตารางที่ 12 ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
1. การรายงานข้อมูล COVID-19 ซ่อนอะไรอยู่	ท่านที่ 1	+1	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 1 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
2. เราซื้อ McDonald's ถูกหรือแพง?	ท่านที่ 1	+1	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 2 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
3. เกม “มาโยนห่วง”	ท่านที่ 1	+1	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 3 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
4. ในรูปนี้มีกี่คน	ท่านที่ 1	0	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 4 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
5. ปัญหาของชาวไร่	ท่านที่ 1	0	0
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 5 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.67

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
6. แม่นแค้ไหนกัน	ท่านที่ 1	0	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 6 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
7. Social Distancing	ท่านที่ 1	0	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 7 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
8. Monty Hall Problem	ท่านที่ 1	+1	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 8 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
9. Olympic Race (กีฬาวิ่งแข่งโอลิมปิก)	ท่านที่ 1	+1	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 9 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1

ชุดกิจกรรม	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา	
		ประเด็นที่ 1	ประเด็นที่ 2
10. ภาพนี้คนยืนอัดอัดหรือไม่	ท่านที่ 1	+1	+1
	ท่านที่ 2	+1	+1
	ท่านที่ 3	+1	+1

ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 10 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1

*หมายเหตุ ประเด็นที่ 1 คือ ความสอดคล้องของชุดกิจกรรมกับจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรม

ประเด็นที่ 2 คือ ความสอดคล้องของการดำเนินกิจกรรมกับกระบวนการการคิดให้เป็น
คณิตศาสตร์

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

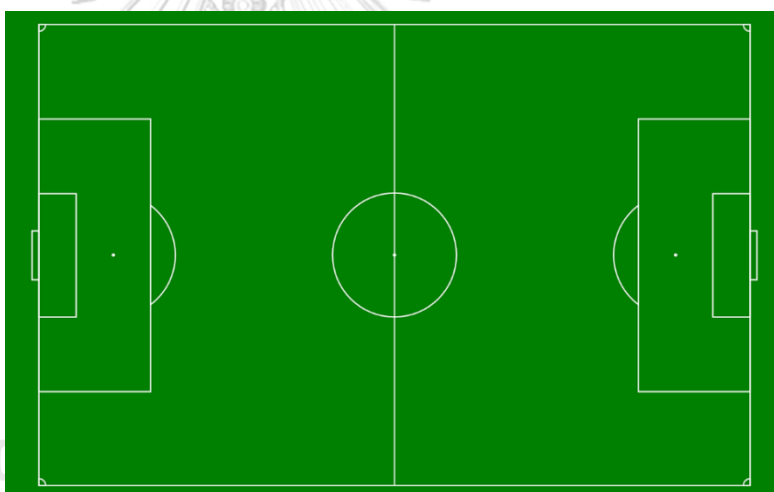
ตัวอย่าง : แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ฉบับก่อนเรียน

สถานการณ์ที่ 1 : ณ สนามกีฬาากลางจังหวัดสุพรรณบุรี จะมีการจัดแข่งขันฟุตบอลขึ้น โดย Mr. Sean ได้รับหน้าที่ในการซ่อมบำรุงและจัดเตรียมสนามฟุตบอล ซึ่งเขาพบว่าเส้นสนามฟุตบอลรอบนอกและวงกลมในจุดกึ่งกลางสนามมีความจางมาก เขาจึงต้องโรยปูนขาวเพิ่ม ในขณะที่เขาจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์อยู่นั้น เขาต้องคำนวณปริมาณการใช้ปูนขาวเพื่อใช้สำหรับการตีเส้นสนามฟุตบอล และเขาได้ข้อมูลเกี่ยวกับสนามฟุตบอลมาดังนี้

“ความยาวในแนวเส้นทแยงมุมของสนามยาว $800\sqrt{17}$ เมตร

จุดกึ่งกลางสนามมีรัศมียาว 10 เมตร ”

จากประสบการณ์ที่เขาเคยทำงานมาพบว่า การโรยปูนขาว 1 ถัง สามารถตีเส้นได้ระยะทาง 10 เมตร



คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” ที่ใช้ความรู้และวิธีคิด
แก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....



สถานการณ์ที่ 3 : ไม่นานมานี้กระแสของภาพยนตร์เรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS 9 ที่ได้เข้าฉายในไทยได้ติดท็อปชาร์ตภาพยนตร์ที่น่าดูเรื่องหนึ่ง ทำให้นายจอร์จผู้สร้างเพจในเฟซบุ๊กที่เกี่ยวข้องเรื่องรถที่ชื่อว่า FastCar TopMile เกิดความสนใจที่จะเขียนบทความเกี่ยวกับหนังเรื่องนี้ โดยเขาได้ไปศึกษาข้อมูลเชิงลึกของหนังเรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS ในทุกภาค ทำให้เขารู้ว่าจำนวนรถที่ใช้ประกอบการแสดง ดังนี้

ภาคแรก มีทั้งหมด	80 คัน	ภาคที่หก มีทั้งหมด	350 คัน
ภาคที่สอง มีทั้งหมด	130 คัน	ภาคที่เจ็ด มีทั้งหมด	260 คัน
ภาคที่สาม มีทั้งหมด	260 คัน	ภาคที่แปด มีทั้งหมด	300 คัน
ภาคที่สี่ มีทั้งหมด	190 คัน	ภาคที่เก้า มีทั้งหมด	- คัน
ภาคที่ห้า มีทั้งหมด	260 คัน		

นายจอร์จได้ทราบเพิ่มมาอีกสองอย่าง คือหนังเรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS ภาคที่เก้าอาจจะใช้รถประกอบการแสดงเท่ากับภาคที่ใช้รถประกอบการแสดงที่สูงที่สุดของทุกภาค และในหนังแต่ละภาคจะมีรถประกอบการแสดงที่โดดเด่นอยู่ภาคละ 3 คัน

จงตอบคำถามต่อไปนี้

คำถามที่ 1 : หากนายจอร์จต้องการที่จะเขียนบทความลงในเพจ FastCar TopMile เกี่ยวกับความลับเบื้องหลังของหนังเรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS โดยมีหัวข้อดังนี้

- โดยรวมแล้วหนังในแต่ละภาคจะใช้รถประกอบการแสดง ภาคละประมาณกี่คัน
- จำนวนรถประกอบการแสดงในแต่ละภาคที่ผู้กำกับหนังชอบใช้มากที่สุดกี่คัน
- โอกาสที่จะได้เห็นรถที่โดดเด่นในหนัง ตั้งแต่ภาคแรกถึงภาคสุดท้ายมีเท่าไร

“นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้างในคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ”

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหารายละเอียด ดังต่อไปนี้

- โดยรวมแล้วหนังสือในแต่ละภาคจะใช้รูปประกอบการแสดง ภาคละประมาณกี่คัน
- จำนวนรูปประกอบการแสดงในแต่ละภาคที่ผู้กำกับหนังสือชอบใช้มากที่สุดกี่คัน
- โอกาสที่จะได้เห็นรถที่โดดเด่นในหนังสือ ตั้งแต่ภาคแรกถึงภาคสุดท้ายมีเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

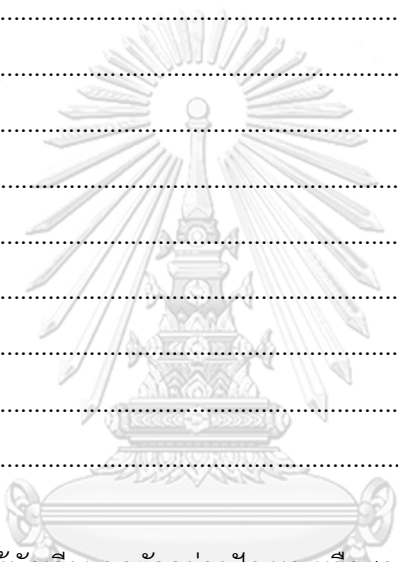
.....

.....

.....

.....

.....



คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

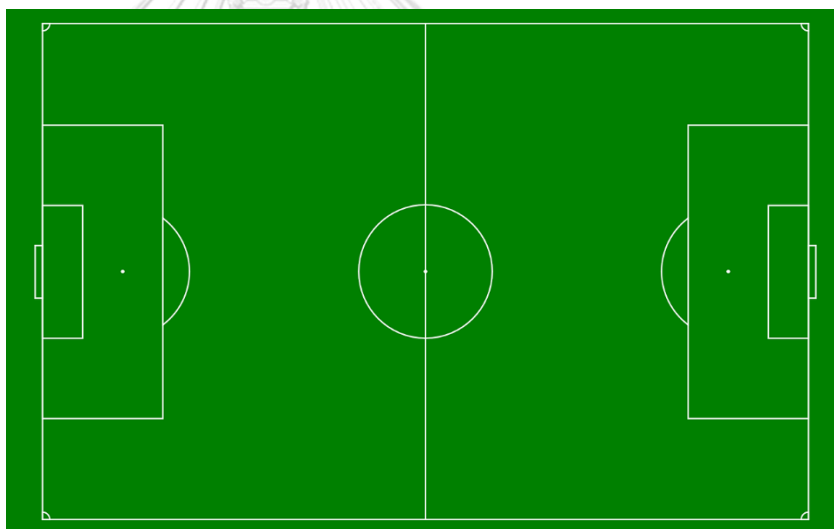
แนวทางการตอบ : แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

สถานการณ์ที่ 1 : ณ สนามกีฬาากลางจังหวัดสุพรรณบุรี จะมีการจัดแข่งขันฟุตบอลขึ้น โดย Mr. Sean ได้รับหน้าที่ในการซ่อมบำรุงและจัดเตรียมสนามฟุตบอล ซึ่งเขาพบว่าเส้นสนามฟุตบอลรอบนอกและวงกลมในจุดกึ่งกลางสนามมีความจางมาก เขาจึงต้องโรยปูนขาวเพิ่ม ในขณะที่เขาจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์อยู่นั้น เขาต้องคำนวณปริมาณการใช้ปูนขาวเพื่อใช้สำหรับการตีเส้นสนามฟุตบอล และเขาได้ข้อมูลเกี่ยวกับสนามฟุตบอลมาดังนี้

“ความยาวในแนวเส้นทแยงมุมของสนามยาว $800\sqrt{17}$ เมตร

จุดกึ่งกลางสนามมีรัศมียาว 10 เมตร ”

จากประสบการณ์ที่เขาเคยทำงานมาพบว่า การโรยปูนขาว 1 ถุง สามารถตีเส้นได้ระยะทาง 10 เมตร



จงตอบคำถามต่อไปนี้

(องค์ประกอบที่ 1) คำถามที่ 1 : การคำนวณหาความกว้าง ความยาวของสนามฟุตบอล และความยาวของวงกลมในจุดกึ่งกลางสนาม และจำนวนถุงปูนขาวทั้งหมดที่ Mr. Sean ต้องใช้ “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้างในคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้นั้นทำอะไรไปตระบุง”

แนวทางการตอบ

- 1. ใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ในการหาความกว้างและความยาวของสนามฟุตบอล.....
- 2. ใช้ความรู้เรื่องวงกลมในการหาความยาวรอบรูปของวงกลม.....
- 3. ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วน/ เศษส่วน ในการหาจำนวนถุงปูนขาวทั้งหมดที่ต้องใช้.....

(องค์ประกอบที่ 2) คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหาระยะทางทั้งหมดที่จะต้องตีเส้นสนามฟุตบอล

แนวทางการตอบ

- 1. เริ่มหาความยาวและความกว้างของสนามโดยกำหนดความยาวทั้งสองนั้นอยู่ในรูปของตัวแปร โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส.....
- 2. เมื่อได้ความยาวและความกว้างแล้ว ก็หาความยาวรอบสนาม.....
- 3. จากนั้นหาความยาวของเส้นรอบรูปวงกลมในจุดกึ่งกลางสนาม โดยใช้สูตร $2Pr$
- 4. นำความยาวรอบสนามมารวมกับความยาวของเส้นรอบรูปวงกลมในจุดกึ่งกลางสนาม แล้วหาระยะทางที่ปูนขาว 1 ถุง สามารถตีเส้นได้ มาหาร เพื่อหาจำนวนถุงของปูนขาว.....

(องค์ประกอบที่ 3) คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” โดยมีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

แนวทางการตอบ

..... สถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องการหาพื้นที่ อัตราส่วน/ เศษส่วน ในการคำนวณปริมาณการใช้สีเช่น การตีเส้นถนน ทางน้ำลาย หรือทาสีบ้าน หรือสถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องพีทาโกรัส เช่น การหาระยะทางลาดชันในการสร้างทางทางขึ้น/ลง ระหว่างชั้นของตึก การหาเส้นทแยงมุมของหลังพิศดู หรือสถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องเส้นรอบรูปวงกลม เช่น การหาระยะทางที่ล้อรถหมุนได้ 1 รอบ และการหาระยะทางรอบอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิหรือทางวงเวียน หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใช้ความรู้เรื่อง พีทาโกรัส เส้นรอบรูปวงกลม หรือการหาพื้นที่อัตราส่วน/ เศษส่วน.....

สถานการณ์ที่ 2 : นักอนุรักษ์สัตว์ป่าท่านหนึ่ง ได้ศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารของนกเหยี่ยว ณ ป่าในเขตทวีปเอเชียร้อนแห่งหนึ่ง นักอนุรักษ์สัตว์ป่าได้เก็บข้อมูลและพฤติกรรมของนกเหยี่ยวได้ว่า ก่อนการล่าเหยื่อนกเหยี่ยวมักจะบินวนเหนือเหยื่ออยู่ประมาณสามรอบที่ความสูง 250 เมตร ในขณะที่โจมตีเหยื่อนกเหยี่ยวจะก้มหัวลงประมาณ 45 องศา เพื่อทำความเร็วสูงสุดในการล่าเหยื่อ หลังจากได้ข้อมูลการศึกษาพฤติกรรมแล้ว นักอนุรักษ์สัตว์ป่าได้วิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการหาอาหารของนกเหยี่ยว และได้เกิดข้อสงสัยระหว่างวิเคราะห์ข้อมูลขึ้นว่า ระยะทางที่นกเหยี่ยวบินโฉบลงมาล่าเหยื่อนั้นจะแตกต่างกับระยะทางที่นกเหยี่ยวบินในแนวราบหรือไม่ อย่างไร ถ้านกเหยี่ยวบินด้วยความเร็วที่เท่ากัน

จากสถานการณ์ นักเรียนจะช่วยนักอนุรักษ์สัตว์ป่าตอบข้อสงสัยที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

จงตอบคำถามต่อไปนี้

(องค์ประกอบที่ 1) คำถามที่ 1 : การหาระยะทางที่นกเหยี่ยวบินโฉบลงมาล่าเหยื่อและระยะทางที่นกเหยี่ยวบินในแนวราบ “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้างในคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ”

แนวทางการตอบ

- 1. ใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติในการหาระยะในแนวราบ.....
 2. ใช้ความรู้เรื่องพีทาโกรัสในการหาระยะทางที่นกเหยี่ยวบินโฉบลงมาล่าเหยื่อ.....

(องค์ประกอบที่ 2) คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาโดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหว่าระยะทางที่นกเหยี่ยวบินโฉบลงมาล่าเหยื่อนั้นจะแตกต่างกับระยะทางที่นกเหยี่ยวบินในแนวราบอย่างไร

แนวทางการตอบ

- 1. วาดรูปนกเหยี่ยวในขณะที่กำลังล่าเหยื่อเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุมละ 45 องศา.....

- 2. ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาระยะทางในแนวราบ จะได้อัตราส่วน.....

$$\tan 45^\circ = \frac{\text{ระยะทางในแนวราบ}}{\text{ตำแหน่งของนกเหยี่ยวที่บินอยู่เหนือพื้น}}$$

- 3. เมื่อได้ระยะทางในแนวราบแล้ว ใช้ความรู้เรื่องพีทาโกรัสในการหาระยะทางที่นกเหยี่ยวบินโฉบลงมาล่าเหยื่อ.....

- 4. เปรียบเทียบ 2 ระยะทางนั้นว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร และนกเหยี่ยวจะบินได้ไวกว่าในระยะทางที่สั้นที่สุด.....

(องค์ประกอบที่ 3) คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

แนวทางการตอบ

.....สถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติ เช่น ประภาคารส่องไฟตรวจสอบเรือที่เข้าฝั่ง เป็นมุมก้ม องศา และใช้ความรู้เรื่องพีทาโกรัสในการหาระยะทางในแนวราบ แนวตั้ง หรือแนวแยง จากการส่องไฟที่ประภาคาร หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติ หรือพีทาโกรัส.....



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 3 : ไม่นานมานี้กระแสของภาพยนตร์เรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS 9 ที่ได้เข้าฉายในไทยได้ติดท็อปชาร์ตภาพยนตร์ที่น่าดูเรื่องหนึ่ง ทำให้นายจอร์จผู้สร้างเพลงในเฟซบุ๊กที่เกี่ยวข้องเรื่องรถที่ชื่อว่า FastCar TopMile เกิดความสนใจที่จะเขียนบทความเกี่ยวกับหนังเรื่องนี้ โดยเขาได้ไปศึกษาข้อมูลเชิงลึกของหนังเรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS ในทุกภาค ทำให้เขารู้ว่าจำนวนรถที่ใช้ประกอบการแสดง ดังนี้

ภาคแรก มีทั้งหมด	80 คัน	ภาคที่หก มีทั้งหมด	350 คัน
ภาคที่สอง มีทั้งหมด	130 คัน	ภาคที่เจ็ด มีทั้งหมด	260 คัน
ภาคที่สาม มีทั้งหมด	260 คัน	ภาคที่แปด มีทั้งหมด	300 คัน
ภาคที่สี่ มีทั้งหมด	190 คัน	ภาคที่เก้า มีทั้งหมด	- คัน
ภาคที่ห้า มีทั้งหมด	260 คัน		

นายจอร์จได้ทราบเพิ่มมาอีกสองอย่าง คือหนังเรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS ภาคที่เก้าอาจจะใช้รถประกอบการแสดงเท่ากับภาคที่ใช้รถประกอบการแสดงที่สูงที่สุดของทุกภาค และในหนังแต่ละภาคจะมีรถประกอบการแสดงที่โดดเด่นอยู่ภาคละ 3 คัน

จงตอบคำถามต่อไปนี้

(องค์ประกอบที่ 1) คำถามที่ 1 : หากนายจอร์จต้องการที่จะเขียนบทความลงในเพลง FastCar TopMile เกี่ยวกับความลับเบื้องหลังของหนังเรื่อง THE FAST AND THE FURIOUS โดยมีหัวข้อดังนี้

- โดยรวมแล้วหนังในแต่ละภาคจะใช้รถประกอบการแสดง ภาคละประมาณกี่คัน
- จำนวนรถประกอบการแสดงในแต่ละภาคที่ผู้กำกับหนังชอบใช้มากที่สุดกี่คัน
- โอกาสที่จะได้เห็นรถที่โดดเด่นในหนัง ตั้งแต่ภาคแรกถึงภาคสุดท้ายมีเท่าไร

“นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้างในคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้นั้นทำอะไร โปรดระบุ”

แนวทางการตอบ

1. ใช้ความรู้เรื่องสถิติ ในการหาค่าเฉลี่ยของรถที่ใช้ในแต่ละภาค.....
2. ใช้ความรู้เรื่องสถิติ ในการหาค่าฐานนิยมของจำนวนรถประกอบการแสดงในแต่ละภาคที่ผู้กำกับหนังชอบใช้มากที่สุด.....
3. ใช้ความรู้เรื่องความน่าจะเป็น ในการหาโอกาสที่จะได้เห็นรถที่โดดเด่นในหนังตั้งแต่ภาคแรกถึงภาคสุดท้าย.....

(องค์ประกอบที่ 2) คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายแนวคิด/ แนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องหาคำตอบ” ในการหารายละเอียด ดังต่อไปนี้

- โดยรวมแล้วหนังในแต่ละภาคจะใช้รถประกอบการแสดง ภาคละประมาณกี่คัน
- จำนวนรถประกอบการแสดงในแต่ละภาคที่ผู้กำกับหนังชอบใช้มากที่สุดกี่คัน
- โอกาสที่จะได้เห็นรถที่โดดเด่นในหนัง ตั้งแต่ภาคแรกถึงภาคสุดท้ายมีเท่าไร

แนวทางการตอบ

..... 1. หาจำนวนรถประกอบการแสดงในภาคที่เก้าจากจากสิ่งที่นายจอร์จรู้เพิ่ม.....
 1.1. นำจำนวนรถประกอบการแสดงของทุกภาครวมกัน แล้วนำจำนวนภาคทั้งหมด มาหารเพื่อหาจำนวนรถเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละภาค. หรือใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ย ดังนี้

$$\text{จำนวนรถเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละภาค} = \frac{\text{จำนวนรถประกอบการแสดงของทุกภาครวมกัน}}{\text{จำนวนภาคทั้งหมด}}$$
 2. หาค่าฐานนิยมของจำนวนรถประกอบการแสดงในแต่ละภาคที่ผู้กำกับหนังชอบใช้มากที่สุด จะได้ 260 คัน 3. หาค่าความน่าจะเป็นที่จะได้เห็นรถที่โดดเด่นในหนัง ตั้งแต่ภาคแรกถึงภาคสุดท้าย โดยเหตุการณ์ที่จะเห็นรถที่โดดเด่นในหนัง ตั้งแต่ภาคแรกถึงภาคสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 3×9 หรือ 27 คัน ต่ออัตราส่วนรถทั้งหมดที่ใช้ประกอบการแสดงทุกภาค 2,180 คัน หรือ $\frac{\text{เหตุการณ์ที่จะเห็นรถที่โดดเด่นในทุกภาค}}{\text{รถทั้งหมดที่ใช้ประกอบการแสดงทุกภาค}} = \frac{27}{2180}$

(องค์ประกอบที่ 3) คำถามที่ 3 : “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น” ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

แนวทางการตอบ

.....สถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องค่าเฉลี่ย เช่น การหาเวลาเฉลี่ยการเข้าโรงเรียนตอนเช้าของเพื่อนในห้อง หรือสถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องค่าฐานนิยม เช่น เวลาที่เพื่อนในห้องมาโรงเรียนพร้อมกันมากที่สุด หรือสถานการณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องความน่าจะเป็น เช่น โอกาสที่เพื่อนในห้องจะแต่งชุดผีดวันมาโรงเรียน หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใช้การหาค่าเฉลี่ย ค่าฐานนิยม หรือความน่าจะเป็น.....

ตัวอย่าง : แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ชื่อ - นามสกุล : การสัมภาษณ์ครั้งที่ กลุ่มคะแนน (สูง/กลาง/ต่ำ)	วัน/เดือน/ปี : กิจกรรมที่
องค์ประกอบที่ 1 การระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา แนวทางการสัมภาษณ์ : หลังจากนักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหานี้แล้ว นักเรียนคิดว่าหัวข้อ หรือความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง เพราะเหตุใด/อะไรที่ทำให้นักเรียนคิดว่าเกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว	
องค์ประกอบที่ 2 การอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ แนวทางการสัมภาษณ์ : นักเรียนลองเล่าให้ฟังหน่อยว่า ถ้านักเรียนต้องการแก้ปัญหาข้อนี้ โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์จากที่นักเรียนกำหนด นักเรียนจะเริ่มทำอะไรเป็นลำดับแรก จากนั้นต้องทำอะไรต่อบ้าง ลองอธิบายขั้นตอนที่จะทำให้ครูฟังหน่อย	
องค์ประกอบที่ 3 การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มา ที่ใกล้เคียงกับปัญหา แนวทางการสัมภาษณ์ : นักเรียนคิดว่า มีสถานการณ์อะไรอีกบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง แล้วเกี่ยวข้องกันอย่างไร	
อื่น ๆ	

*หมายเหตุ ในการสัมภาษณ์สามารถใช้คำถามที่ลดความเป็นทางการ เหมาะสมกับวัย แต่ยังคงใจความหลักของคำถามอยู่

ภาคผนวก ช ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผลการวิเคราะห์คุณภาพ
ของเครื่องมือ



ผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จาก
ผู้ทรงคุณวุฒิ

ระดับการประเมินความสอดคล้องเฉลี่ย (\bar{x}) ของโครงสร้างแบบวัด

คะแนน $IOC \geq 0.67$ หมายถึง ใช้ได้

ระดับการประเมินความเหมาะสมเฉลี่ย (\bar{x}) ของโครงสร้างแบบวัด

คะแนน 4.01 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 3.01 – 4.00 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 2.01 – 3.00 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 1.01 – 2.00 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 0.01 – 1.00 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบวัดคือ เลือกข้อสอบที่มีค่า $IOC \geq 0.67$ และค่าความเหมาะสม 3.01 – 5.00

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{x}) ของโครงสร้างแบบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง

ตอนที่ 1 ประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะและเกณฑ์การ
ให้คะแนน

ข้อที่	ค่า IOC
1	1
2	1
3	0.67
4	1
5	1

ตอนที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างแบบวัด

ข้อที่	องค์ประกอบการประเมิน			ค่าเฉลี่ยรวม
	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในข้อสอบกับระดับผู้เรียน	
1	4.33	4.33	4.67	4.44
2	4.67	4.67	4.67	4.67
3	3.67	4	4.33	4
4	4.33	4.67	4.67	4.56
5	4	4.33	4.67	4.33

ตารางที่ 14 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{X}) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1

ตอนที่ 1 ประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะและเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ค่า IOC
1	1
2	1
3	0.67

ตอนที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างแบบวัด

ข้อที่	องค์ประกอบการประเมิน			ค่าเฉลี่ยรวม
	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในข้อสอบกับระดับผู้เรียน	
1	4.33	4.33	4.67	4.44
2	4	4.67	5	4.56
3	4	4	4	4

ตารางที่ 15 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{X}) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2

ตอนที่ 1 ประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะและเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ค่า IOC
1	1
2	1
3	0.67

ตอนที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างแบบวัด

ข้อที่	องค์ประกอบการประเมิน			ค่าเฉลี่ยรวม
	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในข้อสอบกับระดับผู้เรียน	
1	5	5	5	5
2	4.33	4.67	4.67	4.56
3	4	4	4	4

ตารางที่ 16 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม (\bar{X}) ของโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังทดลอง

ตอนที่ 1 ประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะและเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่	ค่า IOC
1	1
2	0.67
3	0.67
4	0.33
5	1

ตอนที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างแบบวัด

ข้อที่	องค์ประกอบการประเมิน			ค่าเฉลี่ยรวม
	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในข้อสอบ	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในข้อสอบกับระดับผู้เรียน	
1	4.67	4.33	4.67	4.56
2	4	4.33	4.33	4.22
3	4.67	4.67	4.67	4.67
4	4	4	3	3.67
5	5	5	5	5



ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

เกณฑ์การคัดเลือกแบบวัดมีดังนี้

ค่าความยาก	0.20 – 0.80
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
ค่าความเที่ยง	มีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง

ตารางที่ 17 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนทดลอง

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ
1	0.6771	0.2292	0.7820
2	0.4375	0.2500	
3	0.6042	0.3333	

คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1

ตารางที่ 18 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.6458	0.5417

คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2

ตารางที่ 19 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างทดลองครั้งที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.4896	0.6875

คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลัง
ทดลอง

ตารางที่ 20 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังทดลอง

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ
1	0.6875	0.5417	0.8380
2	0.7188	0.3542	
3	0.5938	0.31250	



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายเชษฐพร เชื้อสุพรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	21 กันยายน 2540
สถานที่เกิด	สุพรรณบุรี
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปีการศึกษา 2561 และเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชา หลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี การศึกษา 2562
ที่อยู่ปัจจุบัน	130/1 หมู่ 1 ตำบล ดอนเจดีย์ อำเภอ ดอนเจดีย์ จังหวัด สุพรรณบุรี 72170

