

การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน
ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้
คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGE BY USING CONTEXT BASED
APPROACH AND MATHEMATICAL MODELLING TO ENHANCE MATHEMATICAL
CONNECTION ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS MATHEMATICS OF
NINTH GRADE STUDENTS



Mr. Sakon Tangkawsakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2017
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้
บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยง
ความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดย

นายสกล ตั้งแก้วสกุล

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิณดิษฐ์ ละออบปักขิณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรคิด)

สกล ตั้งแก้วสกุล : การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 (DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGE BY USING CONTEXT BASED APPROACH AND MATHEMATICAL MODELLING TO ENHANCE MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS MATHEMATICS OF NINTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. อัมพร ม้าคอง, 182 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และ (2) ศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดย (2.1.) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง (2.2.) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (2.3.) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และ (2.4.) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ (1) แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง (2) แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และ (4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า

1) ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เน้นการนำสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาในชีวิตจริงมาเป็นสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้คิดและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและนำไปสู่การแก้ปัญหา

2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยที่ระหว่างการทดลองและหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5) พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2560

5883380227 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS: CONTEXT BASED APPROACH / MATHEMATICAL MODELLING / MATHEMATICAL CONNECTION ABILITIES / ATTITUDE TOWARDS MATHEMATICS

SAKON TANGKAWSAKUL: DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGE BY USING CONTEXT BASED APPROACH AND MATHEMATICAL MODELLING TO ENHANCE MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS MATHEMATICS OF NINTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. AUMPORN MAKANONG, 182 pp.

The purposes of this research were (1) to develop the mathematical activity package by using context based approach and mathematical modelling and (2) to study the quality of the mathematical activity package by (2.1.) comparing the mathematical connection abilities of students between before, during and after learning., (2.2.) comparing mathematical connection abilities of students after learning with the criteria of 70%., (2.3.) comparing the attitudes towards mathematics of students before and after learning., (2.4.) studying development of the mathematical connection abilities of students learning from the activity package.

The subjects were ninth grade students in Chiang mai, Thailand. In first semester of the academic year 2017. There were 30 students. The instruments used in the experiment were mathematical activity package by using context based approach and mathematical modelling. The data collection instruments include mathematical connection abilities Pre-Mid and Post-tests, mathematical connection interview and observation form and attitude towards mathematics inventory. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, t-test, one – way ANOVA and content analysis.

The results of the study revealed that:

1) The mathematical activity package emphasizes on situations or real problems in real life for students think and create mathematical models to solve the problems.

2) The mathematical connection abilities of students were different between before, during and after learning being taught at .05 level of significance. During and after learning were higher than before learning, after learning were higher than during learning.

3) The mathematical connection abilities of students after learning were higher than the 70% criteria being taught at .05 level of significance. at

4) The attitudes towards mathematics of students after learning were higher than those before learning being taught at .05 level of significance.

5) The mathematical connection abilities of students were developed in positive direction.

Department: Curriculum and Instruction

Student's Signature

Field of Study: Mathematics Education

Advisor's Signature

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไข ปรับปรุงวิทยานิพนธ์เล่มนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง คอยเติมเต็มพลังกาย พลังใจ และ พลังสติปัญญา ในการเรียนและการทำงานวิจัย รวมทั้งเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับผู้วิจัยเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละเอียดปักษิณ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์สาขา การศึกษาคณิตศาสตร์ ที่ได้คำแนะนำ ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งให้การสนับสนุนต่าง ๆ และให้กำลังใจกับผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัชชา กมล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสานและ คุณครูโสภา ชมชื่น คุณครูอาริยาภรณ์ จำลอง และคุณครูอุษณีย์พร มานิม ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัย และเป็นกำลังใจสำคัญของผู้วิจัย และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่น้อง และกัลยาณมิตร สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาคณิตศาสตร์ (กศ.บ.) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และเพื่อนพ้อง ศิษย์ เก่าวัฒโนทัยพายัพ เจ้าหน้าที่ บุคลากรคณะครุศาสตร์ ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณป้า พี่สาว ครอบครัวตั้งเกล้าสกุล ที่ให้ทั้งชีวิตที่ดี ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนทุกอย่างในชีวิตการศึกษา และการทำงานมาตลอด ขอขอบคุณครูบา อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้ผู้วิจัย ขอขอบคุณ คุณพยาบาลที่คอยเป็นกำลังใจและ อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทุกคนมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง คุณประโยชน์ทั้งหลายอัน เกิดจากการทำวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่มอบ ชีวิตและสติปัญญาอันมีค่าแก่ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	9
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
ตอนที่ 1 แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน	14
1.1 ความหมาย และแนวคิดของการใช้บริบทเป็นฐาน	14
1.2 ความสำคัญของการใช้บริบทเป็นฐาน	15
1.3 ลักษณะ และประเภทของการใช้บริบทเป็นฐาน.....	17
1.4 ตัวอย่างของการใช้บริบทเป็นฐานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	22
ตอนที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	23
2.1 ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	23

2.2	กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	24
ตอนที่ 3	ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	30
3.1	ความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	30
3.2	วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	32
3.3	รูปแบบของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	33
3.4	หลักการ และแนวทางการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์.....	34
ตอนที่ 4	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	36
4.1	ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	37
4.2	ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	38
4.3	ลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	40
4.4	แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	43
4.5	การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์.....	46
ตอนที่ 5	เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	48
5.1	ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	48
5.2	องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	49
5.3	การวัดและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	52
ตอนที่ 6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
6.1	งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง.....	54
6.2	งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง.....	56
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย.....	58
	การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	58
	การออกแบบการวิจัย.....	59
	การกำหนดประชากรและตัวอย่าง.....	59

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	60
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	74
การวิเคราะห์ข้อมูล	77
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	79
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	80
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	83
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	86
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	121
สรุปผลการวิจัย.....	123
อภิปรายผลการวิจัย.....	124
ข้อเสนอแนะ	131
รายการอ้างอิง	136
ภาคผนวก ก กรอบแนวคิดการวิจัย.....	145
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพเครื่องมือการวิจัย	147
ภาคผนวก ค หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย.....	149
ภาคผนวก ง ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น	153
ภาคผนวก จ ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ ...	173
ภาคผนวก ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	175
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	182

สารบัญตาราง

ตาราง 1	สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ลักษณะของการนำบริบทไปใช้เป็นฐาน.....	21
ตาราง 2	สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ประเภทของการนำบริบทไปใช้เป็นฐาน	21
ตาราง 3	สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	29
ตาราง 4	สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	32
ตาราง 5	สรุปรูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และตัวอย่างกิจกรรม	33
ตาราง 6	แบบแผนการวิจัย	59
ตาราง 7	องค์ประกอบของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	61
ตาราง 8	ประเด็นย่อยในการพิจารณาคุณภาพชุดกิจกรรม	62
ตาราง 9	ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น	63
ตาราง 10	กรอบการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น.....	65
ตาราง 11	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์	68
ตาราง 12	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ	70
ตาราง 13	สรุปการดำเนินการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	76
ตาราง 14	แสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ($n = 30$) ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบ (องค์ประกอบละ 8 คะแนน)	83
ตาราง 15	แสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) และค่าการทดสอบที (t – test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (คะแนนเต็ม 24 คะแนน).....	84
ตาราง 16	แสดงค่าการทดสอบเอฟ (F – test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง.....	84

ตาราง 17 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยง
 ความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการ
 ทดลอง85

ตาราง 18 แสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) และ
 ค่าการทดสอบที (t – test) ของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง
 (เต็ม 4 คะแนน).....85

ตาราง 19 แสดงพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย.....88

ตาราง 20 ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ..... 174



สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Dossey et al. (2002)	24
ภาพที่ 2	กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ (NGA Center and CCSSO 2010)....	25
ภาพที่ 3	กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Blum (2011)	26
ภาพที่ 4	กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Bliss et al. (2014)	27
ภาพที่ 5	แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะก่อนทดลอง	89
ภาพที่ 6	แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มกลางในระยะก่อนทดลอง	90
ภาพที่ 7	แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มต่ำในระยะก่อนทดลอง	91
ภาพที่ 8	แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะก่อนทดลอง	92
ภาพที่ 9	แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มกลางระยะก่อนทดลอง	93
ภาพที่ 10	แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มต่ำระยะก่อนทดลอง	94
ภาพที่ 11	แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาที่เกี่ยวข้องของนักเรียนกลุ่มสูงระยะก่อนทดลอง	95
ภาพที่ 12	แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาที่เกี่ยวข้องของนักเรียนกลุ่มกลางและต่ำก่อนทดลอง ...	96
ภาพที่ 13	แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับความรู้อธิบายความรู้ที่ระบุไว้	97
ภาพที่ 14	แสดงการระบุและอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มสูง	104
ภาพที่ 15	แสดงการระบุและอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มกลาง .	105
ภาพที่ 16	แสดงการระบุและอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มต่ำ	106
ภาพที่ 17	แสดงการอธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มสูง	107
ภาพที่ 18	แสดงการอธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มกลาง	107
ภาพที่ 19	แสดงการอธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มต่ำ	108
ภาพที่ 20	แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มสูง	109
ภาพที่ 21	แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์กลุ่มกลาง	109
ภาพที่ 22	แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มต่ำ	109
ภาพที่ 23	แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง	114

ภาพที่ 24 แสดงการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มกลางในระยะหลังทดลอง	115
ภาพที่ 25 แสดงการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มต่ำในระยะหลังทดลอง	116
ภาพที่ 26 แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงระยะหลังทดลอง	117
ภาพที่ 27 แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มกลางระยะหลังทดลอง.....	118
ภาพที่ 28 แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มต่ำระยะหลังทดลอง.....	118
ภาพที่ 29 แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาอื่นที่เกี่ยวข้องของนักเรียนกลุ่มสูงหลังการทดลอง.....	119
ภาพที่ 30 แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาที่เกี่ยวข้องของนักเรียนกลุ่มกลางหลังการทดลอง	119
ภาพที่ 31 แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาที่ข้องนักเรียนกลุ่มกลางหลังการทดลอง.....	120



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยควรมุ่งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ความจำเป็นในการประยุกต์ใช้ความรู้ และสภาพบริบทของผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่ผสมผสานความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย รวมไปถึงการปลูกฝังคุณลักษณะที่ดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเป้าหมายหลักของการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ เช่น การตระหนักเห็นคุณค่าและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง การทำงานอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552; อัมพร ม้าคนอง, 2557; Graumann, 2011; Muller & Burkhardt, 2007; Blum et al., 2007)

เป้าหมายหลักของการศึกษาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยและในประเทศอื่น ๆ มีความสอดคล้องและคล้ายคลึงกัน เช่น การมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งจะเป็นฐานสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้เป็นนักคิด นักแก้ปัญหา และเป็นกำลังสมองในการพัฒนาประเทศ แต่จากข้อมูลการทดสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย พบว่า นักเรียน ป.6 ม.3 และ ม.6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ดีเท่าที่ควร (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2555) และจากการประเมินความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์กับโลกในชีวิตจริงในโครงการ Program for International Student Assessment (PISA 2009 - PISA 2015) พบว่านักเรียนไทย ยังมีคะแนนด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน และมีแนวโน้มที่ลดลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556; สุขาดา ปัทมวิภาต, 2557) สะท้อนให้เห็นภาพที่ชัดเจนว่า นักเรียนไทยไม่มีความพร้อมสำหรับการใช้ชีวิตทั้งในด้านการศึกษาหาความรู้ในระดับที่สูงขึ้นและการทำงานในอนาคต ซึ่งมีผลกระทบต่อนักเรียนและภาพลักษณ์ด้านความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยในเวทีระดับสากล ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการนำความรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น (สุนีย์ คล้ายนิล, 2558)

สาเหตุบางประการที่ทำให้ผลการประเมินบ่งชี้ว่า นักเรียนไทยยังขาดความสามารถในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านตัวเลข พฤติกรรมการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงพฤติกรรมการสอนของครูบางส่วนที่ยังจัดการเรียนการสอนโดยมีครูเป็นศูนย์กลาง ทำหน้าที่เป็นผู้บอก บรรยายความรู้โดยตรง ใช้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้เชื่อมโยงการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา และครูยังให้ความสำคัญกับการออกแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงไม่มากเท่าที่ควร อาจทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มองคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ไม่เห็นคุณค่า ความสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และไม่สามารถรับรู้ได้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ทำให้ไม่สามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ ทั้งนี้ อาจกล่าวได้ว่านักเรียนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้เกิด “ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์” และ “เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์” (ผกาทิพย์ รันสูงเนิน, 2555; สมวงษ์ แปลงประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์, และจรรยา ภูอุดม, 2551; สุนิดดา เรื่องสิริเศรษฐ์, 2552; สุพัตรา ผลรัตนไพบูลย์, 2550; สุรสาล ผาสุข, 2546)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และการเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า มีแนวคิดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้หลากหลายแนวทาง โดยแนวคิดหนึ่งซึ่งมีผลการวิจัยว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้ คือ “แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน (context based approach)” ที่เน้นการนำสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพความเป็นอยู่ในชุมชน และสังคมรอบตัวนักเรียน มาใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาในการออกแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่สามารถแก้ปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหาได้โดยทันที และมีเนื้อหา มโนทัศน์ การดำเนินการ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สอดแทรกอยู่ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในบริบทที่เกิดขึ้นจริงของนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพัฒนากลวิธีการคิดและการสร้างแบบจำลองที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์อีกด้วย (Beswick, 2011; Sullivan, Zevenbergen, & Mousley, 2003; Van Den Heuvel-Panhuizen, 2003)

แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน พัฒนาจากแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ในโลกจริง (The Realistic Mathematics Education, RME) ของ Hans Freudenthal (1978 อ้างถึงใน Van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014) ที่มีแนวคิดที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งของมนุษย์” บางครั้งอาจใช้คำศัพท์ที่ให้ความหมายเดียวกัน เช่น คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน คณิตศาสตร์กับการนำไปใช้ และคณิตศาสตร์ในโลกจริง ซึ่งแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานนั้น มีความสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีทางจิตวิทยาการศึกษาในกลุ่มพุทธิปัญญา (cognition) หลายแนวคิด เช่น แนวคิดด้านพุทธิปัญญาเชิงสถานการณ์ (situated cognition) ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านบริบท (contextual learning theory) แนวคิดการใช้สถานการณ์เป็นฐาน (situational and scenario based learning) ทำให้แนวคิดนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ เช่น การพัฒนาหนังสือประกอบการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีการส่งเสริมการแก้ปัญหาในบริบทเป็นฐาน การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบการเรียนการสอนปกติ และการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ในบริบท นอกจากนี้แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานยังสอดคล้องกับแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งอเมริกา (NCTM, 2000) ที่ได้กำหนดไว้ในประเด็นเกี่ยวกับหลักสูตรว่า

“หลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนควรมุ่งจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้เห็นว่าคุณคณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการใช้งานในการสร้างแบบจำลองและการพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลกความจริง และนักเรียนต้องสามารถเรียนรู้โมทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยการทำงาน”

และประกาศว่า “สิ่งสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ โอกาสในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ และการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง”

แสดงให้เห็นว่าแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานนั้น เป็นแนวคิดหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีความเป็นไปได้ที่ครูจะนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (Brown, Collins, & Duguid, 1989; Henning, 2004; Wijaya, 2015)

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของการใช้บริบทเป็นฐานนั้น Antonius et al. (2007) และ Blum (2011) ได้เสนอไปในทางเดียวกันว่า การใช้บริบทเป็นฐานควรดำเนินกิจกรรมไปควบคู่กับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการแปลงระหว่างสถานการณ์ปัญหาในบริบทแวดล้อมของนักเรียนกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายหาคำตอบ หรือพยากรณ์คำตอบ

ของปัญหาสถานการณ์ในโลกจริงที่มีความคลุมเครือ จำเป็นต้องพิจารณาข้อมูล หรือปัจจัยสำคัญ เพื่อสร้างข้อตกลงเบื้องต้น สร้างสมมติฐาน แล้วจึงใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการหาคำตอบของปัญหาในโลกจริงอย่างเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง
2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น
3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์
5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
6. การนำเสนอผลลัพธ์

ซึ่งกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึก เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่เคยเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ในบริบท เช่น การระบุและ อธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา การอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหา และการระบุ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ซึ่งสามารถพบเห็นในชีวิต นอกจากนี้ จะช่วยพัฒนา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉพาะการตระหนักเห็นคุณค่าประโยชน์ของ วิชาคณิตศาสตร์ ความชอบหรือไม่ชอบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความพร้อมที่จะกระทำ หรือ หลีกเลี่ยงที่จะไม่กระทำในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (บุญญาสา แซ่หล่อ, 2550; วรรณศิริ หลงรัก, 2553; สุรสาล ผาสุก, 2546; Harvey & Averill, 2012; Kadir et al., 2015)

ทั้งนี้ สสวท. (2555) ได้ระบุว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศไทยในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นขึ้นไปยังขาดการให้นักเรียนได้ฝึกสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และเสนอให้ครูคณิตศาสตร์ ดำเนินการจัดกิจกรรมดังกล่าวเสริมให้กับ นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์การสอนและอาศัยอยู่ในบริบทเดียวกันกับนักเรียนไม่น้อยกว่า 10 ปี เกี่ยวกับ สภาพการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ใน โรงเรียนนั้น ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะเน้นการจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาที่มีในแต่ละ หัวข้อ โดยที่ครูมีหน้าที่เป็นผู้บรรยาย คอยอธิบายให้บทนิยาม ทฤษฎีบท ตัวอย่างโจทย์ สาธิตวิธีการ ทำแบบฝึกหัด มอบหมายให้นักเรียนได้ลงมือทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง และทำงานหรือกิจกรรมที่อยู่ เฉพาะในแบบเรียนหรือเอกสารประกอบการเรียนที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้นเองเท่านั้น และมีการจัด กิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการ แก้ปัญหา สถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น รวมถึงการใช้บริบท หรือ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการนั้น ค่อนข้างน้อย และไม่มีตัวอย่างกิจกรรมให้ครูได้เรียนรู้ และนำไปประยุกต์ใช้

ด้วยสาเหตุ ความจำเป็น และแนวคิดต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญ และสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกบริบทในการวิจัยเป็นเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีบริบทหลากหลาย มีเอกลักษณ์เฉพาะของพื้นที่ในด้านต่าง ๆ และเป็นพื้นที่สำคัญในเชิงประวัติศาสตร์ที่กระทรวงวัฒนธรรม ร่วมกับหลายภาคส่วนผลักดันเสนอให้ขึ้นเป็นเมืองมรดกโลกทางวัฒนธรรม (ไทยรัฐออนไลน์, 2557) เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ดียิ่งขึ้น

คำถามการวิจัย

กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นอย่างไร และสามารถส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดย
 - 2.1. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
 - 2.2. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง
 - 2.3. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังการทดลอง
 - 2.4. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

กฤษณา ไสยาศรี (2551) ได้ทำการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการในบริบทต่าง ๆ เช่น การจัดงานเลี้ยง การทำอาหาร เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

บุญญา แซ่หล่อ (2550) ได้ศึกษาการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความลึกในการเข้าใจเนื้อหา และความสามารถในการเชื่อมโยงที่มีผลต่อความลึกในการเข้าใจเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01

วรรณศิริ หลงรัก (2553) ได้ศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทั้งเป็นรายบุคคลและกระบวนการกลุ่ม โดยนำความรู้เดิมตามประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับกลายเป็นองค์ความรู้ ใช้สถานการณ์จริง ซึ่งผลการวิจัย พบว่า ทักษะในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Harvey and Averill (2012) ได้ทำการวิจัยกรณีศึกษาในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เน้นการใช้บทเรียนตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยบทเรียนที่ใช้บริบทจริงของประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานนั้น ช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับบริบทจริงในชีวิตอีกด้วย

Kadir et al. (2015) ได้ทำการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการใช้บริบทเป็นฐาน เน้นบริบทที่เกี่ยวข้องกับชายฝั่งทะเลในประเทศอินโดนีเซีย ให้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทำการศึกษา วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น มีแรงจูงใจ มีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และยังสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับการคิด การวางแผน การตั้งปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตจริงอีกด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดแทรกสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่หลากหลายของนักเรียนลงไป ในกิจกรรมการเรียนรู้นั้น สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นได้ และเพื่อให้การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ สามารถนำไปใช้เป็นนวัตกรรมหนึ่งในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ จึงใช้แนวทางการทดสอบคุณภาพของนวัตกรรมทางการศึกษาของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ที่เสนอว่าเกณฑ์การทดสอบคุณภาพของนวัตกรรม หากใช้คะแนนการทดสอบด้านทักษะพิสัย นักเรียนควรได้คะแนนจากการทดสอบหลังการทดลองสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หรือระดับดีขึ้นไป ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยหลังสูงกว่าก่อนการทดลอง หลังสูงกว่าระหว่างการทดลอง และระหว่างกิจกรรมสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีพัฒนาการเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการใช้บริบทเป็นฐาน และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

บุญญา สา แซ่หล่อ (2550) ได้ศึกษาการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาเจตคติด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง นักเรียนทุกคนมีความคิดเห็นที่ดี ต่อคณิตศาสตร์ และเห็นว่าคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

พรพิศ ศรีซาคำ (2548) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากการทดลองดีกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรสาล ผาสุก (2546) ได้ศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ และผลกระทบที่เกิดขึ้นในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจาก การทดลองการจัดกิจกรรมการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

Demaisip – Hortillosa (2013) ได้ทำการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดย ใช้แนวความคิดการใช้บริบทเป็นฐานกับนักเรียนอาชีวะ ปีที่หนึ่ง (อายุประมาณ 16 ปี) ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวความคิดการใช้บริบทเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Wiest (2001) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองต่อปัญหาที่มีบริบทแตกต่างกันของ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยปัญหาที่มี บริบทแตกต่างกันนั้น ซึ่งผลการวิจัยนั้นพบว่า บริบทในโลกแห่งความจริงของนักเรียน และบริบท ในโลกแห่งจินตนาการระดับสูง มีการตอบสนองเกี่ยวกับความสนใจของนักเรียน ความมุ่งมั่นและ ความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของนักเรียนมากที่สุด คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย (M) คือ 10.19 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) คือ 2.30 และ 2.93 ตามลำดับ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

ในชีวิตประจำวันที่หลากหลายของนักเรียนลงไปในกิจกรรมการเรียนรู้นั้น สามารถช่วยส่งเสริมเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

4. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ การบูรณาการเนื้อหาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2

3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. ตัวแปรจัดกระทำ : ชุดกิจกรรมทางกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2. ตัวแปรตาม : 1. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

2. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง แบ่งออกเป็น การดำเนินการทดลองจัดกิจกรรม 6 กิจกรรม 6 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที และการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน** หมายถึง การนำสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตรอบตัวนักเรียน มาใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาในการออกแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่สามารถแก้หรือหาคำตอบได้โดยทันที และมีเนื้อหา มโนทัศน์ การดำเนินการ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สอดแทรกอยู่ โดยลักษณะสำคัญของบริบทที่ใช้มี 3 ประการ ดังนี้

1. เป็นบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง สามารถรับรู้ และมีส่วนร่วมในสถานการณ์นั้นได้อย่างใกล้ชิด

2. เป็นบริบทที่มีความหลากหลาย และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจเห็นความสำคัญ และมีส่วนร่วมกับกิจกรรม

3. เป็นบริบทที่สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนได้

2. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการแปลงสถานการณ์ปัญหา ระหว่างในโลกจริงกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายหาคำตอบ หรือพยากรณ์คำตอบของปัญหา สถานการณ์ในโลกจริงที่มีความคลุมเครือ จำเป็นต้องพิจารณาข้อมูล หรือปัจจัยสำคัญ เพื่อสร้างข้อตกลงเบื้องต้น สร้างสมมติฐาน แล้วจึงใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการหาคำตอบของปัญหาในโลกจริงอย่างเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง โดยการอ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนบรรยายสรุป ความ การวาดแผนภาพประกอบ หรือการสร้างแบบจำลองอื่น ๆ

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปร/สมมติฐาน/ขอบเขต และ/หรือ ข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยการพิจารณา วิเคราะห์ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ การหาแบบรูป

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผล ความสอดคล้องเหมาะสมของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบ ทบทวนกระบวนการทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งหากตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาด หรือข้อขัดแย้งระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหา ให้ดำเนินการแก้ไข และดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น

6. การนำเสนอผลลัพธ์ โดยการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์ การทำซ้ำเพื่อยืนยันข้อสรุป และปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว

3. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยเน้นการใช้สถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทชีวิตจริง และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน มาเป็นสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ประกอบการคิด และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อถึงความเข้าใจในปัญหา อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหา และหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยมีครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา และอำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่สอดคล้องกับแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน

ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงให้นักเรียนวิเคราะห์ และความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนที่ 1 – 3 ของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

- 1.1. อ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายขึ้น
- 1.2. วิเคราะห์ข้อมูลสำคัญจากสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดตัวแปร สมมติฐานเบื้องต้น หรือขอบเขตของสถานการณ์ปัญหาให้มากยิ่งขึ้น
- 1.3. วิเคราะห์ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และนำไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้

ขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้คิด และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาจากการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ จากการวิเคราะห์บริบทในขั้นที่ 1 นำมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยใช้ขั้นตอนที่ 4 – 6 ของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

- 2.1 ดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบท โดยใช้ความรู้ กระบวนการ และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบที่สอดคล้องกับบริบทและงานที่ได้รับมอบหมาย
- 2.2 ตรวจสอบความสมเหตุสมผล ความถูกต้อง และความสอดคล้องระหว่างคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้กับบริบท เพื่อเตรียมนำเสนอคำตอบ หรือข้อสรุปจากงานที่ได้มอบหมาย
- 2.3 นำเสนอแนวคิด และคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบกลุ่มอื่น ๆ

ขั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังจากการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนในประเด็นเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมที่ได้ทำกับความรู้คณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียน มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือแก้สถานการณ์ปัญหาอื่นที่พบได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งวัดได้จากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับใช้แนวทางการวัดและประเมินตามแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ที่มุ่งวัดและประเมินทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การระบุนิยามหรือความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ กับสถานการณ์ปัญหาที่พบ โดยวัดจากการระบุนิยามหรือความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้คณิตศาสตร์ในรูป ทฤษฎีบท กฎ สูตร และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายแนวคิดหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบจากการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ โดยวัดจากการอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบและต้องดำเนินการแก้ปัญหา

3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทอื่น ๆ ได้ โดยวัดจากการระบุตัวอย่างสถานการณ์ หรือสร้างโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ในบริบทอื่นที่ใกล้เคียงกับความรู้ที่นักเรียนได้ระบุไว้

5. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกต่อวิชาคณิตศาสตร์ในทิศทางบวก หรือทางลบ ทางใดทางหนึ่ง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับใช้แนวทางการวัดและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Triandis (1971) และ สสวท. (2555) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) เกี่ยวกับการตระหนักเห็นหรือไม่ตระหนักเห็นคุณค่า เห็นประโยชน์ หรือไม่เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Component) เกี่ยวกับความชอบ หรือไม่ชอบ ความพอใจ หรือไม่พอใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เกี่ยวกับความพร้อมที่จะกระทำ หรือหลีกเลี่ยงที่จะกระทำการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาจากแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

2. ครูได้ตัวอย่างกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปปรับใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งการนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน

- 1.1 ความหมาย และแนวคิดของการใช้บริบท
- 1.2 ความสำคัญของการใช้บริบท
- 1.3 ลักษณะ และประเภทของบริบท
- 1.4 ตัวอย่างของการใช้บริบทเป็นฐานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
- 2.2 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ลักษณะ และประเภทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ดี
- 3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
- 3.4 หลักการ และแนวทางในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
- 3.5 กระบวนการพัฒนาชุดกิจกรรม

ตอนที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
- 4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
- 4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
- 4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
- 4.5 การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

- 5.1 ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 5.2 ความสำคัญของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 5.3 องค์ประกอบ ลักษณะสำคัญของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 5.4 การวัดและประเมินเจตคติต่อการเรียนฯ

ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 6.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง
- 6.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน

1.1 ความหมาย และแนวคิดของการใช้บริบทเป็นฐาน

แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน (Context – based Approach) เป็นหนึ่งในแนวคิดสำคัญของการขับเคลื่อนการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยสันนิฐานได้ว่ามีจุดเริ่มต้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1988 โดย Prof. Dr. Alan J. Bishop ซึ่งแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานนั้นสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า “คณิตศาสตร์ควรถูกมองว่าเป็นกิจกรรมของมนุษย์” ซึ่ง Freudenthal (1978 อ้างถึงใน Van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014) ได้แสดงความคิดเห็นว่า ถ้าหากคณิตศาสตร์คือสิ่งที่ถูกมองว่าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนความคิดและการจัดการกับความสัมพันธ์เชิงปริมาณและเชิงพื้นที่ของมนุษย์ ดังนั้น คณิตศาสตร์ควรถูกสอนผ่านกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรเริ่มต้นจากสถานการณ์แบบเปิด หรือบริบทที่มีความหมายและความชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงสถานการณ์นั้นได้ เช่น การนั่งรถโดยสาร การแบ่งปันขนม การเปรียบเทียบพื้นที่ต่าง ๆ

สำหรับความหมาย และรายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดของการใช้บริบทเป็นฐานได้มีนักวิชาการทางการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้อธิบายไว้ ซึ่งพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

Gravemeijer (1994 อ้างถึงใน Sullivan, Zevenbergen & Mousley, 2002) ได้อธิบายความหมายของคำว่า บริบท ว่าเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถพบเห็นได้ภายนอก มีความเป็นรูปธรรมชัดเจน และสามารถบอกถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจ และได้อธิบายถึงแนวคิดการใช้บริบทในแง่ของโจทย์ปัญหาว่า โจทย์ปัญหาที่มีการใช้บริบทเป็นฐานนั้น มีการอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีปัญหาเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน แต่สำหรับนักเรียนในระดับที่สูงขึ้น คณิตศาสตร์จะกลายเป็นบริบทของตัววิชาคณิตศาสตร์ที่แสดงความเชื่อมโยงกันในแต่ละหัวข้อ

Roth (1996) ได้อธิบายความหมายของคำว่า “บริบท” ในแง่ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประเด็น ดังนี้

1. บริบทคือเรื่องราวที่สอดแทรกอยู่ในปัญหา และเป็นข้อมูลสำคัญที่จะทำให้ปัญหานั้นมีความชัดเจน สามารถแก้ปัญหาได้ และเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น
2. บริบทคือสถานการณ์/ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกความจริง ซึ่งสามารถจำลองได้โดยใช้คณิตศาสตร์ เช่น การเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นบริบทตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ซึ่งสามารถอธิบาย/จำลองได้โดยใช้ฟังก์ชันเอ็กโปเนนเชียล
3. บริบท คือ ความสัมพันธ์ระหว่างขอบเขต และสถานการณ์ โดยที่สถานการณ์จะแบ่งออกเป็น ขอบเขตในเชิงสังคม เชิงกายภาพ เชิงประวัติศาสตร์ เชิงมิติสัมพันธ์ และขอบเขต

จะหมายถึง สภาพแวดล้อมในเชิงกายภาพที่มีการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ห้างสรรพสินค้า ร้านค้า โรงเรียน โรงงาน โรงแรม ห้องครัว ห้องทดลองวิทยาศาสตร์ รวมถึงสถานที่อื่นที่มีกิจกรรมของมนุษย์ดำเนินอยู่

Sullivan, Zevenbergen and Mousley (2003) และ Van Den Heuvel-Panhuizen (2003) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานในงานและเรียนคณิตศาสตร์ไว้อย่างสอดคล้องกันว่า แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน คือการนำเอาสถานการณ์ ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น หรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงและประสบการณ์ของนักเรียน รวมถึง สภาพความเป็นอยู่ในสังคม ชุมชนของนักเรียน หรือเป็นเรื่องราวที่นักเรียนกำลังให้ความสนใจ มีคุณค่า ความสำคัญและเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น หรือในการทำงานประกอบอาชีพในอนาคต และเป็นประเด็นที่นักเรียนสามารถเข้าถึง รับรู้ สัมผัสได้จริง ซึ่งบริบทดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง และมีเนื้อหา มโนทัศน์ การดำเนินการ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สอดแทรกอยู่

Beswick (2011) ได้ให้ความหมายของคำว่า “บริบท” ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า บริบทของปัญหา คือ สภาพความเป็นจริง หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถแก้ปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหาได้โดยทันที และเป็นปัญหาที่มีคุณค่ามีความหมาย และมีเป้าหมายโดยตรงต่อนักเรียน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของความหมาย และแนวคิดของการใช้บริบทเป็นฐานว่า คือ การนำสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตรอบตัวนักเรียน มาใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาในการออกแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่สามารถแก้ปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหาได้โดยทันที และมีเนื้อหา มโนทัศน์ การดำเนินการ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สอดแทรกอยู่

1.2 ความสำคัญของการใช้บริบทเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การใช้บริบทเป็นฐานมีบทบาทต่อการพัฒนาการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งในแง่ของความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ดี โดยที่เน้นเกี่ยวกับการนำความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ ในบริบทต่าง ๆ ที่สำคัญต่อนักเรียน ซึ่งรายละเอียดของความสำคัญของการใช้บริบทเป็นฐานนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

Meyer, Dekker and Querelle (2001) ได้อธิบายถึงความสำคัญของการใช้บริบทเป็นฐานต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน 4 ประเด็นดังต่อไปนี้

1. บริบทสามารถช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน
2. บริบทจะช่วยแสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างไร
3. บริบทจะช่วยให้นักเรียนได้รับโอกาสในการคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. บริบทจะช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างคงทน

Van den Heuvel-Panhuizen, 2003 ได้อธิบายว่า บริบทเป็นตัวช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ และส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพัฒนาวิธีการคิดและการสร้างแบบจำลองที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

Ainley, Pratt and Hansen (2006) ได้กล่าวว่า การใช้บริบทที่มีคุณค่าต่อนักเรียนเป็นฐานในการออกแบบงานที่มอบหมายให้กับนักเรียนนั้น จะช่วยกระตุ้นและทำให้นักเรียนมุ่งมั่นในการแก้ปัญหาให้สำเร็จโดยการประยุกต์ใช้หลักการและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเข้าใจ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจว่าหลักการและแนวคิดดังกล่าวนี้สำคัญอย่างไร และช่วยพัฒนาการตระหนักเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

Beswick (2011) ได้อธิบายว่าบริบทที่ใช้ในปัญหานั้น จะมีความสำคัญต่อนักเรียนในแง่ของการตอบสนองตามความต้องการของสังคม ซึ่งต้องการคนที่มีความรู้ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เกิดขึ้นจริงได้ รวมถึง การประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในบริบทที่สำคัญต่อสังคม และการพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์

จะเห็นได้ว่า ความสำคัญของการใช้บริบทเป็นฐานที่นักวิชาการได้กล่าวถึงนั้น มีความสอดคล้องกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปว่า การใช้บริบทมีความสำคัญต่อการส่งเสริมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้มีคุณค่าต่อนักเรียนมากขึ้น ทั้งในด้านของการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน การส่งเสริมความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่มีความหมายต่อนักเรียน และการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ มีความมุ่งมั่นพยายามที่จะมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงเห็นคุณค่าของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1.3 ลักษณะ และประเภทของการใช้บริบทเป็นฐาน

Meyer, Dekker, and Querelle (2001) ได้อธิบายลักษณะของการใช้บริบทที่มีคุณภาพว่า การใช้บริบทเป็นฐานจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กล่าวคือ บริบทที่นำมาใช้นั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. บริบทที่เกิดขึ้นจริง หรือเป็นบริบทที่มีความเหมือนจริงมากที่สุด อยู่ในขอบเขตที่นักเรียนสามารถจินตนาการ เคยมีประสบการณ์เดิม หรือสามารถพบเห็น สัมผัส นึกถึงได้
2. บริบทจะต้องมีความหลากหลาย และน่าสนใจ
3. บริบทจะต้องมีความสัมพันธ์กับปัญหาจริงที่จะได้รับการแก้ปัญหา
4. บริบทที่นำมาใช้จะต้องคำนึงถึงเรื่องความละเอียดอ่อนด้านสังคมวัฒนธรรม เพศ และความเท่าเทียมกันในสังคม
5. บริบทที่นำมาใช้สามารถนำไปสร้างเป็นแบบจำลองได้

Tural (2013) ได้อธิบายถึงลักษณะของการใช้บริบทเป็นฐานในการออกแบบปัญหาว่า จำเป็นต้องมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

1. ความเหมาะสมของบริบทสำหรับนักเรียนที่จะได้รับการพิจารณา เช่น เหตุการณ์ที่นักเรียนสามารถพบในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม รวมถึง ประเด็นทางสิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจ
2. บริบทควรมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงที่จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับนักเรียน
3. บริบทควรเป็นสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือเรื่องราวที่มีนักเรียนเป็นตัวละครหลัก
4. บริบทของปัญหาควรจะให้ให้นักเรียนที่กำลังเผชิญอยู่นั้น สามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้ ทักษะภายในของตนเอง โดยปัญหาดังกล่าวจะต้องใช้ทักษะที่มากกว่าระดับความเข้าใจ
5. บริบทของปัญหาควรจะพบได้ในชีวิตจริงของนักเรียน
6. บริบทของปัญหาควรจบลงด้วยประโยคคำถามเชิงคุณภาพ แต่ควรจะทำให้รู้สึก ว่าปัญหาเชิงคุณภาพนั้น ต้องได้รับการพิสูจน์ในเชิงปริมาณ

Piacentini and Monticone (2016) อธิบายลักษณะของการใช้บริบทเป็นฐานในโจทย์ปัญหาไว้ว่า โจทย์ปัญหาที่มีบริบทเป็นฐาน เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนจำเป็นต้องประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการหาคำตอบ และสอดคล้องกับบริบทที่กำหนด และบริบทของโจทย์ปัญหานั้น จะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือชีวิตการทำงาน ซึ่งข้อมูลและสารสนเทศในโจทย์ปัญหานั้นจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง

Steen (2001) อ้างถึงใน Mayes and Myers (2015) ได้รวบรวมบริบท หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีการประยุกต์ใช้การรู้เรื่องจำนวน (numeracy) สอดแทรกอยู่ โดยบริบทต่าง ๆ นั้น มีความสัมพันธ์กับระดับความน่าสนใจของนักเรียน และระดับการมีส่วนร่วมของนักเรียนกับสถานการณ์ต่าง ๆ เรียงตามลำดับความสนใจและการมีส่วนร่วมในสถานการณ์ต่าง ๆ จากมากไปน้อยตามลำดับสถานการณ์ที่แบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังต่อไปนี้

1. **สถานการณ์ชีวิตส่วนตัว (personal life situation)** เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเกม กีฬา การตัดสินใจทางเศรษฐกิจ ความสัมพันธ์กับผู้อื่น และสุขภาพ

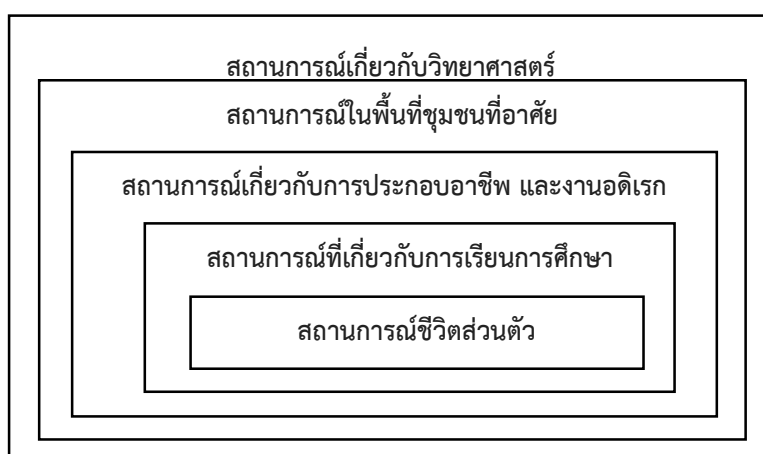
2. **สถานการณ์ที่เกี่ยวกับการเรียนการศึกษา (educational situation)** เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ในแง่ของสังคม กิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียน

3. **สถานการณ์ที่เกี่ยวกับการประกอบอาชีพ และงานอดิเรก (occupational and leisure situations)** เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในเหตุและผล ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลและการใช้สถิติ การเงิน ภาษี ความเสี่ยง อัตราดอกเบี้ย การบริหารจัดการเวลา รูปแบบทางเรขาคณิต เงินงบประมาณ และการมองภาพมิติสัมพันธ์

4. **สถานการณ์ในพื้นที่ชุมชนที่อาศัย (place and local community situations)** เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ และสถานการณ์ในชุมชน ท้องถิ่นที่อยู่อาศัย การเป็นพลเมือง การตัดสินใจที่ชาญฉลาด การมีวิจารณญาณประเมินข้อสรุป การเก็บรวบรวมข้อมูล และการสร้างข้อสรุปในทางสังคม และการมีทัศนคติที่ดี

5. **สถานการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (scientific situations)** เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก

สำหรับ ความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียนทั่วไปกับสถานการณ์ต่าง ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับความใกล้ชิดกับตัวนักเรียนที่สามารถสัมผัสได้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภาพรูปกรอบสี่เหลี่ยมด้านในสุด แสดงถึงความใกล้ชิดกับตัวนักเรียนมากที่สุด ถัดออกมาที่รูปกรอบสี่เหลี่ยมอื่น ๆ ด้านนอก แสดงถึงความใกล้ชิดกับตัวนักเรียนน้อยลงไปเรื่อย ๆ ตามลำดับดังแผนภาพต่อไปนี้



Ginsburg, Manly and Schmitt (2006) ได้จำแนกบริบทที่ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในช่วงวัยผู้ใหญ่ออกเป็น 4 ประเภทดังต่อไปนี้

1. บริบทครอบครัว หรือส่วนตัว (family or personal context) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับบทบาทหน้าที่ต่าง ๆ ในครอบครัว เช่น การเป็นหัวหน้าครอบครัว การเป็นสมาชิกในครอบครัว การบริโภค การเงิน การจัดการภายในครัวเรือน การดูแลสุขภาพตนเอง ความสนใจส่วนตัว และงานอดิเรก

2. บริบทของสถานที่ทำงาน (workplace) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการปฏิบัติงานในอาชีพ และปรับใช้ความรู้ให้เข้ากับความต้องการของงานใหม่ ๆ

3. บริบทของชุมชน (community) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาของชุมชน และปัญหาอื่นที่เกี่ยวข้องกับสังคมโดยรวม เช่น สภาพสิ่งแวดล้อม อาชญากรรม หรือการเมือง

4. บริบทของการเรียนรู้เพิ่มเติม (further learning) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตนเองในด้านความรู้ โดยเชื่อมโยงความรู้ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ และการฝึกอบรม หรือการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาในวิชาอื่น ๆ

OECD (2013) ได้จำแนกบริบทที่เหมาะสมกับนักเรียนในช่วงอายุ 15 ปี ออกเป็น 4 ประเภท คือ บริบทส่วนตัวของนักเรียน บริบทเกี่ยวกับการประกอบอาชีพและการศึกษา บริบทเกี่ยวกับสังคม และบริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. บริบทส่วนตัวของนักเรียน (personal context) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันส่วนตัวของนักเรียน ครอบครัว และกลุ่มเพื่อน โดยบริบทประเภทนี้จะสนใจกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติเป็นวิถีในชีวิตประจำวัน เช่น การเตรียมทำอาหารในครัว การใช้จ่ายซื้อของ การเล่นเกม การรักษาสุขภาพของตนเอง การเดินทาง การท่องเที่ยว กีฬา การวางแผนในการทำงานต่าง ๆ ของตนเอง และการจัดการด้านการเงิน

2. บริบทเกี่ยวกับการประกอบอาชีพ (occupational context) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกของการทำงาน โดยบริบทประเภทนี้จะสนใจกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติในชีวิตของการทำงาน เช่น การวัด การประมาณค่า การคำนวณต่าง ๆ การลงทุนซื้อขาย การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน การจัดการบัญชี การควบคุมคุณภาพสินค้า การกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้าในคลัง การออกแบบ หรืองานทางสถาปัตยกรรมต่าง ๆ และการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับอาชีพ ซึ่งบริบทนี้ จะมีความเกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวของนักเรียน แต่มีจุดเน้นที่ต่างออกไปคือ การประกอบอาชีพในอนาคต ตั้งแต่อาชีพที่ต้องอาศัยทักษะของการทำงานน้อยที่สุด ไปสู่อาชีพที่ต้องอาศัยทักษะการทำงานมากที่สุด

3. บริบทเกี่ยวกับสังคมและชุมชน (social and local community context)

เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ ไม่ว่าจะเป็นชุมชนในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก โดยบริบทประเภทนี้จะสนใจกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติในชุมชนต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ร่วมกับผู้อื่น เช่น ระบบการออกเสียงลงคะแนนในการเลือกตั้ง ระบบขนส่งสาธารณะ การเมือง การปกครอง นโยบายสาธารณะ การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐศาสตร์ ซึ่งบริบทนี้ จะมีความเกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวของนักเรียนเช่นกัน แต่มีจุดเน้นที่ต่างออกไปคือ บริบทของปัญหาจะเกิดขึ้นในแง่ของสังคมหรือชุมชนส่วนรวม

4. บริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (scientific context) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ

การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี โดยบริบทประเภทนี้จะสนใจกิจกรรมที่นักเรียนต้องประสบพบเจอตามปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น สภาพอากาศ หรือภูมิอากาศในแต่ละวัน แต่ละพื้นที่ สภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยา เรื่องของยารักษาโรค เรื่องอวกาศ พันธุศาสตร์ และการวัดในเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งบริบทนี้ จะมีจุดเน้นที่ต่างออกไปคือ บริบทของปัญหาจะมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉพาะ

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสังเคราะห์ลักษณะของบริบทที่นำไปใช้เป็นฐานในการส่งเสริมการเรียนรู้ได้ว่า ลักษณะสำคัญของบริบทมี 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เป็นบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง สามารถรับรู้และมีส่วนร่วมในสถานการณ์นั้นได้อย่างใกล้ชิด
2. เป็นบริบทที่มีความหลากหลาย และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เห็นความสำคัญ และมีส่วนร่วมกับกิจกรรม
3. เป็นบริบทที่สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนได้

และ สามารถสังเคราะห์ประเภทของบริบทที่นำไปใช้เป็นฐานในการส่งเสริมการเรียนรู้ได้ว่า ประเภทของบริบทมี 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. บริบทส่วนตัวของนักเรียน (personal context)
2. บริบทเกี่ยวกับการประกอบอาชีพ (occupational context)
3. บริบทเกี่ยวกับสังคมและชุมชน (social and local community context)
4. บริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (scientific context)

โดยรายละเอียดต่าง ๆ ของลักษณะการนำบริบทไปใช้เป็นฐาน และประเภทของบริบทที่นำมาใช้เป็นฐานสามารถสรุปได้ดังตารางวิเคราะห์ต่อไปนี้

ตาราง 1 สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ลักษณะของการนำบริบทไปใช้พื้นฐาน

ลักษณะของบริบท	Meyer et al. (2001)	Tural et al. (2012)	Piacentini et al. (2016)
1. บริบทที่เกิดเกิดขึ้นจริง หรือเป็นบริบทที่มีความเสมือนจริงมากที่สุด อยู่ในขอบเขตที่นักเรียนสามารถจินตนาการ เคยมีประสบการณ์เดิม หรือสามารถพบเห็น นึกถึงได้	●	●	●
2. บริบทจะต้องมีความสัมพันธ์กับปัญหาจริงที่จะได้รับการแก้ปัญหา	●		
3. บริบทที่นำมาใช้จะต้องคำนึงถึงเรื่องความละเอียดอ่อนด้านสังคม วัฒนธรรม เพศ และความเท่าเทียมกันในสังคม	●		
4. บริบทที่นำมาใช้สามารถนำไปสร้างเป็นแบบจำลองได้	●		●
5. บริบทจะต้องมีความหลากหลาย และน่าสนใจ	●	●	●
6. บริบทควรจะให้ให้นักเรียนที่กำลังเผชิญอยู่นั้น สามารถแก้ปัญหาได้ โดยใช้ทักษะภายในของตนเอง โดยปัญหาดังกล่าวจะต้องใช้ทักษะที่มากกว่าระดับความเข้าใจ ไม่สามารถหาคำตอบได้โดยทันที		●	●
7. บริบทควรมีสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือเรื่องราวที่มีนักเรียนเป็นตัวละครหลัก		●	
8. บริบทของปัญหาควรจบลงด้วยประโยคคำถามเชิงคุณภาพ แต่ควรจะทำให้รู้สึกว่ปัญหาเชิงคุณภาพนั้น ต้องได้รับการพิสูจน์ในเชิงปริมาณ		●	●

ตาราง 2 สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ประเภทของการนำบริบทไปใช้พื้นฐาน

ประเภทของบริบท	Steen (2001)	Ginsburg et al. (2006)	OECD (2013)
1. บริบทส่วนตัวของนักเรียน	●	●	●
2. บริบทเกี่ยวกับการศึกษาเรียนต่อ	●	●	
3. บริบทเกี่ยวกับการประกอบอาชีพ	●	●	●
4. บริบทเกี่ยวกับสังคมและชุมชน	●	●	●
5. บริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	●		●

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ ● หมายถึงมีการกล่าวถึงลักษณะ และประเภทของบริบทในประเด็นดังกล่าว

1.4 ตัวอย่างของการใช้บริบทเป็นฐานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

Van den Heuvel-Panhuizen, 2003 ได้อธิบายตัวอย่างของการใช้บริบทเป็นฐานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า การใช้บริบทเป็นฐานนั้น มักจะใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการนำเข้าสู่บทเรียนให้มีความน่าสนใจต่อผู้เรียน และเป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับการทดสอบว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามได้หรือไม่ สำหรับการเลือกบริบทที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์จริงของนักเรียน เพราะจะทำให้นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมกับกิจกรรมที่มีเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อย่างมีคุณค่า ซึ่งโดยปกติแล้วในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถานการณ์ในชีวิตจริงสามารถนำมาใช้เป็นบริบทในการจัดการเรียนการสอน แต่ในระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้นอาจจะไม่สามารถนำบริบทดังกล่าวนี้มาใช้ได้ โดยทันที ครูจึงจะต้องใช้เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางประวัติศาสตร์ของหัวข้อที่จะสอน และพยายามแสดงให้เห็นความจำเป็นของคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น

Lam (2007) ได้ยกตัวอย่างการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดเชิงบริบท (Contextual approach) กับนักเรียนในระดับเตรียมอุดมศึกษา เรื่อง ตัวอย่างการใช้สูตรผลบวกของจำนวนเต็มบวก โดยมีจุดมุ่งหมายคือ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาในระดับต่าง ๆ และ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โน้ตอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้นในระดับที่สูงขึ้นผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจริง โดยตัวอย่างการสอนตามแนวคิดเชิงบริบท เกี่ยวกับสูตรการหาผลบวกอนุกรมของจำนวนเต็มบวก n ในระดับเตรียมอุดมศึกษา ที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงที่มาของสูตรดังกล่าวในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้นำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในหลาย ๆ เรื่องที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วในระดับมัธยม มาประยุกต์ใช้ในการแสดงที่มาของสูตร เช่น การแสดงที่มาของสูตรด้วยวิธีการมองภาพจากสี่เหลี่ยม การใช้วิธีการแสดงของ เกาส์ การใช้วิธีทางสถิติเกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ย การใช้ความรู้เรื่องคณิตศาสตร์เชิงการนับ ความรู้เรื่องสัมประสิทธิ์ทวินาม หรือการใช้วิธีการพิสูจน์แบบอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป แต่สิ่งที่เป็นลักษณะเด่นสำคัญ และมีการกล่าวถึงร่วมกันคือ การเชื่อมโยง หรือการแปลงสถานการณ์ระหว่างในโลกจริงกับคณิตศาสตร์ ซึ่งรายละเอียดในการอธิบายความหมายของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

Edwards and Hamson (2007) และ Blum and Ferri (2009) ได้อธิบายไปในทางเดียวกันว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือกระบวนการที่มีการทำซ้ำวนเป็นวัฏจักร ซึ่งพยายามที่จะแปลงปัญหาสถานการณ์ในโลกจริงเข้าสู่โลกคณิตศาสตร์เพื่อใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปัญหาในโลกจริง โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องใช้การตั้งสมมติฐาน การตัดสินใจ และการหาทางเลือกที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง โดยอาศัยการสำรวจ วิเคราะห์ ทำความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัญหาโลกความจริงเพื่อเปรียบเทียบกับความเป็นไปได้ และความสมเหตุสมผล เชื่อมโยงกลับไปกลับมาระหว่างโลกจริงกับคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จะเริ่มต้น และจบลงที่โลกจริงเสมอ

Pollak (2011) และ Bliss, Fowler and Galluzo (2014) ได้อธิบายไปในทางเดียวกันว่าการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างโลกจริงกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกจริง และ/หรือ เพื่อใช้ในการพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นบนโลกจริงในอนาคต ซึ่งการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการที่มีลักษณะเป็นวัฏจักรมีการทำซ้ำ ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจ และการเลือกสร้างสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล ทั้งนี้ Bliss et al. (2014) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะเริ่มต้นจากปัญหาสถานการณ์ในโลกจริงที่ไม่มีโครงสร้าง มีความคลุมเครือ ไม่แน่นอนชัดเจน และมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาสอดแทรกอยู่ในปัญหา และมีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ เป็นปัญหาที่แตกต่างกับปัญหาในหนังสือเรียนทั่วไปที่มีคำถามคำตอบ และวิธีการหาคำตอบที่ชัดเจนเพียงหนึ่งเดียว ทำให้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นต้องอาศัยการระดมสมอง การสำรวจสืบค้น และการทำวิจัย เพื่อที่จะสร้างข้อตกลงและกำหนดความชัดเจนให้กับปัญหา และดำเนินการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบาย หรือพยากรณ์เกี่ยวกับปัญหาสถานการณ์ในโลกจริง

จากความหมายของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการแปลงสถานการณ์ปัญหาหนึ่งในโลกจริงกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายหาคำตอบ หรือพยากรณ์คำตอบของปัญหาสถานการณ์ในโลกจริงที่มีความคลุมเครือ จำเป็นต้องพิจารณาข้อมูล หรือปัจจัยสำคัญเพื่อสร้างข้อตกลงเบื้องต้น สร้างสมมติฐาน แล้วจึงใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาในโลกจริงอย่างเหมาะสม

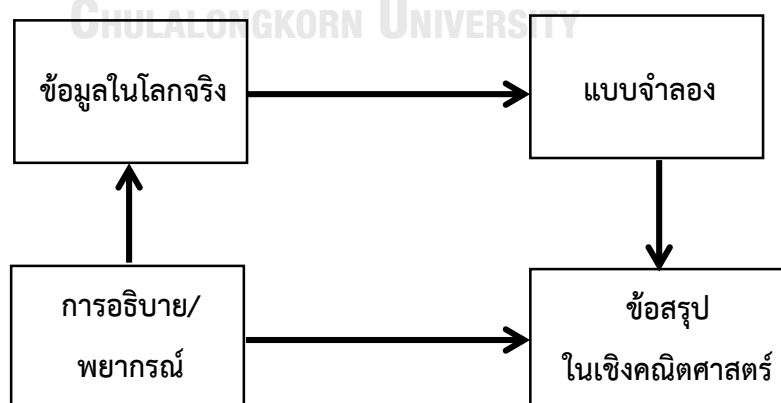
2.2 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือขั้นตอนในการแปลงและเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงกับคณิตศาสตร์ ซึ่งจะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยหลายขั้นตอน ซึ่งนักวิชาการต่าง ๆ ได้อธิบายระบุขั้นตอนต่าง ๆ ไว้อย่างหลากหลาย ในที่นี้จะยกตัวอย่างและสรุปขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

Dossey et al. (2001) ได้แสดงกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไว้เป็นแผนภาพในลักษณะของระบบปิด (closed system) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. แปลงข้อมูลในโลกจริงให้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
2. วิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุปในเชิงคณิตศาสตร์
3. ตีความข้อสรุปทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์ข้อมูลในโลกจริง
4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุป/คำตอบที่ได้กับข้อมูลในโลกจริง

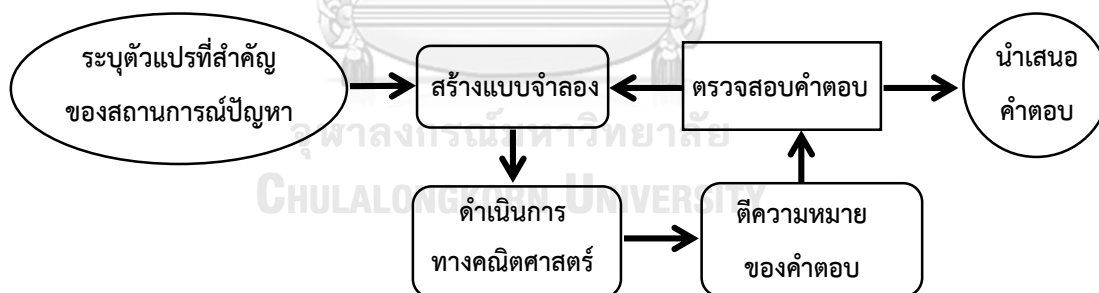
โดยสามารถเขียนเป็นแผนภาพสรุปได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Dossey et al. (2002)

NGA Center and CCSSO (2010) ได้ระบุไว้ว่ากระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของมลรัฐในประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ The Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM) นั้น แบ่งออกเป็นวงจรที่ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุตัวแปรที่สำคัญ
2. สร้างแบบจำลองโดยอาศัยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ระบุไว้
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว และประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำเนินการหาคำตอบเพื่อสร้างข้อสรุป
4. พิจารณาคำตอบที่ได้ แล้วตีความคำตอบนั้นกลับไปสู่สถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น
5. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุปกับข้อมูลและตัวแปรในสถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น เพื่อพิจารณาว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้น จำเป็นต้องแก้ไขหรือไม่ และจำเป็นต้องดำเนินการซ้ำเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น
6. นำเสนอคำตอบที่ได้จากการพิจารณาความสอดคล้องและความสมเหตุสมผล ซึ่งจะเห็นว่า ขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนนั้น มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันและจำเป็นต้องมีการทำงานย้อนไปย้อนกลับในแต่ละขั้นตอน เพื่อเป้าหมายคือให้ได้คำตอบที่สอดคล้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากที่สุด โดยสามารถเขียนเป็นภาพสรุปได้ดังต่อไปนี้

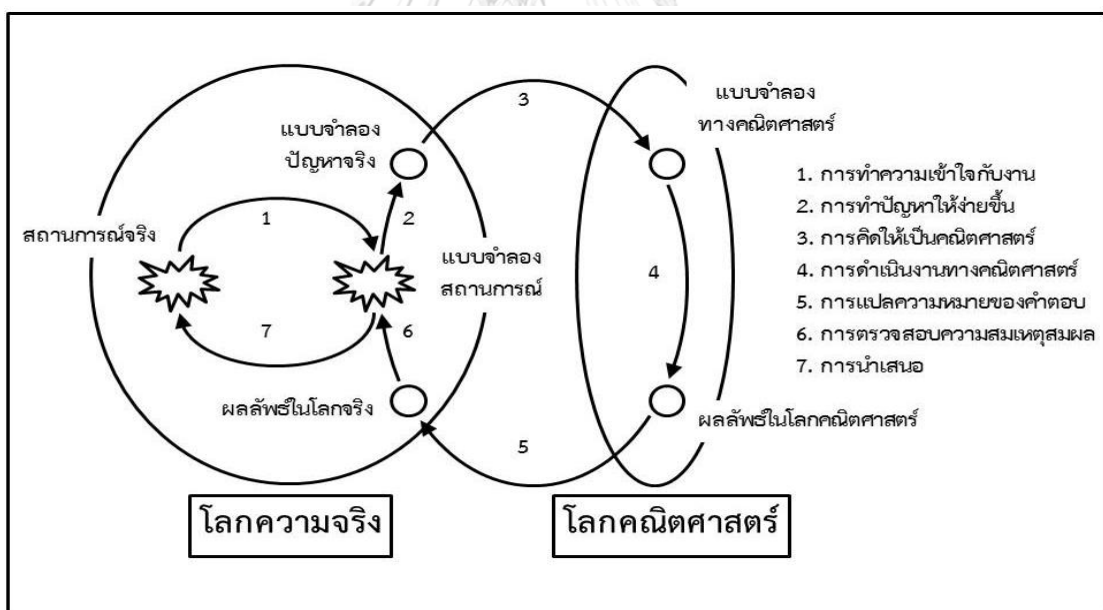


ภาพที่ 2 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ (NGA Center and CCSSO 2010)

Blum (2011) ได้แสดงกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไว้เป็นภาพแสดงความเชื่อมโยงระหว่างการแปลงปัญหาสถานการณ์ในโลกกับโลกคณิตศาสตร์ โดยได้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจกับงาน/สถานการณ์ปัญหา โดยต้องสร้างแบบจำลองสถานการณ์ปัญหาขึ้นมา เพื่อเป็นร่องรอยแสดงความเข้าใจกับสถานการณ์

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ตั้งสมมติฐานสร้างขอบเขตและตีความหมาย เพื่อสร้างข้อตกลงเกี่ยวกับข้อมูลในปัญหาให้ชัดเจน และสร้างแบบจำลองปัญหาจริง
3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยการแปลงจากแบบจำลองปัญหาจริงมาสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
4. การดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ โดยการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในโลกคณิตศาสตร์
5. การแปลความหมายของคำตอบ โดยการแปลงผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นผลลัพธ์ในโลกจริงตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด
6. การตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยการแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ในโลกจริงที่แปลงมาจากผลลัพธ์ในโลกคณิตศาสตร์นั้น มีความสมเหตุสมผลกันด้วยการอธิบายเหตุผลให้ชัดเจน
7. การนำเสนอ โดยการสรุปผลลัพธ์สุดท้ายที่ผ่านการพิจารณาแล้ว โดยสามารถเขียนเป็นภาพสรุปได้ดังต่อไปนี้

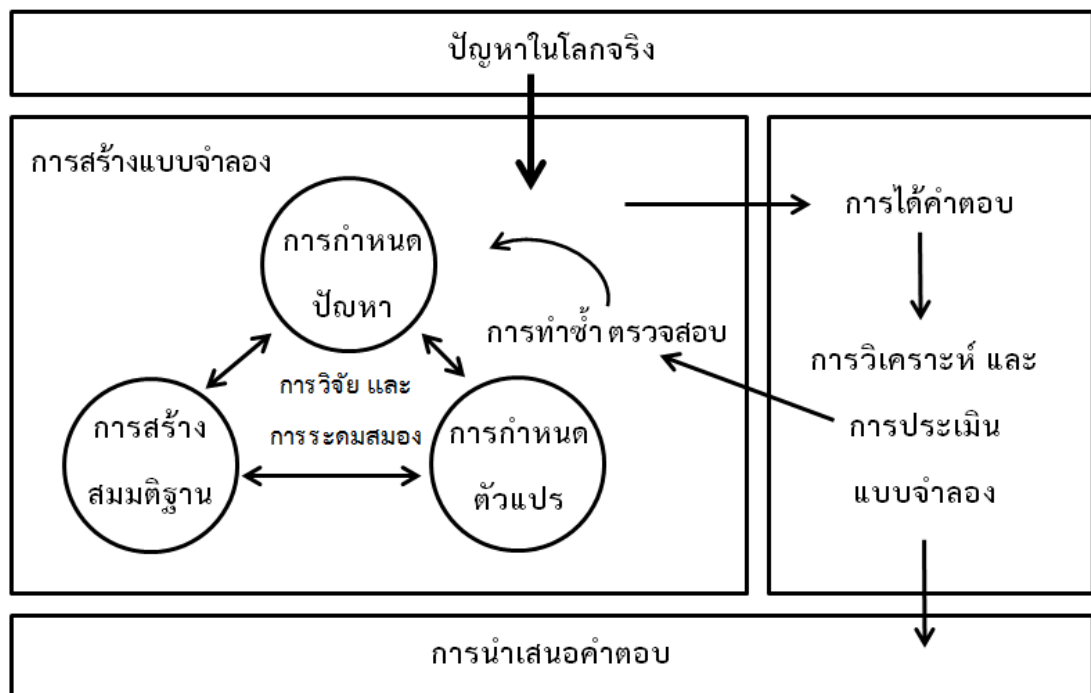


ภาพที่ 3 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Blum (2011)

Bliss et al. (2014) ได้แสดงกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไว้เป็นภาพแสดงกระบวนการแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ปัญหาในโลกจริง การสร้างแบบจำลอง และการรายงานผลลัพธ์ โดยกระบวนการในส่วนของกระบวนการสร้างแบบจำลอง ได้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดปัญหา การกำหนดตัวแปร และการสร้างสมมติฐาน โดยดำเนินการแบบย้อนไปและกลับ (back and forth) ระหว่างด้วยกระบวนการวิจัยและการระดมสมอง เพื่อการได้คำตอบ
2. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้
3. การวิเคราะห์และประเมินแบบจำลองและคำตอบ เพื่อเตรียมนำไปสู่การนำเสนอคำตอบ หรือนำไปสู่การทำซ้ำเพื่อยืนยันและตรวจสอบคำตอบที่ได้ หรือนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองใหม่เพื่อให้ได้แบบจำลองและคำตอบที่ดีมากยิ่งขึ้น
4. การนำเสนอคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์ ประเมิน ทำซ้ำเพื่อยืนยันและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

โดยสามารถเขียนเป็นภาพสรุปได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Bliss et al. (2014)

จะเห็นได้ว่า กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สรุปมาข้างต้นนั้น มีการกำหนดกระบวนการในแต่ละขั้นตอนที่ค่อนข้างคล้ายคลึงกัน โดยสามารถสังเคราะห์ได้เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง โดยการอ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนบรรยายสรุปความ การวาดภาพประกอบ หรือการสร้างแบบจำลองอื่น ๆ

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปร/สมมติฐาน/ขอบเขต และ/หรือ ข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยการพิจารณา วิเคราะห์ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ การหาแบบรูป

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผล ความสอดคล้องเหมาะสมของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบ ทบทวนกระบวนการทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งหากตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาด หรือข้อขัดแย้งระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหา ให้ดำเนินการแก้ไข และดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น

6. การนำเสนอผลลัพธ์ โดยการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์ การทำซ้ำเพื่อยืนยันข้อสรุป และปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว

ซึ่งรายละเอียดของกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงได้ดังตารางวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ได้จากการสังเคราะห์	Dossey et al. (2001)	NGA Center and CCSSO (2010)	Blum (2011)	Bliss et al. (2014)
การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง	แปลงข้อมูลในโลกจริงให้เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์	การระบุตัวแปรที่สำคัญ	การทำความเข้าใจกับงาน/สถานการณ์ปัญหา	การกำหนดปัญหา ตัวแปร และการสร้างสมมติฐาน
การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น			การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น	
การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	วิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุป	สร้างแบบจำลองโดยการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	การดำเนินการคณิตศาสตร์
การดำเนินการทางคณิตศาสตร์		วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์	การดำเนินงานทางคณิตศาสตร์	
การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์	ตีความข้อสรุป	พิจารณาและตีความคำตอบ	การแปลความหมายของคำตอบ	การวิเคราะห์และประเมิน
	ตรวจสอบความสมเหตุสมผล	ตรวจสอบความสมเหตุสมผล แก้ไข/ทำซ้ำ	การตรวจสอบความสมเหตุสมผล	แบบจำลองและคำตอบ
การนำเสนอผลลัพธ์	-	นำเสนอคำตอบ	การนำเสนอ	การนำเสนอคำตอบ

ตอนที่ 3 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่ง สามารถจัดขึ้นได้ทั้งในและนอกเรียนปกติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพต่อนักเรียนมากยิ่งขึ้น ทั้งในส่วนของ การเพิ่มพูนความรู้ ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และช่วยพัฒนาคุณลักษณะที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างรอบด้าน ในที่นี้ จะนำเสนอความหมายของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่นักวิชาการ และนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Guberman (2004) อธิบายว่ากิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่พัฒนาความรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนผ่านการลงมือปฏิบัติร่วมกัน และเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อช่วยส่งเสริมความรู้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากการเรียนการสอนปกติ เช่น ความรู้เกี่ยวกับระบบจำนวน วิธีการทางคณิตศาสตร์

นวนน้อย เจริญผล (2533) อธิบายถึงกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในแง่ของกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ได้ฝึกการทำงานร่วมกัน และเป็นการส่งเสริมประสบการณ์นอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียนปกติ

ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2544) อธิบายว่ากิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรประเภทหนึ่ง ที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน และช่วยส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนในทุก ๆ ด้าน

รชนี บุญลือ (2550) อธิบายกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ประสบการณ์ และความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับประโยชน์ และคุณค่าจากกิจกรรมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

กล่าวโดยสรุปคือ กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณค่า และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

สำหรับชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นั้น มีนักวิชาการผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ซึ่งมีความหมายใกล้เคียงกัน โดยสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นการรวบรวมสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ครูได้เป็นผู้พัฒนาขึ้น สำหรับจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งในการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน โดยครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งในชุดกิจกรรมจะประกอบด้วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีการจัดรวบรวมไว้เป็นชุดตามลำดับขั้นตอน และในแต่ละกิจกรรมนั้นจะมีองค์ประกอบ หรือหัวข้อที่ระบุรายละเอียดของการจัดกิจกรรมได้แก่ ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง/ความสำคัญของกิจกรรม วัตถุประสงค์ เวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ เนื้อหาสาระ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผล (Kapfer & Kapfer, 1972; กัลยา ทองสุ, 2545; เพ็ญประภา แสนลี, 2542; ปฐมพร อาสนวิเชียร, 2541)

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบ หรือหัวข้อที่แสดงรายละเอียดของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ชื่อกิจกรรม : เป็นส่วนที่แสดงชื่อกิจกรรมให้มีความน่าสนใจ และสอดคล้องกับบริบทที่ใช้ในกิจกรรม หรือวัตถุประสงค์ของกิจกรรม
2. ความสำคัญของกิจกรรม : เป็นส่วนที่อธิบายลักษณะ ความสำคัญของบริบทที่ใช้ในกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
3. วัตถุประสงค์ : เป็นส่วนที่ระบุสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากการทำกิจกรรม
4. เวลาที่ใช้ : เป็นส่วนที่บอกระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม
5. สถานที่ : เป็นส่วนที่บอกสถานที่ หรือแหล่งเรียนรู้ในการทำกิจกรรม
6. สื่อ และอุปกรณ์ : เป็นส่วนที่บอกรายละเอียดของสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้
7. สาระคณิตศาสตร์ : เป็นส่วนที่อธิบายถึงเนื้อหาสาระ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม
8. สถานการณ์ปัญหา : เป็นส่วนที่อธิบายถึงสถานการณ์ปัญหา และคำถามหลักในกิจกรรม
9. ขั้นตอนการจัดกิจกรรม : เป็นส่วนที่อธิบายขั้นตอน และวิธีการในการดำเนินกิจกรรม
10. การประเมินผล : เป็นส่วนที่ระบุผลที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งใช้เทคนิค และวิธีการประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง

3.2 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้มีคุณค่า และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนในฐานะผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่จะนำมาจัดให้กับนักเรียน เช่น ความพร้อมด้านเนื้อหาสาระ ความยากง่ายของกิจกรรม ความเหมาะสมด้านเวลา สถานที่ ช่วงวัยนักเรียน เป้าหมายของกิจกรรม สำหรับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นั้น จะมีวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายซึ่งเป็นที่กำหนดไว้ว่าต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน หรือได้เรียนรู้ภายหลังจากการทำกิจกรรม โดยนักวิชาการ และนักการศึกษา คณิตศาสตร์ได้ระบุถึงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์พอสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 สรุปผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	นักวิชาการ			
	1	2	3	4
1. เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น	●	●	●	●
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรปกติ	●	●	●	●
3. เพื่อสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน	●	●	●	●
4. เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกัน มีความสามัคคี	●	●	●	●
5. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์	●	●	●	
6. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน		●	●	●
7. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์		●	●	●
8. เพื่อให้นักเรียนค้นพบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง	●	●		
9. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีวินัย รู้จักรับผิดชอบ เคารพกฎข้อบังคับต่าง ๆ	●	●		
10. เพื่อฝึกให้นักเรียนมีความเป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี	●	●		
11. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	●			
12. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสำรวจอาชีพต่าง ๆ	●			

หมายเหตุ : - สัญลักษณ์ ● หมายถึง มีการระบุวัตถุประสงค์ไว้ในประเด็นดังกล่าว

- นักวิชาการที่อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง (2532)
2. ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544)
3. รัชดา ยาตรา (2549)
4. วรณารถ อยู่สุข (2555)

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่จะพัฒนาขึ้น และรวบรวมเป็นชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทกับสิ่งใกล้ตัว หรือในชีวิตประจำวันของนักเรียน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากในหลักสูตร และในห้องเรียนปกติ
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
4. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.3 รูปแบบของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับแนวคิดความเหมาะสม และจุดประสงค์ของครูผู้จัดกิจกรรม เช่น กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการฟัง การพูด การอ่าน การแข่งขันตอบปัญหา การจัดนิทรรศการ การทำโครงการ การจัดกิจกรรมเกม คณิตศาสตร์ ค่ายคณิตศาสตร์ ชุมนุมคณิตศาสตร์ โดยนักวิชาการ และนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้อธิบายรูปแบบของการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 5 สรุปรูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และตัวอย่างกิจกรรม

รูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	ตัวอย่างกิจกรรม
1. กิจกรรมเกี่ยวกับการฟัง	- การฟังบรรยาย การอภิปราย การโต้วาที ¹ - การจัดอบรมทางคณิตศาสตร์ ³
2. กิจกรรมเกี่ยวกับการพูด	- การสัมภาษณ์ การจัดอภิปราย การจัดโต้วาที ^{1, 2} - การจัดสัมมนา การเล่าประวัตินักคณิตศาสตร์ ²
3. กิจกรรมเกี่ยวกับการอ่าน	- การรวบรวมทฤษฎี โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ¹ - การอ่านหนังสือนอกเวลา บทความ งานวิจัย ^{1, 2} - การรวบรวมข่าวและเหตุการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ^{1, 2} - การจัดชุมนุมคณิตศาสตร์ วางหนังสือ ชุดการเรียน อุปกรณ์ – สื่อการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ^{2, 3}

ตาราง 5 สรุปรูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และตัวอย่างกิจกรรม (ต่อ)

รูปแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	ตัวอย่างกิจกรรม
4. กิจกรรมเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - การศึกษานอกสถานที่ เช่น พิพิธภัณฑ^{1,2,4} - การชมภาพยนตร์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์^{1,2} - การจัดค่ายคณิตศาสตร์³ - การจัดทำโครงงานคณิตศาสตร์ การค้นคว้าอิสระ³ - การจัดฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริเวณโรงเรียน เช่น สวนพฤกษศาสตร์ โรงอาหาร สหกรณ์โรงเรียน⁴
5. กิจกรรมส่งเสริมวิชาการ	<ul style="list-style-type: none"> - การจัดห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ ห้องสื่อคณิตศาสตร์^{1,2} - การจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศคณิตศาสตร์^{1,2,3} - การแสดงโชว์สิ่งของ วัสดุอุปกรณ์ ผลงานของนักเรียน รูปทรงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์¹ - การจัดทำหนังสือ วารสาร เอกสารรวบรวมความรู้¹ - การจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์³ - การจัดทำสื่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์³
6. กิจกรรมเกี่ยวกับการแข่งขัน	<ul style="list-style-type: none"> - การแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์^{1,2} - การแข่งขันเกมคณิตศาสตร์^{1,2,3} - การแข่งขันแต่งเพลง นิทาน ละครคณิตศาสตร์^{1,2} - การแข่งขันเกี่ยวกับศิลปะ เช่น การวาดภาพนักคณิตศาสตร์ การแต่งคำประพันธ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ - การประดิษฐ์งานศิลปะโดยใช้คณิตศาสตร์^{1,2}

แหล่งอ้างอิง : ¹นิรมล แจ่มจรัส (2526) ²ยุพิน พิพิธกุล (2528)
³ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544) ⁴อัมพร ม้าคนอง (2553)

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการพัฒนากิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในหลากหลายรูปแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานและกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น กิจกรรมเกี่ยวกับการฟัง การพูด (การบรรยาย อภิปราย) การแสวงหาความรู้ (การจัดฐานการเรียนรู้ในบริเวณโรงเรียน) กิจกรรมเกี่ยวกับการแข่งขัน (เกมคณิตศาสตร์)

3.4 หลักการ และแนวทางการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ และบรรลุผลตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ควรคำนึงถึงหลักการ และแนวทางในการจัดกิจกรรมที่ชัดเจนเป็นรูปธรรม มีการวางแผนการดำเนิน

กิจกรรมอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดเป้าหมาย และกระบวนการในการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน และสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งหลักการ และแนวทางดังกล่าว ไม่ใช่กฎเกณฑ์ที่ตายตัว ครูในฐานะผู้จัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องปรับเปลี่ยน ประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับนักเรียนให้มากที่สุด โดยนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับหลักการและแนวทางในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2528) ได้เสนอหลักในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ครูและนักเรียนควรทำกิจกรรมร่วมกัน โดยที่ครูมีหน้าที่เป็นที่ปรึกษา
2. ครูควรวางจุดประสงค์ในการจัดกิจกรรมให้ชัดเจน
3. ครูควรวางแผนการดำเนินกิจกรรมให้รัดกุม และมีการประเมินผลทุกครั้ง
4. ครูควรเลือกเวลาที่เหมาะสม
5. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ และความบันเทิง
6. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาประสบการณ์ด้วยตนเอง

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544) ได้สรุปหลักการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมที่จัดต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของสถานศึกษา และหลักสูตรร่วมด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน และขอบเขตของการทำงาน
2. การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำมิใช่ผู้สั่งการ ครูควรเป็นผู้ทำหน้าที่ประสานงาน และมีส่วนร่วมในการวางแผนต่าง ๆ
3. การจัดกิจกรรมมุ่งที่จะพัฒนานักเรียนเป็นสำคัญ โดยควรคำนึงถึงความสามารถ ความต้องการ และความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปได้อย่างดี
4. การจัดกิจกรรมควรให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน และเหมาะสมกับสภาพโรงเรียน และสังคมรอบข้าง
5. กิจกรรมที่จัดควรเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน
6. การจัดกิจกรรม ควรได้รับความร่วมมือจากโรงเรียนในการสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ในการจัดกิจกรรม และอาจมีการสนับสนุนจากแหล่งอื่น ๆ
7. ควรมีการประเมินผลการจัดกิจกรรมทุกครั้ง

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้เสนอข้อควรคำนึงในการออกแบบ และจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. การเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการร่วมคิดร่วมทำ จะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่า และความสามารถของตนเองที่จะได้เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นได้
2. การส่งเสริมการพูดคุย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนกับเพื่อน และระหว่างครูกับนักเรียน โดยบรรยากาศในการจัดกิจกรรมไม่ควรเคร่งเครียด หรือเข้มงวดเกินไป
3. การสนับสนุนให้ใช้ความคิด และการแสวงหาวิธีการใหม่ ๆ ในการทำงานของนักเรียน โดยนักเรียนควรได้รับโอกาสและอิสระในการทำไปคิดไปอย่างต่อเนื่อง
4. กิจกรรมที่จัดมีความน่าสนใจ สะท้อนปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง มีความเหมาะสมกับวัย และความรู้ความสามารถของนักเรียน เพื่อที่จะจูงใจและท้าทายให้ลงมือทำ
5. กิจกรรมที่จัดมีข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรมไปสู่องค์ความรู้ หรือจากความรู้ไปสู่การนำไปใช้ได้
6. กิจกรรมที่จัดส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำไปคิดต่อในแง่มุมหรือเงื่อนไขที่หลากหลาย เพื่อขยายความคิดสู่การเรียนรู้ใหม่ได้

กล่าวโดยสรุปคือ หลักการ และแนวทางการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์มีดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมที่จัดต้องมีจุดมุ่งหมาย และการวางแผนการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน
2. กิจกรรมที่จัดต้องมีความน่าสนใจ สะท้อนปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง และมีความสอดคล้อง เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
3. กิจกรรมที่จัดต้องส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์จากกิจกรรมไปสู่การนำไปใช้ต่อยอด และขยายความคิดไปสู่การเรียนรู้ใหม่ได้
4. กิจกรรมที่จัดควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ได้คิด ได้ทำ และได้มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันอย่างทั่วถึง
5. กิจกรรมที่จัดควรควบคู่ไปกับการประเมินนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

ตอนที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนทุกระดับ และได้รับความสนใจในการศึกษาวิจัยอย่างแพร่หลาย จากกลุ่มนักวิชาการ ครู/อาจารย์ นักวิจัย

ทางการศึกษาคณิตศาสตร์ รวมถึงหน่วยงานที่เป็นหลักสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพ การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ทั่วโลก ซึ่งจากการศึกษา สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปมโนทัศน์สำคัญได้ทั้งหมด 5 ประเด็นดังนี้

4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

คำว่า “ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์” หรือ “mathematical connection ability” ได้รับการให้ความหมายจากกลุ่มองค์กร นักวิชาการ และนักวิจัยไว้อย่าง สอดคล้องกันในแง่ของการสร้าง “ความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับสิ่งต่าง ๆ” โดยมีรายละเอียด สามารถสรุปได้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) กล่าวโดยสรุปว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่าง มโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่วิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังกล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์ไม่สามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบของ หัวข้อต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เพราะวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีความเชื่อมโยงกันทั้งหมด และ วิชาคณิตศาสตร์นั้นก็ไม่สามารถแยกออกจากศาสตร์วิชาอื่น ๆ และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ เช่นเดียวกัน

กฤษณา ไสยาศรี (2551) กล่าวโดยสรุปว่า การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการระลึกเนื้อหา และความคิดรวบยอดในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยวิเคราะห์ว่ามีเนื้อหาและความคิดรวบยอดใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แต่ละเนื้อหาและความคิดรวบยอด นั้นสัมพันธ์กันอย่างไร รวมทั้งนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และ ขยายแนวคิดไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกัน

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวถึงการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถ ของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์ อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของ การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่ม ในการนำความรู้ เนื้อหา สารและหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้าง ความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุ

เป็นผลระหว่างความรู้ และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

นอกจากนี้ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ มีการให้ความหมายที่คล้ายคลึงกันจากนักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ วิธีการ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ที่นักเรียนพบได้ ทำให้นักเรียนเห็นคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ (เกศินี เพ็ชรรุ่ง, 2556; บุญญาญา แซ่หล่อ, 2550; สุบรรณ ตั้งศรีเสรี, 2556)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการนำความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียน มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ตนเองพบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ที่นักเรียนพบได้ง่ายยิ่งขึ้น และทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

ความสำคัญของการส่งเสริมและพัฒนาในนักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ได้นั้น ได้มีการกล่าวถึงไว้อย่างชัดเจนในทางเดียวกันคือ “ช่วยสร้างคุณค่า และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น” โดยมีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้กล่าวในหนังสือหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนว่า การเชื่อมโยงต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งได้นำเสนอหลักการ และแนวคิดต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน เพื่อส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ โดยมีความเชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพราะจะช่วยให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น สามารถสร้างความเข้าใจเนื้อหาเดิมได้มากขึ้น และนักเรียนจะได้รับความรู้คณิตศาสตร์ในลักษณะที่มีโครงสร้างของความสัมพันธ์ในเนื้อหาต่าง ๆ ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกได้หันมาสนใจศึกษาการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในทุกระดับของหลักสูตรคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญ และคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้อธิบายความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องเรียนรู้ ผีกฝนทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนไว้ว่า การที่นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง และยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

สุบรรณ ตั้งศรีเสรี (2556) กล่าวโดยสรุปว่า การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาทุกสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และจะทำให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ มีประโยชน์และนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

Karakoç and Alacaci (2015) กล่าวโดยสรุปว่า การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงในโลกจริง สามารถช่วยพัฒนาทักษะและสติปัญญาของนักเรียน ช่วยพัฒนามโนทัศน์ให้มีความคงทนมากขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด หรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองมากขึ้น ช่วยทำให้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ดีขึ้นโดยเฉพาะด้านการแก้ปัญหา และการให้เหตุผล อีกทั้งช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ในอนาคต และทำให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดแรงจูงใจและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์

จากความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น มีความสำคัญต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เพราะ การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ลึกซึ้งขึ้น ยาวนานมากขึ้น และมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนจะสามารถรับรู้ได้ว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญ และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

4.3 ลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

จากความหมาย และความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ มากมาย ซึ่งได้มีการจำแนกลักษณะ หรือประเภทของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ไว้อย่างเป็นระบบ โดยมีรายละเอียดของลักษณะสำคัญการเชื่อมโยงรูปแบบต่าง ๆ ตามแนวคิดของกลุ่มองค์กร และนักวิชาการที่สามารถสรุปได้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้อธิบายถึงลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ (1) การเชื่อมโยงภายในวิชา และ (2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชา โดยในแต่ละลักษณะมีรายละเอียดดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ และทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมายมากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมเอาศาสตร์วิชาต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน ให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา ศิลปะ ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงตามสภาพชีวิตจริง

ทั้งนี้ ลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น จะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นดังนี้

1. เพื่อขยายความรู้ของนักเรียน เพราะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งแตกต่างจากการเรียนโดยปกติคือนักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งแบบแยกส่วนชัดเจน

2. เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นโครงสร้าง หรือความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ได้ว่าเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ไม่ได้แยกออกจากกันเป็นแต่ละส่วน โดยจะให้นักเรียนสามารถมีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้

3. เพื่ออธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์กับสิ่งต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน เพราะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ช่วยสอนให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีแนวคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสาขาอื่น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2553) อธิบายลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ อย่างหลากหลาย แต่ที่นิยมนำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนมี 3 ลักษณะ คือ (1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ (2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และ (3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ องค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบ พิกัดฉาก คู่ลำดับ กราฟ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้ เรื่องสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ กับนาโนเทคโนโลยีและการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบท พิทาโกรัสอธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินทางโดยเส้นทางปกติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) อธิบายถึงลักษณะของ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าอาจจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ (1) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และ (2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยการเชื่อมโยงความรู้ คณิตศาสตร์ในที่นี้ หมายรวมถึงการนำเอาความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับ สถานการณ์ในชีวิตจริงแล้วด้วย ซึ่งแต่ละลักษณะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี หรือกระทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น โดยมีการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในด้านเนื้อหาสาระ ด้านการนำไปใช้ในชีวิต และ ด้านการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเชื่อมโยงด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงระหว่าง สาระเรขาคณิตที่ประกอบไปด้วยทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการอ้างเหตุผล และแก้ปัญหา กับสาระพีชคณิตในการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการหาคำตอบ การเชื่อมโยงระหว่างสาระจำนวนกับการวิเคราะห์ข้อมูลในการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ ที่สนใจ ศึกษาและรวบรวมข้อมูลมานำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิรูปร่างกลม ที่ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับจำนวนเรื่อง การคำนวณร้อยละ การคำนวณพื้นที่ต่าง ๆ ในแผนภูมิวงกลม

การเชื่อมโยงสาระทางคณิตศาสตร์กับการนำไปใช้ในชีวิต เช่น การคำนวณ ดอกเบี้ยเงินฝากที่ต้องอาศัยความรู้เรื่องอัตราส่วน ร้อยละ และเลขยกกำลัง

การเชื่อมโยงด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ ของรูปเรขาคณิตที่ไม่สามารถหาได้โดยใช้สูตรการหาพื้นที่โดยตรง จึงอาศัยความรู้เรื่องการแปลง ทางเรขาคณิตเข้ามาช่วย หรือ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับกับการหาพื้นที่น้อยที่สุดหรือมากที่สุด ซึ่งอาจ ทำได้โดยอาศัยการหาคำตอบจากการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด หรืออาศัยความรู้เรื่องความสัมพันธ์ ในรูปแบบสมการกำลังสองและการวิเคราะห์กราฟของสมการกำลังสองในการแก้ปัญหา

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ และทักษะและ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และ เศรษฐศาสตร์ ฯลฯ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างน่าสนใจ มีความหมาย และเห็นความสำคัญของการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการคิดค้นหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น สาขาฟิสิกส์ สาขาเคมี สาขาชีววิทยา และสาขาทางการแพทย์ การใช้คณิตศาสตร์ในเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์การลงทุน การใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางเทคโนโลยี เช่น การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ผลิต จาก “วัสดุนาโน” หรือ เทคโนโลยีที่เรียกว่า “นาโนเทคโนโลยี” การใช้คณิตศาสตร์ในสถาปัตยกรรม ศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เช่น ในการออกแบบ คำนวณเกี่ยวกับโครงสร้างหรือชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือ การตรวจสอบผลที่ได้จากการทำงานในแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ การใช้คณิตศาสตร์ในทางมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ตรวจสอบการใช้ภาษาในกรรมธรรม์ประกันภัย การใช้ทฤษฎีเกม มาวิเคราะห์ผลการเจรจาทางการค้า การเขียนภาพโดยใช้ความรู้ทางเรขาคณิตมาช่วยกำหนดลักษณะ รูปร่าง และตำแหน่งของบุคคลหรือวัตถุในภาพ การใช้ตารางและกราฟกับการใช้สถิติในการวิเคราะห์ ทางการศึกษา การสำรวจการกระจายของประชากร หรือการสำรวจความคิดเห็นทางการเมือง

จากลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะสำคัญ คือ (1) การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ระหว่างเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ (2) การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับเนื้อหาศาสตร์วิชาอื่น ๆ และ (3) การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ระบุว่าทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ครูสามารถจัดกิจกรรม หรือใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งในโรงเรียนมัธยมศึกษาจะมีลักษณะเป็นดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ
2. การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นเนื้อหาในการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์กับหัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน
4. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ในวิชาคณิตศาสตร์เป็นทฤษฎีโกลวน (Chaos Theory)
5. การพัฒนาและเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริงผ่านการเชื่อมโยงมากกว่าจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาง่าย ๆ

กรมวิชาการ (2545) ได้เสนอว่า หลักการที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงให้แก่เด็กนักเรียนมี 5 องค์ประกอบหลักดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผลในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้

พัฒนาทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

จรรยา ภูอุดม (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับการคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้เป็นสื่อ ในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สอดคล้องกับ การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์แบบองค์รวม มีการบูรณาการเนื้อหา เน้นมโนคติหรือแนวคิดหลักการ สอนคณิตศาสตร์ที่แยกเป็นส่วน ๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมและ นำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมจากส่วนย่อย ๆ ได้ แต่จะจำเฉพาะลักษณะที่เป็นส่วนย่อย ๆ ในทางตรงกันข้าม เมื่อมโนคติถูกนำเสนอในลักษณะที่เป็น ภาพรวม นักเรียนจะหาวิธีการสร้างความหมายโดยการแยกภาพรวมออกเป็นส่วน ๆ เพื่อให้สามารถ มองเห็นและเข้าใจได้ ส่วนการเน้นมโนคติหลักก็เนื่องมาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกจุดประสงค์ไม่ได้ มีความสำคัญเท่ากันทั้งหมด บางจุดประสงค์เป็นเพียงกรณีเฉพาะหรือเป็นผลที่ได้โดยอ้อม จากการเรียนรู้บางจุดประสงค์ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นความสำคัญ ทุกจุดประสงค์จะทำให้เวลาที่มีในหลักสูตรไม่เพียงพอสำหรับจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดอย่างจริงจัง การจัดการบรรยากาศการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้โดยการกระทำ จะต้องไม่เป็นบรรยากาศที่ อัดแน่นด้วยเนื้อหา แต่เป็นการเน้นที่แนวคิดใหญ่ ๆ จึงต้องมีการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจว่าจะเลือก จุดประสงค์ใดที่เป็นจุดประสงค์หลักสำหรับจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยอาจใช้การสร้างแผนผัง มโนคติเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เนื่องจากแผนผังมโนคติเป็นระบบการแทนความรู้ที่มีโครงสร้าง เป็นลำดับขั้น มีความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันระหว่างมโนคติต่าง ๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่ขึ้น ต่อกันอย่างชัดเจน โดยมโนคติที่เป็นกรณีทั่วไปที่สุดจะเป็นมโนคติหลัก ส่วนมโนคติที่เฉพาะเจาะจง เป็นมโนคติของแผนผังมโนคติจึงสามารถแสดงให้เห็นถึงมโนคติหลักและความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี

2. ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาสอดคล้องและตรงตามสภาพจริงในชีวิตประจำวันไม่เป็น เพียงข้อมูลที่แต่งขึ้นจากประสบการณ์ที่ผ่านมา เรามักพบว่านักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้กับ สถานการณ์จริงได้ เพราะสถานการณ์ในชีวิตจริงส่วนใหญ่มีลักษณะซับซ้อน มีการผสมผสานกันของ เนื้อหาต่าง ๆ มากกว่าที่จะแยกออกเป็นส่วน ๆ ด้วยเหตุนี้สถานการณ์ปัญหาที่จะนำมาใช้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรมีลักษณะแบบองค์รวม มีการบูรณาการของเนื้อหาและ มีความซับซ้อนตรงตามความเป็นจริงมากกว่าเป็นการแต่งขึ้น การฝึกให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่

สอดคล้องกับชีวิตจริงย่อมทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การให้โอกาสนักเรียนได้แก้ปัญหาแบบนี้ จะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริงได้ และเห็นว่าการเรียนรู้ต่อไปอีกเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง

3. เป็นสถานการณ์ปัญหาที่อยู่รอบตัวนักเรียน เหมาะกับวัย ความสนใจและมีความหมายต่อนักเรียน เนื่องจากการใช้สถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และความหมาย เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะผลักดันให้นักเรียนเกิดความอยากแก้ปัญหาหรือการกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้

4. เป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ การอภิปราย และการตัดสินใจ เนื่องจากสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ เป็นสถานการณ์ที่มีประสิทธิภาพต่อการรื้อฟื้นให้นักเรียนรู้จักคิด อันเป็นจุดเริ่มต้นของการสำรวจอย่างนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ ยังเป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้เกิดการใช้ระบบสัญลักษณ์ในการสื่อสาร เกิดปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในสังคม ที่สำคัญคือการใช้สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของนักเรียนทางด้านทักษะ / กระบวนการ ทั้งทางด้าน การสื่อสาร การแก้ปัญหา และการให้เหตุผลได้เป็นอย่างดี

5. เป็นสถานการณ์ที่ท้าทาย สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี นักเรียนแต่ละคนมีระดับความรู้ ทักษะ และความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหาแตกต่างกัน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี จึงเอื้อต่อการใช้วิธีการของนักเรียนในการหาคำตอบ ซึ่งจะส่งเสริมการคิดและอภิปรายของนักเรียน ประกอบกับปัญหาในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้หลายวิธี ดังนั้นการใช้สถานการณ์ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้หลายวิธีจึงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับความเป็นจริงได้มากขึ้น นอกจากนี้การแก้ปัญหาเพียงไม่กี่ปัญหา แต่มีวิธีการแก้ที่หลากหลาย เป็นสิ่งที่มีประโยชน์กว่าการแก้ปัญหาหลายๆ ข้อ แต่ใช้วิธีเดียวกัน เพราะการใช้เพียงวิธีเดียวมีความเสี่ยงสูงต่อความล้มเหลวในการแก้ปัญหาของนักเรียน

อัมพร ม้าคนอง (2553) อธิบายถึงประเด็นสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนที่ครูต้องตระหนักถึง และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนดังต่อไปนี้

1. นักเรียนต้องมีความรู้และ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์

2. ครูควรสอนเนื้อหาที่สัมพันธ์กันร่วมกันไป เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง เช่น การสอนทั้งจำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และสามารถเลือกความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

4.5 การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ มีแนวทางในการวัดและประเมินตามมาตรฐานของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหา ทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหาหรือสาระคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใดและสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่

2. สำนวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การให้เหตุผลได้

3. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้

4. ประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหา ความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือในชีวิตประจำวัน

5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่ในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เข้ากับชีวิตประจำวันได้

Hendriana, Slamet and Sumarmo (2016) ได้อธิบายถึงตัวชี้วัดที่ใช้สำหรับการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 6 ตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

1. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนทางความคิดมโนทัศน์และขั้นตอนวิธีการในรูปแบบที่แตกต่างกันได้
2. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของหัวข้อต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้
3. สามารถใช้ความรู้ แนวคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้วิชาอื่น ๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. สามารถอธิบายความคล้ายคลึงกันของมโนทัศน์และขั้นตอนวิธีการต่าง ๆ ได้
5. สามารถเชื่อมโยงขั้นตอนวิธีการเดิมกับขั้นตอนวิธีการอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้
6. สามารถใช้การเชื่อมโยงหัวข้อทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ หัวข้อ และเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ได้

จากการศึกษาข้างต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงใช้แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) เนื่องจากมีความสอดคล้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในบางขั้นตอน จึงทำให้สามารถสังเกตพฤติกรรม หรือร่องรอยการคิดของนักเรียนได้ทั้งในระหว่าง และหลังการทดลอง ซึ่งแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ กับสถานการณ์ปัญหาที่พบ โดยวัดจากการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้คณิตศาสตร์ในรูป ทฤษฎีบท กฎ สูตร และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา
2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายแนวคิดหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบจากการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ โดยวัดจากการอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบและต้องดำเนินการแก้ปัญหา
3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทอื่น ๆ ได้ โดยวัดจากการระบุตัวอย่างสถานการณ์ หรือสร้างโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ในบริบทอื่นที่ใกล้เคียงกับความรู้ที่นักเรียนได้ระบุไว้

ตอนที่ 5 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำว่า “เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์” มาจากคำว่า “เจตคติ” (Attitude) ที่มีความหมายเฉพาะในแง่ของคุณลักษณะของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า “เจตคติ” และ “เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์” ไว้อย่างหลากหลาย ดังต่อไปนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายเจตคติว่าเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อประสาทของเราได้สัมผัสกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งก่อน ถ้าความรู้สึกของเราเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นก็ทำให้เกิดความสนใจ ความซาบซึ้ง ความพอใจ และเจตคติติดตามมา

Di Martino and Zan (2001) ได้อธิบายความหมายของเจตคติไว้ว่า หมายถึงระดับของความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในแง่บวก หรือแง่ลบ ซึ่งจะประกอบด้วยการตอบสนองทางความรู้สึก ความเชื่อ และพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544) ได้อธิบายเจตคติว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลังจากที่มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น เจตคติเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อสิ่งเร้านั้นไปในทางใดทางหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อาจเป็นทางบวกหรือทางลบหรือเป็นกลาง ๆ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550) ได้อธิบายว่าเจตคติ เป็นอัสมาสัย (Disposition) หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งคน วัตถุสิ่งของ หรือความคิด (Ideas) ซึ่งเจตคตินั้นอาจจะเป็นบวก หรือลบก็ได้ ถ้าบุคคลมีเจตคติบวกต่อสิ่งใด ก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยง เจตคติเป็นสิ่งที่เรียนรู้และเป็นการแสดงออกของค่านิยมและความเชื่อของบุคคล

จากความหมายของเจตคติที่ได้กล่าวในข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า เจตคติ คือ ความรู้สึก ความคิดเห็น และความเชื่อของแต่ละบุคคลที่มีแนวโน้มไปในทางบวก หรือทางลบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ถ้าบุคคลมีเจตคติบวกต่อสิ่งใด ก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยง เช่น เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก็จะหมายถึงที่สอดคล้องกับเจตคติที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยมีรายละเอียดของความหมายเฉพาะของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ดุจเดือน พันธุนาวิน และอัมพร ม้าคนอง (2547) ได้อธิบายว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ คือ ปริมาณการเห็นประโยชน์และโทษในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้สึกพอใจและไม่พอใจ

กับวิชาคณิตศาสตร์ที่ตนกำลังเรียน และพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามความรู้สึกนึกคิดของตน

รุจิเรขราณี กุลสุวรรณ (2550) และ ชญานิน คมพจน์ (2552) ได้อธิบายว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ คือ ความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น อารมณ์ และท่าทีที่นักเรียนมีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ภายหลังจากการที่มีประสบการณ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ชอบหรือไม่ชอบ โดยแสดงออกพฤติกรรมออกมาในทางบวกหรือทางลบ

สสวท. (2555) ได้ระบุว่าเจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในลักษณะของความชอบ หรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เห็นคุณค่าหรือไม่เห็นคุณค่า รวมทั้งความพร้อมหรือไม่พร้อมที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Di Martino and Zan (2001) ได้อธิบายความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า หมายถึงความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความเชื่อที่มีเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงพฤติกรรมในการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ในเชิงบวก หรือเชิงลบ

จากความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวในข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกต่อวิชาคณิตศาสตร์ในทิศทางบวก หรือทางลบ ทางใดทางหนึ่ง

5.2 องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็นหลายองค์ประกอบตามแนวคิดของนักวิชาการ นักจิตวิทยาต่าง ๆ ที่มีการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบ หรือความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

McGuire (1969 อ้างถึงใน วัชรสันต์ อินธิสาร, 2547) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 องค์ประกอบดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ เป็นความรู้ความเข้าใจ เป็นเหตุเป็นผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อ และเป็นตัวความรู้ที่มีความเชื่อในการประเมินสิ่งเร้าต่าง ๆ
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นความรู้สึก อารมณ์ที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้าแล้วประเมินสิ่งเร้านั้นว่าพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือเลว ซึ่งประกอบไปด้วยอารมณ์ ความรู้สึกทางบวกและทางลบที่เป็นตัวเร้าความคิดอีกระดับหนึ่ง

3. องค์ประกอบด้านการกระทำ เป็นความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะดำเนินการปฏิบัติ กล่าวคือ ถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการตอบสนองในด้านสนับสนุน หรือคัดค้านต่อสิ่งเร้า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกที่จะแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมของบุคคล

ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 นี้จะมีความสัมพันธ์กัน ทำให้เจตคติของบุคคลจะต้องประกอบไปด้วยความรู้ในเรื่องนั้น ความรู้สึกต่อเรื่องนั้น แล้วนำมาปฏิบัติเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นด้วย

Triandis (1971) ได้เสนอว่าเจตคติมีองค์ประกอบ 3 ประการเช่นเดียวกับที่ McGuire ได้ระบุไว้ข้างต้น โดยรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบมีดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) คือ ความคิดของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ
2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Component) คือ สภาพอารมณ์ที่เป็นผลมาจากความคิด ซึ่งถ้าหากบุคคลมีความคิดที่ดี หรือไม่ดีต่อสิ่งใด บุคคลนั้นจะมีความรู้สึกยอมรับ หรือปฏิเสธต่อสิ่งนั้น
3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) คือ ความรู้สึกโน้มเอียงที่จะยอมรับ หรือปฏิเสธที่กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สสวท. (2555) ได้อธิบายว่าองค์ประกอบโดยทั่วไปของเจตคติต่อคณิตศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความตระหนักในคุณค่าหรือประโยชน์ของคณิตศาสตร์ เป็นการมองเห็นคุณค่า หรือประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในการศึกษาต่อ รวมทั้งในการพัฒนาความเจริญต่าง ๆ เช่น การเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้คนมีเหตุผล หรือวิชาคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
2. ความรู้สึกต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่แสดงออกว่าชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เช่น ผู้เรียนชอบแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ทำหาย หรือ มีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. ความพร้อมที่จะกระทำหรือเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความพร้อมของผู้เรียนที่จะเรียนหรือทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือหลีกเลี่ยงที่จะทำสิ่งเหล่านั้นเมื่อมีโอกาสดังกล่าว ผู้เรียนจะพยายามเข้าร่วมแข่งขันการตอบปัญหาคณิตศาสตร์เมื่อมีโอกาสดังกล่าว หรือผู้เรียนพร้อมที่จะเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ของโรงเรียน

นอกจากแนวคิดของนักวิชาการที่ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการที่สอดคล้องกันตามรายละเอียดข้างต้นนั้น ยังมีบางแนวคิดที่เสนอว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ หรือตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันดังตัวอย่างแนวคิดต่อไปนี้

Tapia and Marsh (2004) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือสำหรับวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ได้รับค่านิยมในการเลือกใช้จากนักวิชาการบางกลุ่ม โดยแนวคิดนี้ระบุว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น ประกอบไปด้วย 6 องค์ประกอบต่อไปนี้

1. ความเชื่อมั่น (Confidence) คือ การรับรู้ในความสามารถของตนเองว่าตนเองนั้นสามารถดำเนินการ ปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ได้
2. ความวิตกกังวล (Anxiety) คือ ความรู้สึกกลัว ไม่สบายใจที่จะดำเนินงานทางคณิตศาสตร์
3. การเห็นคุณค่า (Value) คือ ความเชื่อเกี่ยวกับประโยชน์ ความสัมพันธ์ และความคุ้มค่าของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตปัจจุบันและอนาคตของนักเรียน
3. ความสนุกสนาน (Enjoyment) คือ ความรู้สึกเพลิดเพลินขณะที่ได้ดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ หรืออยู่ในห้องเรียนคณิตศาสตร์
4. แรงจูงใจ (Motivation) คือ ความสนใจ หรือความต้องการที่จะเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
5. ความคาดหวังต่อครูและครอบครัว (Parent/teacher expectations) คือ ความเชื่อและความคาดหวังของครอบครัว และครูที่มีต่อความสามารถ และการดำเนินงานของนักเรียน

ซึ่งแนวคิดนี้ Lim and Chapman (2013) ได้ให้ความเห็นว่าองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 6 องค์ประกอบนั้น มีจำนวนมากเกินไป สามารถทำการสกัดองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ เพื่อให้องค์ประกอบ และตัวชี้วัดต่าง ๆ มีความสอดคล้องกลมกลืนกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนประเทศสิงคโปร์ จึงทำการจัดองค์ประกอบใหม่ได้เป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสนุกสนานในคณิตศาสตร์ (Enjoyment of mathematics) แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ (Motivation to do mathematics) ความเชื่อมั่นในตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Self-confidence in mathematics) และการรับรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ (Perceived value of mathematics)

จะเห็นว่า แนวคิดการแบ่งองค์ประกอบของ Tapia and Marsh (2004) และ Lim and Chapman (2013) นั้น สามารถแบ่งออกเป็นตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับด้านความรู้ ด้านอารมณ์ความรู้สึก และด้านพฤติกรรม เช่นเดียวกัน ดังนี้ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกแบ่งองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive

Component) เกี่ยวกับการตระหนักเห็นคุณค่า ประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ 2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Component) เกี่ยวกับความชอบ หรือไม่ชอบ ความพอใจ หรือไม่พอใจในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และ 3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เกี่ยวกับความพร้อมในการดำเนินงาน หรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หรือการหลีกเลี่ยงที่จะดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

5.3 การวัดและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สามารถใช้วิธีการทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดยแนวทางในการวัดและประเมินผลนั้นมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

Edwards (1957 อ้างถึงใน สุภาวดี คำนาคี, 2550) ได้เสนอวิธีวัดเจตคติไว้ 3 แนวทาง ได้แก่ 1. การสัมภาษณ์ หรือการซักถามโดยตรง 2. การสังเกตพฤติกรรม 3. การสร้างข้อความที่เป็นข้อคิดเห็นต่อสิ่งเร้าที่ต้องการวัดเจตคติ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสัมภาษณ์ หรือการซักถามโดยตรง เป็นวิธีการที่ง่ายและตรงไปตรงมา ผู้ถามจะทราบความรู้สึก หรือความคิดเห็นของผู้ตอบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่มีข้อเสียคืออาจจะไม่ได้รับคำตอบที่จริงใจจากผู้ตอบ เพราะผู้ตอบอาจจะบิดเบือนคำตอบ เนื่องจากความเกรงใจ เกรงกลัวต่อการแสดงความคิดเห็น ซึ่งวิธีการแก้ไขคือ จะต้องปรับบรรยากาศให้ผู้ตอบมีความรู้สึกเป็นอิสระ และให้แน่ใจว่าคำตอบของเขาจะเป็นความลับ

2. การสังเกตพฤติกรรม เป็นการทำให้ทราบว่าใครมีความคิดเห็น หรือมีความรู้สึกต่อสิ่งใด ซึ่งสามารถใช้การสังเกตพฤติกรรมของแต่ละบุคคลปฏิบัติต่อสิ่งนั้น ๆ วิธีการนี้มีข้อจำกัดคือ ถ้าหากทำงานวิจัยในกลุ่มคนที่มีจำนวนมาก ๆ จะไม่สามารถสังเกตได้หมดทุกคน และเจตคติเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการตัดสินใจของบุคคลเท่านั้น ดังนั้นการเลือกปฏิบัติต่อสิ่งใด ๆ นั้นจะใช้เจตคติอย่างเดียวในการตัดสินใจไม่ได้

3. การสร้างข้อความที่เป็นข้อคิดเห็นต่อสิ่งเร้าที่ต้องการวัดเจตคติ เป็นข้อความที่ให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นต่อสิ่งนั้น ๆ โดยตอบในเชิงเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น ๆ การวัดเจตคติด้วยวิธีนี้ จะอยู่ในรูปแบบวิธีการเชิงปริมาณที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว สามารถใช้ค่าสถิติในการอธิบายเจตคติของกลุ่มบุคคลได้

ซึ่งวิธีการในการวัดเจตคติ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2535) ได้กล่าวถึงมาตรวัดเจตคติที่มักจะนิยมใช้มีอยู่ 3 ชนิดได้แก่ วิธีของเทอร์สตัน (Thurston Type) วิธีของลิเคอร์ท (Likert) และวิธีของออสกู๊ด (Osgood) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีของเทอร์สตัน (Thurston Type) ใช้การสร้างข้อความทางบวก ข้อความเป็นกลาง และข้อความทางลบให้ได้มากที่สุด โดยให้แต่ละข้อมีมาตรวัด 11 ช่วงจาก A – K ซึ่งข้อความ A เป็นข้อความที่ต่อต้านลักษณะที่จะวัด และกลุ่มข้อความ B C D E เป็นข้อความที่ต่อต้านน้อยลงตามลำดับ ต่อมาข้อความ F เป็นข้อความที่มีความเป็นกลาง และกลุ่มข้อความ G H I J K เป็นข้อความที่สนับสนุนมากขึ้นตามลำดับ แล้วให้กลุ่มบุคคลจำนวนหนึ่งทำการตัดสินข้อความที่สร้างขึ้น เพื่อเป็นการตัดสินว่าแต่ละข้อความสนับสนุน หรือต่อต้านมากน้อยเพียงใด

2. วิธีของลิเคิร์ต (Likert) เป็นการใช่วัดความรู้สึก และความเชื่อของบุคคลทั้งทางบวก (positive) และทางลบ (negative) โดยกำหนดช่วงความรู้สึกของบุคคลออกเป็น 3 - 5 ช่วง เช่น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยการกำหนดคะแนนการตอบแต่ละตัวเลือกสำหรับข้อความทางบวกเป็น 5 4 3 2 1 และสำหรับข้อความทางลบเป็น 1, 2, 3, 4, 5 ซึ่งข้อความที่จะใช้ในมาตรวัดจะต้องประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกที่ดี และไม่ดีต่อสิ่งที่ต้องการจะวัดในจำนวนข้อที่เท่า ๆ กัน อาจจะมีข้อความประมาณ 18 – 20 ข้อความขึ้นไป โดยจำนวนข้อนั้น ควรคำนึงถึงกลุ่มตัวอย่างและระดับอายุ เช่น ความสามารถในการอ่าน อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการตอบ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กจึงไม่ควรมีหลายข้อจนเกินไป

3. วิธีของออสกู๊ด (Osgood) เป็นการให้บุคคลใช้ความหมายทางภาษา เพื่อศึกษามโนทัศน์ของสิ่งของ สถานที่ เหตุการณ์ บุคคล ฯลฯ โดยใช้คำศัพท์ที่อธิบายคุณลักษณะของสิ่งไว้ในลักษณะเป็นคำตรงกันข้ามที่มีลำดับความมากน้อยจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งทั้งหมด 7 อันดับ ซึ่งพิจารณาถึงองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการคือ 1. การประเมินค่า เช่น ดี – เลว ชอบ – ไม่ชอบ 2. ศักยภาพ เช่น หนัก – เบา แข็งแรง – อ่อนแอ และ 3. การเคลื่อนไหว เช่น รวดเร็ว – ชื่องช้า ร่าเริง – เหงาหงอย

สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การวัดและประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบเป็น 3 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Triandis (1971). และ สสวท. (2555) ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) เกี่ยวกับการตระหนักเห็น หรือไม่ตระหนักเห็นคุณค่า เห็นประโยชน์ หรือไม่เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์
2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Component) เกี่ยวกับความชอบ หรือไม่ชอบ ความพอใจ หรือไม่พอใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เกี่ยวกับความพร้อมที่จะกระทำ หรือหลีกเลี่ยงที่จะกระทำการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้บริบทเป็นฐาน กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

6.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

กฤษณา ไสยาศรี (2551) ได้ทำการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และ ความสามารถในการเชื่อมโยงสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บพิศ กิจมี (2551) ได้ศึกษาผลใช้การเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานในการจัดกิจกรรมชุมชนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงที่ 3 โรงเรียนบ้านเมืองคอง จังหวัดเชียงใหม่” โดยการนำเอาวิถีชีวิตของคนในชุมชน ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น มาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งพบว่า นักเรียนให้ความสนใจและตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นกระบวนการทำงานร่วมกัน ไม่เน้นกระบวนการสอนความคิดรวบยอด แต่พยายามสอดแทรกเนื้อหาคณิตศาสตร์ไว้เพื่อให้ให้นักเรียนมองเห็นว่าคณิตศาสตร์นั้นมีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เช่น ผลผลิตทางการเกษตรในชุมชน การให้ความรู้ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร การล่องแพไม้ไผ่ การซื้อขายสัตว์ เลี้ยงในชุมชน การทำถั่วเน่าแคบ การซื้อขายสินค้าในระบบเงินผ่อนในชุมชน การวัดพื้นที่ในชุมชน และผ้าทอมือชนเผ่าต่าง ๆ

บุญญา แซ่หล่อ (2550) ได้ศึกษาการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยง ความลึกในการเข้าใจเนื้อหา เจตคติด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง และความสามารถในการเชื่อมโยงที่มีผลต่อความลึกในการเข้าใจเนื้อหา ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียน

ด้วยการบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพิศ ศรีชาคำ (2548) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนมีความสามารถในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ภายหลังจากการทดลอง โดยมีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สามารถสอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2. นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากการทดลองดีกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณศิริ หลงรัก (2553) ได้ศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงเนื้อหากับสภาพชีวิตจริง กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทั้งเป็นรายบุคคลและกระบวนกรกลุ่ม โดยนำความรู้เดิมตามประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับกลายเป็นองค์ความรู้ ใช้สถานการณ์จริง เช่น ยกตัวอย่างสถานการณ์งานกีฬาของโรงเรียน การทดสอบทางจิตวิทยาต่าง ๆ ใช้ข้อมูลต่าง ๆ ในชีวิตจริง มาเป็นโจทย์ในการเลือกใช้การนำเสนอข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ รวมไปถึงในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรสาธิต ผาสุก (2546) ได้ศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และผลกระทบที่เกิดขึ้นในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนมีความสามารถและการคิดในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และสังเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาสร้างแบบจำลองที่เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น และเอกซ์โพเนนเชียลได้ คิดหาข้อสรุปจากแบบจำลองในรูปฟังก์ชันและทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองได้ แต่การคิดเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริงยังทำได้ไม่ดีนัก และ 2. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากการทดลองการจัดกิจกรรมการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

6.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้บริบทเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

Demaisip Hortillosa (2013) ได้ทำการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานที่มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับบริบทต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงกับนักเรียน ที่เรียนในโรงเรียนสายอาชีวะ ปีที่หนึ่ง (อายุประมาณ 16 ปี) ประเทศฟิลิปปินส์ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Harvey and Averill (2012) ได้ทำการศึกษาระณีศึกษาในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เน้นการใช้บริบทเรียนตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน โดยเป็นการจัดการเรียนการสอนในบทเรียนวิชาพีชคณิตกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยบทเรียนที่ใช้บริบทจริงของประเทศนิวซีแลนด์ เช่น การใช้สะพานข้ามแม่น้ำในหมู่บ้านซึ่งเป็นสถานที่ที่นักเรียนส่วนใหญ่ต้องใช้ข้ามเวลามาโรงเรียน การใช้ภาพพรมปูบนพื้นซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถรับรู้และมีประสบการณ์เดิม ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตว่า การใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานนั้น ช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับบริบทจริงในชีวิตอีกด้วย

Kadir et al. (2015) ได้ทำการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งบริบทที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เน้นบริบทที่เกี่ยวข้องกับชายฝั่งทะเลในประเทศอินโดนีเซีย ให้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทำการศึกษาวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงขึ้นกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตเพิ่มเติมในระหว่างการดำเนินการทดลองว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น มีแรงจูงใจ มีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และยังสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการคิด การวางแผน การตั้งปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

Wiest (2001) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองต่อปัญหาที่มีบริบทแตกต่างกันของนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยปัญหาที่มีบริบทแตกต่างกันนั้น จะแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ 1. บริบทในโลกแห่งจินตนาการระดับต่ำ (สถานการณ์เกี่ยวกับของเล่นที่มีชีวิต) 2. บริบทในโลกแห่งจินตนาการระดับสูง (สถานการณ์เกี่ยวกับสัตว์ในตำนานที่อยู่ในป่าลึกลับ) 3. บริบทในโลกแห่งความจริงของนักเรียน (สถานการณ์เกี่ยวกับสวนสนุก) 4. บริบทในโลกแห่งความจริงของผู้ใหญ่ (สถานการณ์เกี่ยวกับงานแสดงผลงานทางศิลปะ) ซึ่งปัญหา 4 ประเภทนี้มีโครงสร้างเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และระดับของทักษะที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาเดียวกันทั้งหมด สำหรับผลการวิจัยนั้นพบว่า บริบทในโลกแห่งความจริงของนักเรียน และบริบทในโลกแห่งจินตนาการระดับสูง มีการตอบสนองเกี่ยวกับความสนใจของนักเรียน ความมุ่งมั่นและความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของนักเรียนมากที่สุด คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย (M) คือ 10.19 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) คือ 2.30 และ 2.93 ตามลำดับ



บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดบริบทเป็นฐานร่วมกับ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

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

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งใน และต่างประเทศเกี่ยวกับแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาชุดกิจกรรมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. ศึกษาเอกสาร ข้อมูลเชิงนโยบาย และศึกษาบริบทโดยการลงพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพบริบทแวดล้อมของนักเรียน โรงเรียน และชุมชน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู วิถีชีวิตและวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนในแง่มุมต่าง ๆ และอัตลักษณ์ จุดเด่นของบริบทที่อยู่แวดล้อมนักเรียน เช่น สภาพแวดล้อม สภาพสังคม สภาพความเป็นอยู่ในชุมชน โรงเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบและพัฒนากิจกรรม
4. ศึกษาเอกสาร งานวิจัย และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับวิธีวิทยาการวิจัย การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The One-Group Pretest-Posttest Time-Series Design) ดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย

แผนการวิจัย	ระยะการทดลอง		
	ก่อน	ระหว่าง	หลัง
การทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้คณิตศาสตร์ (C)	C ₁	C ₂	C ₃
การเก็บข้อมูลพัฒนาการความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (OC)	-	OC ₁ - OC ₂ - OC ₃	-
การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (A)	A ₁	-	A ₃

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

C₁, C₂ และ C₃ แทน การทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ตามลำดับ

A₁ และ A₂ แทน การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อน และหลังการทดลอง

OC₁, OC₂ และ OC₃ แทน การเก็บข้อมูลพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ระหว่างการทดลองในระยะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในโรงเรียนในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คนที่มีลักษณะคละความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และศึกษาอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 กระทรวงศึกษาธิการ โดยกำหนดตัวอย่างจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

1. เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และมีบริบทแวดล้อมที่เหมาะสมกับการนำมาจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ

2. เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่ผู้บริหารและครูมีความสนใจ ให้ความร่วมมือ และอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ เครื่องมือใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งบูรณาการเนื้อหาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาและวิเคราะห์บริบทแวดล้อมของนักเรียน โรงเรียน พื้นที่ชุมชน สภาพสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม อัตลักษณ์ของโรงเรียน และชุมชน สภาพปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบริบทโรงเรียน และชุมชน รวมไปถึงสภาพการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียนในบริบท จากเอกสาร งานวิจัย การสังเกตอย่างไม่มีส่วนร่วม และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียน และครู เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกบริบท หรือสถานการณ์ปัญหาที่มีการเชื่อมโยงกับสาระความรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับนักเรียนและการจัดกิจกรรม โดยตัวอย่างของบริบทที่เลือกจะเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องประสบพบเจออยู่เป็นประจำ เช่น บริบทเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม บริบทเกี่ยวกับวิถีชีวิตของนักเรียน บริบทเกี่ยวกับภูมิปัญญาและแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียนและบริบทเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงเรียน

3. ศึกษาและวิเคราะห์ความรู้ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องเหมาะสม และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาในบริบท จากเอกสาร งานวิจัย คู่มือสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์ และเลือกความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงสอดคล้องและเหมาะสมกับบริบท หรือสถานการณ์ปัญหาในบริบทที่เลือกใช้ในการจัดกิจกรรม

4. ดำเนินการออกแบบ และพัฒนางาน (task) ที่ต้องใช้เป็นหลักในกิจกรรมซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาในบริบท และมีคำถามปลายเปิดที่ไม่สามารถหาคำตอบได้โดยทันที จำเป็นต้องใช้ความรู้ และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการหาคำตอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับการนำไปใช้จริง

5. ดำเนินการออกแบบ และพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 10 องค์ประกอบ ดังนี้

ตาราง 7 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	รายละเอียด
1. ชื่อกิจกรรม	เป็นส่วนที่แสดงชื่อกิจกรรมให้มีความน่าสนใจ และสอดคล้องกับบริบทที่ใช้ในกิจกรรม หรือวัตถุประสงค์ของกิจกรรม
2. ความสำคัญของกิจกรรม	เป็นส่วนที่อธิบายลักษณะ ความสำคัญของบริบท สถานการณ์ปัญหา
3. วัตถุประสงค์	เป็นส่วนที่ระบุสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากการทำกิจกรรม
4. เวลาที่ใช้	เป็นส่วนที่บอกระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม
5. สถานที่	เป็นส่วนที่บอกสถานที่ หรือแหล่งเรียนรู้ในการทำกิจกรรม
6. สื่อ และอุปกรณ์	เป็นส่วนที่บอกรายละเอียดของสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้
7. สารคณิตศาสตร์	เป็นส่วนที่อธิบายถึงเนื้อหาสาระ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม
8. สถานการณ์ปัญหา	เป็นส่วนที่อธิบายถึงสถานการณ์ปัญหา และคำถามหลักในกิจกรรม
9. ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	เป็นส่วนที่อธิบายขั้นตอน และวิธีการในการดำเนินกิจกรรม
10. การประเมินผล	เป็นส่วนที่ระบุผลที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งใช้เทคนิค และวิธีการประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง

6. นำชุดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1. ควรระบุความรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมให้ชัดเจน และสอดคล้องกับกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

6.2. ควรเขียนอธิบายรายละเอียดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน โดยใส่รายละเอียดแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่ครูและนักเรียนจะต้องดำเนินการ และเป้าหมายในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน

6.3. ควรระบุประเด็นหลักของคำถามที่จะให้นักเรียนคิดและระบุเป้าหมายของการใช้คำถามในแต่ละขั้นตอนให้เห็นแนวการเลือกใช้คำถามที่สอดคล้องและเหมาะสม

6.4. ควรเพิ่มเงื่อนไขหรือข้อมูลสำคัญบางประการในสถานการณ์ปัญหาเพื่อจำกัดขอบเขตของสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาได้ง่ายมากขึ้น และสอดคล้องกับสถานการณ์จริงมากขึ้น

6.5. ควรปรับเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม และสอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรมที่ดำเนินการในแต่ละขั้นตอน

7. นำชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่านที่มีประสบการณ์สอนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วย ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ได้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะต่อชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ แบ่งการให้คะแนนเป็น 3 ระดับคือ (+1) แน่ใจว่าชุดกิจกรรมมีความสอดคล้อง/เหมาะสม/เป็นไปได้ (0) ไม่แน่ว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง/เหมาะสม/เป็นไปได้ และ (-1) แน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้อง/เหมาะสม/เป็นไปได้ ซึ่งประเด็นในการพิจารณาคุณภาพชุดกิจกรรมแบ่งเป็น 3 ด้านคือ ด้านกิจกรรม ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ และด้านภาษา ตามประเด็นย่อยที่แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 ประเด็นย่อยในการพิจารณาคุณภาพชุดกิจกรรม

การพิจารณา	ประเด็นย่อย
1. ด้านกิจกรรม	1.1 ความสอดคล้องระหว่างชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น กับนิยามเชิงปฏิบัติการของแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
	1.2. ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรม
	1.3. ความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมฯ บริบทและนักเรียน
2. ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์	2.1. ความสอดคล้องระหว่างชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
3. ด้านภาษา	3.1. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น

โดยชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 6 ชุดกิจกรรม ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 9 ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ที่	ชื่อกิจกรรม	บริบท	สาระเนื้อหาคณิตศาสตร์
1	King of umami: คณิตศาสตร์กับปัญหาการตากถั่วเน่าแผ่น	- ภูมิปัญญาท้องถิ่น	- วงกลม และรูปสี่เหลี่ยม - การคาดคะเนพื้นที่ - แบบรูปและความสัมพันธ์ - พหุคูณของจำนวนเต็ม
2	Design by me: คณิตศาสตร์กับปัญหาการทำโคมกระดาษสา	- ภูมิปัญญาท้องถิ่น	- รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า - จำนวนเต็มคู่ – คี่ - แบบรูปและความสัมพันธ์ - รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
3	The amazing street: คณิตศาสตร์กับปัญหาการจัดสรรพื้นที่ถนนคนเดิน	- สถานที่ท่องเที่ยว	- การวัดพื้นที่และขนาด - แบบรูปและความสัมพันธ์ - อัตราส่วน
4	Super bench: คณิตศาสตร์กับปัญหาการจัดโต๊ะหินอ่อน	- วิถีชีวิตของนักเรียน	- แบบรูปและความสัมพันธ์ - อัตราส่วน
5	Lord of the rich: คณิตศาสตร์กับปัญหาตู้เก็บขวดน้ำ	- วิถีชีวิตของนักเรียน	- พื้นที่ และปริมาตร - การคาดคะเน - อัตราส่วน และสัดส่วน
6	What does the fog say?: คณิตศาสตร์กับปัญหาฝุ่นละออง	- ปัญหาสิ่งแวดล้อม	- เลขยกกำลัง - การเปลี่ยนหน่วย - อัตราส่วน และสัดส่วน - คู่อันดับ และกราฟ

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยกำหนดเกณฑ์ว่าค่าเฉลี่ยต้องมากกว่า 0.67 (เต็ม 1) จึงถือว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ ซึ่งพบว่าชุดกิจกรรมทุกชุดมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ แสดงได้ดังภาคผนวก จ ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ

นอกจากนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

7.1. ควรสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรม

7.2. ควรระบุรายละเอียดของวิธีการสร้างข้อตกลงเบื้องต้นในกิจกรรม

7.3. ควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาด้วยภาพ หรือสื่อที่เป็นวัตถุของจริง ที่นักเรียนสามารถสัมผัสได้จริง

7.4. ควรระบุรายละเอียดของสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมให้ชัดเจน

7.5. ควรเตรียมกระดาษแผ่นใหญ่ พร้อมอุปกรณ์เครื่องเขียนให้นักเรียน แต่ละกลุ่มได้เขียนแสดงวิธีการคิด การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแต่ละกิจกรรม

8. นำชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ และได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำชุดกิจกรรมที่ 1 “King of umami: คณิตศาสตร์กับปัญหาการตากลิ้นเน่าแผ่น” ไปทดลองจัดกิจกรรมกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ศึกษาอยู่ในโรงเรียนเดียวกัน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการจัดกิจกรรมในห้องเรียนจริงตามแผนการจัดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น โดยผลการทดลองจัดกิจกรรมสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

8.1. การจัดกิจกรรมในขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับบริบทของกิจกรรมเป็นอย่างดี สังเกตได้จากการโต้ตอบ การตั้งคำถาม และการแสดงความคิดเห็นขณะที่ร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจ และวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม แต่ขณะเดียวกันนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ความรู้และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจเกิดจากความไม่คุ้นเคยของนักเรียนในการวิเคราะห์ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา จึงทำให้ระยะเวลาที่ใช้จริงในการจัดกิจกรรมขั้นที่ 1 ใช้เวลามากกว่าระยะเวลาที่ระบุไว้ในแผนจัดกิจกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการให้เวลานักเรียนในการคิด การอภิปรายร่วมกันให้มากขึ้น และใช้คำถามนำช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

8.2. การจัดกิจกรรมในขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนบางกลุ่ม (2 กลุ่มจาก 6 กลุ่ม) สามารถดำเนินการแก้ปัญหาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อสรุปในรูปแบบทั่วไปได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่จะสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อสรุปได้แค่บางกรณีได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี สังเกตจากการอภิปรายร่วมกับเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้มา

สำหรับระยะเวลาที่ใช้จริงในการจัดกิจกรรมชั้นที่ 2 พบว่า ใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ระบุไว้ตามแผนการจัดกิจกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับแผนการจัดกิจกรรมในชั้นนี้โดยปรับเวลาที่ใช้ในชั้นนี้ให้กระชับมากขึ้น เพื่อให้เวลาในการจัดกิจกรรมชั้นการวิเคราะห์บริบทให้มากขึ้น พร้อมทั้งเน้นย้ำและกระตุ้นให้นักเรียนได้พยายามสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และสร้างข้อสรุปทั่วไปให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

8.3. การจัดกิจกรรมในชั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีส่วนร่วมในการสรุปและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำเท่าที่ควร เพราะเวลาเหลือน้อยเกินไปจนไม่สามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปและสะท้อนความคิด ทำให้ผู้สอนต้องสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับแผนการจัดกิจกรรมโดยลดระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้กระชับมากยิ่งขึ้น เช่น การจัดกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรม การนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม การแจกอุปกรณ์ต่าง ๆ การเขียนแสดงวิธีการคิดของกลุ่มนักเรียน

9. นำข้อสังเกตที่พบจากการทดลองจัดกิจกรรมในเบื้องต้น มาปรับปรุงชุดกิจกรรมอื่น ๆ ให้สอดคล้องกับข้อสังเกตที่พบจากการทดลอง สอดคล้องกับสภาพห้องเรียนจริง และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมากยิ่งขึ้น และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักที่สอดคล้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 10 กรอบการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท (ขั้นตอนที่ 1 – 3 ของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์)
- ครูเตรียมความพร้อมนักเรียน และนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและประสบการณ์เดิมของนักเรียน
- ครูตั้งคำถามนำให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลสำคัญของสถานการณ์ปัญหาในบริบท แล้วจึงให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เงื่อนไข ขอบเขตและข้อตกลงเบื้องต้นของการแก้สถานการณ์ปัญหา เพื่อทำให้การแก้สถานการณ์ปัญหานั้นง่ายขึ้น
- ครูตั้งคำถามนำให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ และตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ว่ามีความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องและสามารถช่วยแก้สถานการณ์ปัญหาได้ พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ กระบวนการ และแบบจำลองที่ได้เลือกไว้

ตาราง 10 กรอบการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น (ต่อ)

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
<p>ขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ขั้นตอนที่ 4 – 6 ของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบท โดยการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ จากการวิเคราะห์บริบทในขั้นที่ 1 ทั้งความรู้ กระบวน และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบท เพื่อให้ได้คำตอบ หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับบริบทและงานที่ได้รับมอบหมาย โดยครูจะสังเกตพฤติกรรม ให้คำปรึกษา และชี้แนะ - ครูแจกอุปกรณ์ชุดการทดลองสร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้ร่วมกันทดลอง สังเกต และตั้งข้อสมมติฐานต่าง ๆ จากสิ่งที่พบจากการทดลอง เพื่อนำสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลองสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้ ไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาให้ได้ตามเป้าหมายง่ายยิ่งขึ้น - ครูให้นักเรียนได้ร่วมกันตรวจสอบความสมเหตุสมผล ความถูกต้อง และความสอดคล้องระหว่างคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้กับบริบท เพื่อเตรียมนำเสนอคำตอบ หรือข้อสรุปของงานที่ได้มอบหมาย โดยครูจะใช้คำถามนำและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดทบทวน และตั้งข้อสังเกตอื่น ๆ เกี่ยวกับคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้กับเงื่อนไข หรือข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ปัญหาในบริบท - ครูให้นักเรียนร่วมกันนำเสนอแนวคิด กระบวนการ แบบจำลอง และคำตอบที่ได้ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอ อภิปราย และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบกลุ่มอื่น ๆ โดยครูจะใช้คำถามนำต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนนำเสนอได้อย่างชัดเจนมากขึ้น หรือเพื่อให้นักเรียนได้ขยายความคิดจากสิ่งที่ได้ดำเนินกิจกรรมมา รวมถึงให้ข้อเสนอแนะอื่น ๆ กับนักเรียน
<p>ขั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังการดำเนินกิจกรรม แต่ละขั้นตอนในประเด็นเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาในบริบท กับความรู้ กระบวนการและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประเด็นเกี่ยวกับความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาที่ได้อธิบาย และสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่ใกล้เคียง โดยครูจะใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันคิดเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าได้อธิบายคณิตศาสตร์อะไรบ้าง เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินผลการทำกิจกรรม ซึ่งครูจะอธิบายขยายความคิดของนักเรียนให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยนี้ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บข้อมูลความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการเก็บข้อมูลเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีทั้งหมด 4 ส่วนดังต่อไปนี้

- 2.1. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
- 2.2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 2.3. แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
- 2.4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

โดยขั้นตอนของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือมีรายละเอียดดังนี้

2.1. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ฉบับ ใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM. (2000) โดยเนื้อหาที่ใช้ในแบบวัดแต่ละฉบับเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และเป็นเนื้อหาที่สอดแทรกอยู่ในช่วงระหว่างการทำกิจกรรม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ได้ในชีวิตจริงอย่างชัดเจน นอกจากนี้ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ทุกฉบับเป็นแบบคู่ขนานมีโครงสร้าง และเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกัน ประกอบด้วย 2 กลุ่มเนื้อหาที่มีความเชื่อมโยงกัน คือ กลุ่มเนื้อหาเรื่องเศษส่วน ทศนิยม อัตราส่วน ร้อยละ และสัดส่วน และกลุ่มเนื้อหาเรื่องการวัดความยาว การแปลงหน่วย การวัดพื้นที่ เวลา ความเร็วและระยะทาง

สำหรับขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการสร้างและพัฒนา แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามองค์ประกอบของ NCTM. (2000) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้านดังต่อไปนี้

1.1. การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ กับสถานการณ์ปัญหา

1.2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบจากการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

1.3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทอื่น ๆ

2. สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบอัตนัยเขียนแสดงวิธีทำ แบ่งโครงสร้างออกเป็น 2 ส่วนคือ สถานการณ์ปัญหา และคำถามย่อย 3 ข้อคำถามแบ่งตามองค์ประกอบการวัดของ NCTM. (2000) และมีเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามที่ได้กำหนดไว้ และสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบที่กำหนด โดยให้ข้อสอบแต่ละข้อมีคะแนนเต็มข้อละ 6 คะแนน แบ่งเป็นข้อย่อยละ 2 คะแนน ตามเกณฑ์ดังตาราง 11

ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

คำถามย่อยที่ 1 : จงระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดของความรู้นั้นให้ชัดเจน	
คะแนน / เกณฑ์พิจารณา	2 - ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	1 - ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
	0 - ระบุหัวข้อเรื่องคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุ
คำถามย่อยที่ 2 : จงเขียนอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหาโดยไม่ต้องหาคำตอบ	
คะแนน / เกณฑ์พิจารณา	2 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
	1 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้บางส่วน แต่ไม่ชัดเจน
	0 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่ไม่นำไปสู่การแก้ปัญหา หรือไม่อธิบาย
คำถามย่อยที่ 3 : จงระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ จากความรู้ที่ระบุไว้ในข้อที่ 1	
คะแนน / เกณฑ์พิจารณา	2 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ทั้งหมด
	1 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้บางส่วน
	0 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ หรือไม่ระบุ

3. นำแบบวัดที่สร้างขึ้น ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง และให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1. ควรปรับลดความซับซ้อนของประเด็นคำถามให้น้อยลง เช่น

คำถามเดิม: ถ้าต้องการทำแยมมะม่วง 40 กิโลกรัม อยากทราบว่าต้องใช้เนื้อมะม่วงสุก และน้ำตาลทรายแต่ละชนิดอย่างละกี่กิโลกรัม และต้องใช้น้ำมะนาว และน้ำสะอาดกี่ลิตร นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และใช้แต่ละความรู้นั้นทำอะไร

แก้ไขเป็น: ถ้าต้องการทำแยมมะม่วง 40 กิโลกรัม การคำนวณว่าจะต้องใช้เนื้อมะม่วงสุก และน้ำตาลทรายแต่ละชนิดอย่างละกี่กิโลกรัม และต้องใช้น้ำมะนาว และน้ำสะอาดกี่ลิตร นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร

3.2. ควรปรับภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาให้สื่อความหมายชัดเจน เช่น

คำถามเดิม: ร้าน C จัดโปรโมชั่นลดราคาตลอดสองต่อ จากปกติลดราคาทุกชิ้น 10% ให้ส่วนลดเพิ่มอีก 1.5 เท่าของส่วนลดปกติ

แก้ไขเป็น: ร้าน C จัดโปรโมชั่นลดสองต่อ ต่อแรก ลด 10% ของราคาที่ยังเหลือ ต่อที่สอง ลดอีก 1.5 เท่าของส่วนลดที่ได้จากต่อแรก

4. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา นำส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดและให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ดัชนี IOC (item objective congruence) ที่ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ว่าค่าดัชนี $IOC \geq 0.50$ จึงจะถือว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับโครงสร้างและนิยามที่ต้องการวัด โดยข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนี IOC ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และขอเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1. ควรปรับภาษาที่ใช้ให้สื่อความหมายชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น

คำถามเดิม: นักเรียนจะต้องใช้แต่ละความรู้นั้นทำอะไร

แก้ไขเป็น: นักเรียนจะต้องใช้ความรู้นั้นอย่างไร

เงื่อนไขเดิม: เมื่อซื้อสินค้าจำนวน 2,000 บาท

แก้ไขเป็น: เมื่อซื้อสินค้ารวมราคา 2,000 บาท

เงื่อนไขเดิม: ผลของการประหยัดไฟฟ้า 3 เดือนแรก

แก้ไขเป็น: ผลของการประหยัดไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมิถุนายน – สิงหาคม

5. นำแบบวัดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

6. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยง 0.7 ขึ้นไป ค่าความยากง่าย (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป สำหรับข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์มีทั้งหมด 4 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดแสดงได้ดังนี้

ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ	มีค่า 0.75
ค่าความยากง่าย (p)	มีค่า 0.27 – 0.38
ค่าอำนาจจำแนก (r)	มีค่า 0.20 – 0.50

7. นำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว มาเลือกข้อที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างได้จำนวน 4 ข้อสำหรับใช้เป็นต้นแบบในการสร้างข้อสอบที่มีลักษณะโครงสร้างเดียวกันเป็นคู่ขนาน จำนวน 3 ชุด รวมทั้งหมด 12 ข้อ เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง

8. นำข้อสอบที่สร้างขึ้นเพิ่มเป็นคู่ขนาน 2 ชุด จำนวน 8 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่ใช่กลุ่มเดิมที่เคยทดลองทำแบบวัดก่อนหน้านี้ จำนวน 30 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

9. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบวัดคู่ขนานทั้ง 3 ชุด โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ค่าความยากง่าย (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด สามารถแสดงได้ดังตาราง 12

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ

ฉบับ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
(1) ก่อนเรียน	0.31 – 0.50	0.27 – 0.50	0.75
(2) ระหว่างเรียน	0.37 – 0.58	0.32 – 0.44	0.77
(3) ก่อนเรียน	0.37 – 0.54	0.35 – 0.41	0.77

10. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 3 ชุด ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัย

2. แบบสังเกตพฤติกรรมในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นแบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการ (observation checklist) ที่ประกอบด้วยพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกในระหว่างการทำกิจกรรม จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในภาพรวมตามกลุ่มที่ได้คัดเลือกไว้ ทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมว่านักเรียนมีพฤติกรรมเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM (2000) หรือไม่ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน สำหรับขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์เพื่อสร้างรายการแสดงพฤติกรรมของนักเรียน
2. สร้างแบบสังเกต และกำหนดรายการพฤติกรรมที่จะสังเกต
3. นำแบบสังเกตที่สร้างขึ้น ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบสังเกตที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นแนวคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อให้ได้รายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนทุกคนในกลุ่มตามที่ได้คัดเลือกไว้ในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการทำกิจกรรม ซึ่งจะกำหนดเป็นกรอบ และประเด็นที่จะถามตามองค์ประกอบของ NCTM (2000) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์เพื่อสร้างประเด็นคำถาม
2. สร้างแบบสัมภาษณ์ โดยกำหนดประเด็นคำถามที่จะถาม
3. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้วไปใช้กับตัวอย่างวิจัย

2.2. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. **แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์** เป็นแบบมาตราประมาณค่า 4 ระดับ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นข้อความด้านบวกและด้านลบ อย่างละ 15 ข้อ โดยใช้ในการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงก่อน และหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการสร้างและพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามแนวคิดของ Triandis (1971) และ สสวท. (2555) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1.1. **องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component)** เกี่ยวกับการตระหนักเห็น หรือไม่ตระหนักเห็นคุณค่า เห็นประโยชน์ หรือไม่เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

1.2. **องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Component)** เกี่ยวกับความชอบ หรือไม่ชอบ ความพอใจ หรือไม่พอใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.3. **องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component)** เกี่ยวกับความพร้อมที่จะกระทำ หรือหลีกเลี่ยงที่จะกระทำการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการจำนวน 42 ข้อ สอดคล้องกับทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีข้อความอย่างละ 14 ข้อ และแบ่งเป็นข้อความด้านบวกและด้านลบ อย่างละ 21 ข้อ โดยจะเลือกข้อความที่ใช้จริงจากการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดมาองค์ประกอบละ 10 ข้อ รวม 30 ข้อ และแบ่งเป็นข้อความด้านบวกและด้านลบ อย่างละ 15 ข้อ ซึ่งมีรูปแบบเป็นแบบมาตราประมาณค่า 4 ระดับ มีการแบ่งระดับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของข้อความทางบวก ดังต่อไปนี้

<u>ระดับความคิดเห็นหรือความรู้สึก</u>	<u>คะแนน</u>	<u>ความหมาย</u>
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4	มีความคิดเห็น สอดคล้อง กับข้อความนั้นมากที่สุด
เห็นด้วย	3	มีความคิดเห็น สอดคล้อง กับข้อความนั้นมาก
ไม่เห็นด้วย	2	มีความคิดเห็น ขัดแย้ง กับข้อความนั้นมาก
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	มีความคิดเห็น ขัดแย้ง กับข้อความนั้นมากที่สุด

สำหรับข้อความทางลบนั้น จะใช้การกลับมาตรวัด โดยปรับการเรียงระดับความคิดเห็นหรือความรู้สึกให้เริ่มต้นจาก “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ถึง “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และมีคะแนนเป็นจาก “1” ถึง “4” ตามลำดับ ซึ่งการแปลความหมายของคะแนนเจตคติทางบวก หรือเจตคติที่ดีต่อวิชา

คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะดำเนินการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งฉบับ แล้วแปลงเป็นระดับเจตคติในเชิงคุณภาพที่มีการแปลความหมายดังต่อไปนี้

<u>คะแนนเฉลี่ย</u>	<u>ความหมาย</u>
3.50 – 4.00	นักเรียนมีระดับเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด
2.50 – 3.49	นักเรียนมีระดับเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มาก
1.50 – 2.49	นักเรียนมีระดับเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์น้อย
1.00 – 1.49	นักเรียนมีระดับเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์น้อยที่สุด

3. นำแบบวัดที่สร้างขึ้น ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง และให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์สามารถสรุปได้ตามประเด็นดังต่อไปนี้

3.1. ควรปรับสำนวนภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อคำถามให้มีความหลากหลายและสื่อความหมายที่ชัดเจน สามารถสะท้อนถึงองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แต่ละด้าน

3.2. ควรสร้างข้อคำถามให้มีบริบทที่หลากหลายและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน เช่น การใช้สื่อออนไลน์ การเล่นเกมมือถือ การเรียนกวดวิชา

4. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา นำส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ดัชนี IOC (item objective congruence) ที่กำหนดเกณฑ์ว่าค่าดัชนี $IOC \geq 0.50$ ถือว่าข้อคำถามสอดคล้องกับโครงสร้างและนิยามที่ต้องการวัด โดยข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนี IOC ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิสามารถสรุปได้ตามประเด็นดังต่อไปนี้

4.1. ควรใช้ภาษา และคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีความหมายชัดเจน และเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น เช่น คำว่า “การทำงานทางคณิตศาสตร์” ควรใช้คำว่า “การทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์”

5. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว นำไปทดลองใช้เพื่อหาความเที่ยงของแบบวัด กับนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มประชากรเดียวกัน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน

6. นำแบบวัดที่ได้จากการทดลองใช้ มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (cronbach) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพมาใช้ในแบบวัดฉบับจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ตั้งแต่ 0.2 – 0.8 จึงจะถือว่าข้อคำถามนั้นมีคุณภาพ และสามารถไว้วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้คัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ สามารถแสดงได้ดังนี้

ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ	มีค่า	0.92
ค่าอำนาจจำแนก (r)	มีค่า	0.23 – 0.73

7. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัย

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับตัวอย่างในการวิจัยโดยมีรายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1. สร้างชุดกิจกรรม พร้อมทั้งแผนการจัดกิจกรรมตามแนวความคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และจัดทำสื่อ อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการจัดกิจกรรม
- 1.2. สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.3. จัดทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเพื่อขอความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 2.1. นำชุดกิจกรรมที่ 1 “King of umami: คณิตศาสตร์กับปัญหาการตากถั่วเน่าแผ่น” ไปทดลองจัดกิจกรรมกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนรู้ใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อพิจารณาความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการจัดกิจกรรมในห้องเรียนจริงตามแผนการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้น

2.2. ดำเนินการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้คณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์มาเรียงลำดับ เพื่อกำหนดนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมาทำการ สัมภาษณ์และสังเกตพัฒนาการในระหว่างการทดลอง โดยแบ่งนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีคะแนนมากที่สุด กลุ่มที่มีคะแนนเป็นมัธยฐาน และกลุ่มที่มีคะแนนน้อยที่สุด กลุ่มละ 3 คน

2.3. ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น กับนักเรียนที่เป็นตัวอย่าง ในงานวิจัย โดยใช้เวลาจัดกิจกรรมและจัดการทดสอบ รวมทั้งสิ้น 9 ครั้ง ซึ่งจะมีการทดสอบ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ระหว่างการทดลองในครั้งที่ 5 โดยใช้แบบวัด ฉบับระหว่างการทดลอง และศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดกิจกรรมซึ่งแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะละ 3 กิจกรรม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม และ แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

2.4. เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาพัฒนาการความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์หลังการทดลอง

2.5 ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด มาทำการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล

สำหรับการดำเนินการทดลองทั้งหมด แบ่งออกเป็น 9 ครั้ง แต่แต่ละครั้งจะประกอบไปด้วย (1) การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น 6 ครั้ง ครั้งละ 90 นาที โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยคือ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ในระหว่าง ทำกิจกรรม (2) การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการจัดการทดสอบ แบ่งเป็นการทดสอบความสามารถใน การเชื่อมโยงความรู้ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง โดยใช้แบบวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงและแบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และการวัดเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด สรุปลงได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 สรุปการดำเนินการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ครั้งที่	การดำเนินการทดลอง และ เก็บรวบรวมข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย				
		MA	CT	CO	CI	AT
ก่อนการทดลอง						
1	ทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงฯ (C ₁)		✓		✓	
	วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (A ₁)					✓
	สัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (OC ₁)				✓	
ระหว่างการทดลอง						
2	จัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ฯ กิจกรรมที่ 1	✓		✓	✓	
3	จัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ฯ กิจกรรมที่ 2	✓		✓	✓	
4	จัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ฯ กิจกรรมที่ 3	✓		✓	✓	
5	ทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงฯ (C ₂)		✓		✓	
	สัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (OC ₂)				✓	
6	จัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ฯ กิจกรรมที่ 4	✓		✓	✓	
7	จัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ฯ กิจกรรมที่ 5	✓		✓	✓	
8	จัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ฯ กิจกรรมที่ 6	✓		✓	✓	
หลังการทดลอง						
9	ทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงฯ (C ₃)		✓		✓	
	สัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (OC ₃)				✓	
	วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (A ₂)					✓

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ ✓ หมายถึง ผู้วิจัยใช้เครื่องมือที่ใช้การวิจัยดังต่อไปนี้

MA แทน ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

CT แทน แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

CO แทน แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

CI แทน แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

AT แทน แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

1.1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ: ผู้วิจัยนำแบบประเมินชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ มาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

1.2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ: ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่มีต่อชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ มาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์หลังการทดลอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ได้สร้างขึ้น แล้ววิเคราะห์โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (t-test for one sample) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ฉบับก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ได้สร้างขึ้น แล้ววิเคราะห์โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยนำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้เก็บข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการทดลอง มาวิเคราะห์โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่กลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test dependent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5. การศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำแบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ PSPP ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เปิดให้ผู้ใช้ได้ใช้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ <https://www.gnu.org/software/pspp/get.html> โดยรายละเอียดของสถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

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

1.2. ค่าความเที่ยง (reliability) ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ คณิตศาสตร์ทั้งฉบับก่อน ระหว่างและหลังการทดลอง โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ของครอนบาค (cronbach)

1.3. ค่าความยาก (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ทั้งฉบับก่อน ระหว่างและหลังทดลอง โดยใช้สูตรของวิทท์เนย์ และ ซาเบอร์ (Whitney and Sabers)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อบรรยายข้อมูลต่าง ๆ ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (percent) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

2.2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ด้วยสถิติอนุมาน ได้แก่ การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (t-test for one sample) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่กลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test dependent samples)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดบริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

- 1.1. แนวคิดและลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรม
- 1.2. จุดประสงค์หลักของชุดกิจกรรม
- 1.3. ขั้นตอนของการจัดกิจกรรม

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

- 2.1. ผลการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง
- 2.2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
- 2.3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง
- 2.4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

- 3.1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน ครู และนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1. แนวคิดและลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยนี้ มีทั้งหมด 6 ชุดกิจกรรม ดำเนินการออกแบบและพัฒนาขึ้นจากแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีแนวคิดและลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ เน้นการนำสถานการณ์ ประเด็นปัญหาหรือประสบการณ์เดิมที่ใกล้ชิดกับวิถีชีวิตรอบตัวนักเรียน ซึ่งมีความรู้คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สอดแทรกอยู่ สามารถมาใช้ในการออกแบบเป็นกิจกรรมประกอบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้คิดและดำเนินการแก้ปัญหา

2. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ ใช้บริบทที่หลากหลาย ช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น บริบทเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน บริบทเกี่ยวกับวิถีชีวิตของนักเรียน บริบทเกี่ยวกับภูมิปัญญาและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน รวมถึงบริบทเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในพื้นที่ใกล้เคียงที่นักเรียนอาศัยอยู่

3. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมที่สอดแทรกกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ประกอบการคิดและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงถึงความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาและหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในบริบทจริงที่มีความไม่ชัดเจนและคลุมเครือ

4. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ บูรณาการความรู้คณิตศาสตร์หลายเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วในทุกระดับจนถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ มาประกอบในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน

1.2. จุดประสงค์หลักของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยนี้ มีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.3. ขั้นตอนของการจัดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยนี้ แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมเป็น 3 ขั้นตอนหลักที่สอดแทรกกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 6 ขั้นตอนที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมนักเรียนในการทำกิจกรรม จากนั้นจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในบริบทให้นักเรียนเกิดความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม พร้อมกับตั้งคำถามนำให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด วิเคราะห์และอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ เช่น การแปลความ ตีความข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา การสร้างข้อตกลงเบื้องต้นในการทำกิจกรรม เพื่อกำหนดขอบเขตของสถานการณ์ปัญหาให้ง่ายขึ้น การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาในบริบทกับความรู้ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาตามกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขั้นที่ 1 – 3 ซึ่งนักเรียนจะดำเนินการดังนี้

- 1.1. อ่านและสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายขึ้นด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การเขียนสรุปความ การวาดภาพประกอบ หรือการสร้างแบบจำลองอย่างง่าย
- 1.2. กำหนดขอบเขต หรือสร้างข้อตกลงเบื้องต้นในการทำกิจกรรม
- 1.3. วิเคราะห์ความรู้ แบบจำลอง และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและนำไปสู่การหาคำตอบหรือแก้สถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้คิด และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาโดยนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากขั้นการวิเคราะห์บริบทมาใช้ประกอบในการคิดและดำเนินการกิจกรรม โดยครูทำหน้าที่สนับสนุนความคิดให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์บางขั้นตอน หรือความรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมบางส่วน และจัดกิจกรรมเสริมสอดแทรกให้นักเรียนได้ทดลองสร้างแบบจำลองอย่างง่ายโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่าง ๆ สังเกตเห็นแบบรูปและความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้อย่างเป็นรูปธรรมชัดเจนยิ่งขึ้น แล้วจึงนำสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลองมาเชื่อมโยงไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และต่อยอดนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาให้ได้ตามกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขั้นที่ 4 – 6 ซึ่งนักเรียนจะดำเนินการดังนี้

2.1 ร่วมกันดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบท โดยใช้ความรู้ กระบวนการ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จากการวิเคราะห์บริบท และการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น จากกิจกรรมทดลองสร้างแบบจำลองอย่างง่าย เช่น การคำนวณ การแก้สมการ การหาแบบรูป เพื่อให้ได้คำตอบ หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับบริบทและงานที่ได้รับมอบหมาย

2.2 ร่วมกันตรวจสอบความสมเหตุสมผล ความถูกต้อง และความสอดคล้องระหว่าง คำตอบหรือข้อสรุปที่ได้กับบริบท เช่น การทบทวนกระบวนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด อีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งหากตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาดหรือข้อขัดแย้งให้ดำเนินการ แก้ไข และดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น เพื่อเตรียมนำเสนอคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้จากการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

2.3 ร่วมกันนำเสนอคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้ รวมถึงแนวคิดและแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบท เพื่อให้นักเรียนร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอ อภิปราย และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบกลุ่มอื่น ๆ

ขั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกัน สรุปและสะท้อนความคิดที่ได้เรียนรู้หลังจากการดำเนินกิจกรรม ในประเด็นเกี่ยวกับความรู้ คณิตศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในระหว่างทำกิจกรรม ความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาในบริบท กับความรู้ กระบวนการและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ และความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยวิธีการเชิงปริมาณ สามารถแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1. ผลการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง แสดงผลดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ($n = 30$) ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบ (องค์ประกอบละ 8 คะแนน)

ระยะ	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (เต็ม 24 คะแนน)											
	องค์ประกอบที่ 1			องค์ประกอบที่ 2			องค์ประกอบที่ 3			ภาพรวม		
	ร้อยละ	\bar{x}	sd.	ร้อยละ	\bar{x}	sd.	ร้อยละ	\bar{x}	sd.	ร้อยละ	\bar{x}	sd.
1	41.67	3.33	1.35	45.42	3.63	1.50	47.08	3.77	2.06	44.72	10.73	3.34
2	56.25	4.50	2.01	57.50	4.60	1.79	75.42	6.03	1.63	63.06	15.13	4.49
3	67.67	5.41	1.40	68.53	5.48	1.43	83.62	6.69	1.11	74.17	17.80	2.99

หมายเหตุ : ระยะที่ 1 – 3 หมายถึง ระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ตามลำดับ

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ

องค์ประกอบที่ 2 คือ การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นนักเรียนพบ

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหานั้นนักเรียนพบ

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์โดยภาพรวมของนักเรียนมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยเลขคณิตในแต่ละระยะของการทดลองสูงขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) เท่ากับ 10.73, 15.13 และ 17.80 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) เท่ากับ 3.34, 4.49 และ 2.99 ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์จำแนกรายองค์ประกอบ จะเห็นว่า ทุกองค์ประกอบมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตในระยะหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลอง และก่อนการทดลอง

2.2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (เต็ม 24 คะแนน) แสดงผลดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) และค่าการทดสอบที (t – test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)

ระยะการทดลอง	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์			t	p	หมายเหตุ
	ร้อยละ	\bar{x}	s			
หลังทดลอง	74.17	17.80	2.99	1.83*	0.03	

*p < .05

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) เท่ากับ 17.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) เท่ากับ 2.99 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คิดเป็น 16.8 คะแนน จาก 24 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ด้วยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 แสดงได้ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงค่าการทดสอบเอฟ (F – test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	754.470	2	377.235	28.869*	.00
ภายในกลุ่ม	1123.777	86	13.067		
รวม	1878.247	88	-		

*p < .05

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระยะของการทดลอง สามารถแสดงได้ดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

ระยะการทดลอง	\bar{x}	sd.	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง	หลังการทดลอง
ก่อนการทดลอง	10.73	3.34	-	-4.40*	-7.07*
ระหว่างการทดลอง	15.13	4.49	-	-	-2.67*
หลังการทดลอง	17.80	2.99	-	-	-

*p < .05

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะระหว่างการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ระยะหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และระยะหลังการทดลองสูงกว่าก่อนระหว่างการทดลอง ตามลำดับ

2.4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง แสดงผลดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) และค่าการทดสอบที (t – test) ของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง (เต็ม 4 คะแนน)

ระยะการทดลอง	ร้อยละ	\bar{x}	sd.	t	p
ก่อนการทดลอง	61.81	2.47	0.14	5.41*	0.00
หลังการทดลอง	73.28	2.93	0.39		

*p < .05

จากตาราง 18 แสดงให้เห็นว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน ครู และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยรายละเอียดของผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

3.1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน ครู และนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน

โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 (เชียงใหม่-แม่ฮ่องสอน) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดประมาณ 2,774 คน มีพื้นที่ประมาณ 27 ไร่ 1 งาน 55 ตารางวา ประกอบด้วยอาคารเรียน พื้นที่ใช้สอยประมาณ 70% และแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนประมาณ 30% ของพื้นที่ทั้งหมด เช่น สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน พิพิธภัณฑ์การศึกษาโรงเรียน แหล่งเรียนรู้การส่งเสริมสุขภาพเรือนพยาบาล

บริบทโดยรอบของโรงเรียนอยู่ติดกับเขตคูเมืองเชียงใหม่ชั้นนอก มีแหล่งชุมชนเป็นเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ ตั้งอยู่ใกล้โรงพยาบาล สนาบบิน มหาวิทยาลัย วัด และแหล่งท่องเที่ยว แหล่งเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ เช่น วัดพระธาตุดอยสุเทพ วัดเจดีย์หลวงวรวิหาร วัดพระสิงห์วรวิหาร ถนนคนเดินเชียงใหม่ นักเรียนส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในอำเภอใกล้เคียง เช่น อำเภอสันกำแพง อำเภอหางดง อำเภอสารภี อำเภอแม่ริม อำเภอแม่แตง และอำเภอดอยสะเก็ด ซึ่งแต่ละอำเภอจะมีจุดเด่นสำคัญที่เป็นเอกลักษณ์สร้างชื่อเสียงให้กับอำเภอ และจังหวัดเชียงใหม่ เช่น อำเภอเมืองเชียงใหม่ มีแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาของชุมชนเกี่ยวกับการทำเครื่องเงิน เครื่องเงิน อำเภอสันกำแพง มีแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาของชุมชนเกี่ยวกับการสร้างผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา

3.1.2. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู

จากการศึกษาข้อมูลของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียน พบว่ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีครูผู้สอนจำนวน 18 คน ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีศึกษาศาสตร์/ครุศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ และมีประสบการณ์สอนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป มีภาระงานในการสอนโดยเฉลี่ย 18 คาบต่อสัปดาห์ และปฏิบัติหน้าที่ในส่วนงานบริหารฝ่ายต่าง ๆ ของโรงเรียนเช่น ฝ่ายกิจการนักเรียนฝ่ายวิชาการ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ ฝ่ายประกันคุณภาพ

การศึกษา ฝ่ายบริหารบุคลากรและการเงินนอกจากนี้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้มีความร่วมมือทางวิชาการกับหน่วยงาน และองค์กรต่าง ๆ ที่ให้การสนับสนุนในด้านวิชาการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เช่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ บริษัท เซฟรอนประเทศไทย จึงทำให้คณะครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนได้รับการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่เสมอ

3.1.3. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยนำมาทดลองคือ นักเรียนห้อง ม.3/1 จำนวน 30 คนที่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมในการทดลองได้ตลอดทั้งช่วงของการทดลอง ซึ่งการทดลองในครั้งนี้เป็นการจัดกิจกรรมเสริมนอกเวลาเรียนปกติในคาบศึกษาค้นคว้า โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความประพฤติเรียบร้อย มีความสามารถในการเรียนรู้ที่หลากหลายความสามารถ มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางถึงดีมาก (เกรดเฉลี่ย 2.75 – 4) และให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี มีความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความสามารถพิเศษด้านอื่น ๆ เช่น ด้านวิชาการ ด้านกีฬา ดนตรีไทยพื้นเมือง ดนตรีสากล และด้านการส่งเสริมสุขภาพ (อย.น้อย) นักเรียนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ เป็นนักเรียนที่อาศัยอยู่ในอำเภอใกล้เคียงกับพ่อแม่ซึ่งประกอบอาชีพส่วนใหญ่ คือ อาชีพค้าขาย และรับราชการ

3.2. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง

การศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM. (2000) โดยได้เลือกศึกษากับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 3 คน ตามคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์จากการทดสอบก่อนการทดลอง ซึ่งผลการศึกษาพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละองค์ประกอบ ด้วยวิธีการสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่พบในระยะที่ 1 (กิจกรรมที่ 1 – 2) ระยะที่ 2 (กิจกรรมที่ 3 – 4) และระยะที่ 3 (กิจกรรมที่ 5 – 6) สามารถแสดงได้ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

พฤติกรรม การเชื่อมโยงความรู้ฯ	ระยะ ทดลอง	จำนวนกิจกรรมที่แสดงพฤติกรรม / กลุ่มเป้าหมาย								
		กลุ่มสูง (คนที่)			กลุ่มกลาง (คนที่)			กลุ่มต่ำ (คนที่)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
พฤติกรรมที่ 1	ระยะที่ 1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	ระยะที่ 2	2	1	1	1	2	1	1	0	0
	ระยะที่ 3	2	1	2	2	2	1	1	1	1
พฤติกรรมที่ 2	ระยะที่ 1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
	ระยะที่ 2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	ระยะที่ 3	2	2	2	1	2	1	1	1	2
พฤติกรรมที่ 3	ระยะที่ 1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
	ระยะที่ 2	2	2	1	2	1	2	2	1	2
	ระยะที่ 3	2	2	2	2	1	2	2	1	1
พฤติกรรมที่ 4	ระยะที่ 1	0	1	1	1	0	1	1	1	2
	ระยะที่ 2	1	1	2	1	1	1	2	2	2
	ระยะที่ 3	2	2	2	2	2	1	2	2	2

หมายเหตุ : 0, 1 และ 2 คือ จำนวนกิจกรรมที่นักเรียนแสดงพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้ฯ ตามลำดับ
 พฤติกรรมที่ 1 คือ เลือกความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้
 พฤติกรรมที่ 2 คือ อธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้คณิตศาสตร์ได้
 พฤติกรรมที่ 3 คือ อธิบายขั้นตอน หรือวิธีการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เลือกไปแก้ปัญหาได้
 พฤติกรรมที่ 4 คือ ยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ได้

จากตาราง 19 จะเห็นว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายแต่ละคน แสดงพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในระหว่างทำกิจกรรมให้สังเกตได้จำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละระยะของการทดลอง โดยที่ในระยะที่ 1 (กิจกรรมที่ 1 – 2) ระยะที่ 2 (กิจกรรมที่ 3 – 4) และระยะที่ 3 (กิจกรรมที่ 5 – 6) นั้น นักเรียนกลุ่มสูงบางคนแสดงพฤติกรรมให้สังเกตได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ระยะที่ 1 – 3 นักเรียนกลุ่มกลางส่วนใหญ่แสดงบางพฤติกรรมให้สังเกตได้เพิ่มขึ้นต่อเนื่องเช่นเดียวกัน แต่นักเรียนบางส่วนไม่แสดงพฤติกรรมที่ 2 และ 3 ให้สังเกตได้เพิ่มขึ้นต่อเนื่องในระยะที่ 2 – 3 นักเรียนกลุ่มต่ำส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรมที่ 4 ให้สังเกตเห็นได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ระยะที่ 1 – 3 และแสดงพฤติกรรมที่ 2 และ 3 ให้สังเกตเห็นได้เพิ่มขึ้นในระยะที่ 2 – 3

สำหรับการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละองค์ประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา การสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่แสดงในแบบวัดแต่ละฉบับ การสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในระหว่างการทำกิจกรรม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงรายละเอียดตามช่วงการทดลองดังต่อไปนี้

ช่วงก่อนการทดลอง

สำหรับช่วงก่อนทดลอง ผู้วิจัยศึกษาจากการวิเคราะห์เนื้อหา จากแนวคิดที่นักเรียนแสดงไว้แต่ละองค์ประกอบของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในแบบวัดฉบับก่อนทดลอง และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้แสดงไว้ในแบบวัด โดยผลการวิเคราะห์ พบว่า

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และขาดการอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้คณิตศาสตร์นั้นมาใช้แก้สถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีลักษณะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มสูง สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน โดยระบุได้เพียงความรู้ หรือแนวคิดการแก้ปัญหากว้าง ๆ ไม่สามารถระบุชื่อเรื่องหรือความรู้คณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงได้ และไม่สามารถอธิบายรายละเอียดการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการตอบคำถามได้อย่างชัดเจน ดังตัวอย่างภาพที่ 5

คำถามที่ 1 : การคำนวณว่านายช่างคนนี้ต้องใช้กระเบื้องอย่างน้อยกี่แผ่นในการปูทางเดินนี้ นักเรียนจะต้อง

ใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

คำตอบที่ 1 คือ หาพื้นที่ มุม กว้างของ สี่เหลี่ยมที่ของคนที่ จะหาพื้นที่มัน ÷ ความยาวจะได้
 6 เมตร กว้าง 6 เมตร (ตามผังภาพ เมตริก เป็น 6 เมตร)

คำถามที่ 1 : จากข้อมูลในตาราง การหาว่าเมืองใดที่อยู่ใกล้เมือง ก มากที่สุด และมีระยะทางจากเมือง ก กี่กิโลเมตร นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

- คณิตศาสตร์เรื่อง ไช้หาเส้นตรงสอง เส้น เวลา ต่อ ระยะทาง

- สมการ จาก ผลคูณ 6

(มีรูปแสดงภาพ)

- ขว้างดู คูณ ๖๓๖

ภาพที่ 5 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะก่อนทดลอง

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มสูงในช่วงก่อนการทดลอง ยังมีความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบนั่นค่อนข้างน้อย ไม่สามารถระบุชื่อเรื่องที่เคยเรียนมาแล้วได้อย่างเฉพาะเจาะจง และไม่สามารถอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้คณิตศาสตร์นั้นมาใช้ได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนได้ให้สัมภาษณ์ไว้เกี่ยวกับการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบ ว่านักเรียนไม่สามารถระบุชื่อเรื่อง หรือความรู้คณิตศาสตร์ที่ชัดเจนได้ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“ผมไม่แน่ใจว่ามันเกี่ยวกับชื่อเรื่องอะไร แต่ผมคุ้น ๆ ว่าเคยทำโจทย์ปัญหาประมาณนี้ได้”

สำหรับนักเรียนกลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำนั้น มีความสามารถใกล้เคียงกันในการระบุและอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบ กล่าวคือ นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ ไม่สามารถระบุและอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสิ่งที่นักเรียนระบุมานั้นเป็นความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ในชั้นเรียนปกติ เช่น เรื่องกราฟ และเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งไม่เกี่ยวข้องและไม่นำไปสู่การตอบปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด ดังภาพที่ 6 และ 7

คำถามที่ 1 : จากข้อมูลในตาราง การหาว่าเมืองใดที่อยู่ใกล้เมือง ก มากที่สุด และมีระยะทางจากเมือง ก กี่กิโลเมตร นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

① โจทย์เรื่องกราฟ เนิาะ ทบไซ เรื่องกราฟ สามารถทำให้เราเห็นว่าเส้นตรงแต่ละเมืองไหนใกล้
เมือง ก มากที่สุด.

② ออจะไรเรื่องขอ นัทไกรส เนิื่อ หาเส้นทงโค เวนทงหน่วงที่เกอช่วไมริ.

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 6 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มกลางในระยะก่อนทดลอง

จากภาพที่ 6 จะเห็นว่านักเรียนระบุและอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ซึ่งปัญหาที่กำหนดนั้นเกี่ยวข้องกับเรื่องการวัดเวลา ระยะทาง และการหาอัตราส่วน ซึ่งไม่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องกราฟ และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่าคำตอบของนักเรียนระบุและอธิบายมานั้น เกิดจากการเดาเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นเรียนปกติ ไม่ได้เกิดจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่พบ กับความรู้คณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูนึกออกแค่เรื่องกราฟ แต่หนูไม่รู้มันเกี่ยวกันไหม หนูเพิ่งสอบเรื่องกราฟมา”

คำถามที่ 1 : การหาว่าพื้นที่ของถนนทั้งหมดที่จะสร้างขึ้นรอบสนามเท่ากับกี่ตารางเมตร นักเรียนจะต้องใช้
ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

ภาพที่ 7 แสดงการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มต่ำในระยะก่อนทดลอง

ในทำนองเดียวกัน จากภาพที่ 7 จะเห็นว่านักเรียนระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์กว้าง ๆ ได้ พอสื่อความหมาย แต่ไม่ครบถ้วน และไม่สามารถอธิบายรายละเอียดของความรู้คณิตศาสตร์นั้นได้อย่างชัดเจน ซึ่งปัญหาที่กำหนดนั้น เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่เพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า คำตอบที่นักเรียนระบุนั้น เกิดจากการเดาเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นเรียนปกติ คือ เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ซึ่งปัญหาที่กำหนดนั้น ใช้เพียงความรู้เรื่องการเปลี่ยนหน่วย การหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“อธิบายไม่ถูกเลยครับ ผมไม่แน่ใจมันชื่อเรื่องว่าอะไร ใช้พื้นที่ผิว ปริมาตรไหมครับ”

องค์ประกอบที่ 2 คือ การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีลักษณะของการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีลักษณะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มสูง สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาได้ พอสื่อความหมายให้เห็นถึงลำดับของการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอน แต่ขาดรายละเอียดจุดเล็ก ๆ บางส่วนที่สำคัญต่อการตอบคำถามให้ถูกต้อง เช่น การเปลี่ยนหน่วย จึงทำให้การระบุแนวคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งนักเรียนในกลุ่มสูงทั้งหมดจะแสดงความสามารถในองค์ประกอบนี้ได้พอสื่อความหมายกว่านักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ดังภาพที่ 8

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน การคำนวณว่านายช่างคนนี้ต้องใช้กระเบื้องอย่างน้อย
กี่แผ่นในการปูทางเดินนี้

1 14m x 10m กว. ๒๕๐

2 " ๑๐๐ สี่เหลี่ยม

3 14m x 10m กว. ๒๕๐ ÷ ๑๐๐ กว. ๒๕๐ ได้ จำนวนแผ่นกระเบื้องที่เอาต่อใช้ .

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน ในการหาปริมาณของเนื้อมะม่วงสุก และน้ำมะนาวในการทำแยมมะม่วง 40 กิโลกรัม

1 สดจัดทำส่วนที่หนึ่งจาก 1.5 กก ไม่เป็น 40 กก.
 2 มีอีกทำส่วนที่ 2 อีกคน กับ ส่วนที่ 2/3
 3 ในทำกับอีกทำอีกได้ ทำส่วนในทำกับ คือ ทำกับ 3 (อีกทำกับ 3)
 ทำกับ 1/3 (น้ำตาลทำกับ)

ภาพที่ 8 แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงในระลอกทดลอง

จากภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการระบุแนวคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มสูงนั้น มีพื้นฐานความรู้ และมีความสามารถในการดำเนินการวางแผนการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างดี แต่แนวคิดหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุมานั้น ส่วนใหญ่เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหากว้าง ๆ ที่ขาดการระบุขั้นตอนสำคัญบางขั้นตอนไป เช่น ขาดขั้นตอนของการเปลี่ยนหน่วยให้สอดคล้องกัน เพื่อให้การแก้ปัญหานั้นสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนกลุ่มสูงจะสามารถดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้นได้จริง แต่อาจสะเพร่า ลืมขั้นตอนสำคัญบางขั้นตอนไป และไม่สามารถอธิบายเป็นแนวคิดที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูจะลองคิดหาคำตอบจริง คร่าว ๆ ก่อน แล้วค่อยมาเขียนอธิบายเป็นขั้นที่หลัง”

“มันเหมือนหาคำตอบได้ไม่ยากครับ แต่ผมไม่รู้จะเริ่มต้นอธิบายยังไงให้รู้เรื่อง”

สำหรับนักเรียนกลุ่มกลาง สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้เพียงขั้นตอนเริ่มต้นที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาบางส่วนเท่านั้น ไม่สามารถระบุแนวคิดการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนตามที่ปัญหาได้กำหนดไว้ และมีการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง และไม่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 9

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน การหาว่าพื้นที่ของถนนทั้งหมดที่จะสร้างชั้นรอบสนาม

เท่ากับที่ตารางเมตร

1) ไปเรียน 60 เป็น เมตร แล้วทำทุก สี่สามหน้า 60 เป็น สี่สามหน้า

2) ไปเรียน ทำกับ 3 กับ สี่สามหน้า

3) ไปเรียน

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน การคำนวณว่าเมืองใดที่อยู่ใกล้เมือง ก มากที่สุด และมี

ระยะทางจากเมือง ก ก็คือโลเมตร

1. ถ้าให้ความเร็วภาพ ขงตอนในทศกัศ วัแรกคือ 1 เมตรอง กำหนดค่าแปรต่าง ๆ แทนลงใน
สิ่งที่โจทย์กำหนด 2. จัดเร้นภาพ แลคว.กำหนด สิ่งต่าง ๆ ที่ โจทย์กำหนด จากสิ่งที่ได้ตัวแปร
ที่ โจทย์ให้มา แล้วลงบน เร้นภาพ. 3. เมื่อมาได้ค่า ของตัวแปรจากค่าแปรที่แก้ได้ มาแล้ว
แล้วกลับไปรับเก็บข้อว่า เส้นทางไหนใกล้ เมือง ก ที่สุด.

ภาพที่ 9 แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มกลางระยะก่อนทดลอง

จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มกลางนั้น มีความสามารถในการระบุแนวคิด หรือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบได้เพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่ที่ระบุมาเป็นเพียงขั้นตอนเริ่มต้นเท่านั้น ขาด ขั้นตอนสำคัญอื่น ๆ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ตามที่กำหนด และบางส่วนที่ได้ระบุแนวคิด หรือ ขั้นตอนการแก้ปัญหานั้น ก็ไม่นำไปสู่การแก้ปัญหาตามที่กำหนดได้ เนื่องมาจากการการระบุความรู้ คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ไม่ถูกต้อง จึงนำมาไปสู่การระบุแนวคิดที่ไม่ถูกต้องด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้อง กับการสัมภาษณ์เพิ่มเติม นักเรียนไม่สามารถมองภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมดที่กำหนด ได้ จึงทำให้สามารถระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วนที่เป็นจุดเริ่มต้นในปัญหาง่าย ๆ เท่านั้น ไม่สามารถระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เป็นส่วนที่ซับซ้อนได้ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูคิดก่อนว่ามันใช้เรื่องอะไร ต้องทำอะไรบ้าง เริ่มต้นทำอะไรได้ หนูจะเขียนไปก่อน”

สำหรับนักเรียนกลุ่มดำนั้น ส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุแนวคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้เลย โดยสิ่งที่นักเรียนมักจะระบุมา จะเป็นเพียงสูตรการคำนวณที่นักเรียนคาดว่าจะจำเป็นต้องใช้ในการ หาคำตอบ นอกจากนี้ สิ่งที่นักเรียนระบุมามากจะเป็นการดำเนินการตามปัญหาที่กำหนด และ เป็นการแสดงการคำนวณข้อมูลต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องและนำไปสู่การแก้ปัญหาที่กำหนด ดังภาพที่ 10

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน การหาว่าพื้นที่ของถนนทั้งหมดที่จะสร้างขึ้นรอบสนาม
เท่ากับกี่ตารางเมตร

สูตร	1	1×0
		25×25
		6.25 ตร.ม

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน ในการหาปริมาณของเนื้อมะม่วงสุก และน้ำมะนาวใน การทำแยมมะม่วง 40 กิโลกรัม

ส่วนผสม	1.5 กิโล	ใช้ทำพริก ๑๐๐ มิลลิกรัม	(แบ่งหน่วย)
ส่วนผสม	๔๐ กิโล	ใช้มะนาว x มิลลิกรัม	(เช่น กิโล)

ภาพที่ 10 แสดงการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มต่ำระยะก่อนทดลอง

จากภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มต่ำนั้น ไม่มีความสามารถในการระบุแนวคิด หรือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบได้ ส่วนใหญ่สิ่งที่นักเรียนกลุ่มนี้ระบุมานั้น เป็นเพียงสูตรการคำนวณ บางส่วนตามที่ปัญหากำหนดไว้ ซึ่งเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งในอีกหลายขั้นตอนสำคัญในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มต่ำ จะระบุขั้นตอนการคำนวณต่าง ๆ ซึ่งเป็นการคำนวณที่ใช้วิธีการไม่ถูกต้อง เป็นการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาจากการคาดเดา และนำข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาที่พบ มาเลือกใช้การคำนวณที่ไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มต่ำระบุว่าตนไม่สามารถอธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่กำหนดได้เลย ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“มันเหมือนไม่รู้จะเขียน จะอธิบายยังไงดี ไม่รู้จะเริ่มต้นยังไงคะ”

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม สามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ได้ถูกต้องบางส่วน ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจะขาดการอธิบายเงื่อนไข และรายละเอียดสำคัญบางประการ ที่ทำให้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ระบุมานั้น เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้อย่างครบถ้วน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีลักษณะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มสูง สามารถระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงกับปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบางส่วน นักเรียนขาดรายละเอียดเงื่อนไขบางประการที่เกี่ยวข้องกับความรู้และวิธีคิดที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหา ทำให้ตัวอย่างที่นักเรียนระบุมานั้น ไม่สัมพันธ์กับความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหอย่างครบถ้วน และระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องได้ ไม่สอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ และวิธีการแก้ปัญหา เช่น การยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาก่อนหน้าแล้วในคาบชั้นเรียนปกติ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 11

โดยตัวอย่างสถานการณ์ที่ระบุนั้นใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และวิธีการคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาที่กำหนดได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ในอีกด้านหนึ่งมีนักเรียนบางคนที่ระบุตัวอย่างปัญหาอื่นไม่ สอดคล้องกับความรู้และวิธีการที่กำหนด ดังภาพที่ 12 – 13

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุ
ไว้ในคำถามที่ 1 และ 2
ในการระดมสมองครั้งนี้ มี ขนาด 30 ซม x 60 ซม. และนักเรียนได้ทำรูป 4 รูปที่ 6 ซม x 6 ซม.
มีพื้นที่ 1000 ซม. ซม. และ ระยะห่างจากขอบกระดาษจริงเป็นสี่ มุมขนาด 10 ซม. (ให้เขียนชื่อของ
อาหารที่ทำที่โต๊ะให้เรียงหน้าโต๊ะ)

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุ
ไว้ในคำถามที่ 1 และ 2
อันทำงาน ไม่ลัด สงบและไม่มีไป ๓ จุดไว้ ไม่ขอต้น ๕ x ๓ นิ้ว
ต้นตัดกบ ๓ นิ้ว กว้าง ๕ x ๓ นิ้ว ต้นตั้งไว้ ๓ นิ้ว กว้าง ๓ นิ้ว
ทำได้ดี ๓ นิ้ว กว้าง ๓ นิ้ว

ภาพที่ 12 แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาที่เกี่ยวข้องของนักเรียนกลุ่มกลางและต่ำก่อนทดลอง

จากภาพที่ 12 จะเห็นว่า นักเรียนกลุ่มกลางและต่ำส่วนใหญ่ สามารถระบุตัวอย่างปัญหาอื่น ที่เกี่ยวข้องได้ค่อนข้างมีรายละเอียดที่ครบถ้วน มีข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบุไว้สอดคล้องกับความรู้ คณิตศาสตร์และวิธีการคิดที่ได้ระบุไว้อย่างครบถ้วน โดยนักเรียนได้วิเคราะห์ตัวอย่างปัญหาจากสิ่งที่ อยู่ใกล้ตัว และมีลักษณะคล้ายคลึงกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับการสัมภาษณ์ เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนนึกถึงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงใกล้ตัว มาเป็นส่วนหนึ่งในการเชื่อมโยงความรู้ คณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้กับตัวอย่างปัญหาอื่น ๆ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“มันนึกถึงตอนทำงานวิชาศิลปะเลยคะ เป็นงานโมเสก เหมือนมันต้องกะให้พอดี”

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุ
ไว้ในคำถามที่ 1 และ 2
สรุปว่าหน้าหนึ่ง ขนาด กว้าง 15 เมตร ยาว 20 เมตร และ
ลึก 3 เมตร วิชาภาษาว่า หน้าหนึ่ง มีขนาดเท่าไร?

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุ

ไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

ผลไม้ ก ราคา x บาท/กิโลกรัม ผลไม้ v ราคา y บาท/กิโลกรัม ผลไม้ในรถ
ถูกเท่ากัน และทั้งสองเป็น 100 จะซื้อได้กี่กิโล

ภาพที่ 13 แสดงการระบุตัวอย่างปัญหาอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้

จากภาพที่ 13 จะเห็นว่า นักเรียนจากกลุ่มกลางและต่ำ จะยกตัวอย่างปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความ
ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และเรื่องระบบสมการเชิงเส้น ซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียน
กำลังเรียนอยู่ในชั้นเรียนปกติของวิชาคณิตศาสตร์ แต่ไม่สอดคล้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ คือ
เรื่องการเปลี่ยนหน่วย และเรื่องอัตราส่วน ทำให้เห็นว่าในช่วงก่อนทดลองนั้น นักเรียนไม่สามารถ
ยกตัวอย่างปัญหาอื่นที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจาก
การสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนพิจารณาจากคำสำคัญในสถานการณ์ปัญหาที่ระบุไว้ แล้วคาด
เดาว่าสถานการณ์ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดที่กำลังเรียนอยู่ โดยไม่พิจารณา
รายละเอียดของสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูเห็นว่ามันเกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ เลยตั้งโจทย์เกี่ยวกับพื้นที่ ปริมาตรง่าย ๆ เลย”

ดังนั้น จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มเป้าหมายในช่วงก่อนการทดลองตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า นักเรียน
กลุ่มเป้าหมายมีความสามารถในแต่ละด้านค่อนข้างน้อย โดยด้านที่มีความสามารถน้อยที่สุดคือ
การอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา และ
การยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับ

ช่วงระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

1. พัฒนาการของนักเรียนในระยะที่ 1 (กิจกรรมที่ 1 – 2) โดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่าง
ทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม
2. พัฒนาการของนักเรียนในระยะที่ 2 (กิจกรรมที่ 3 – 4) โดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่าง
ทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม
3. พัฒนาการของนักเรียนในการทดสอบระหว่างทดลอง (หลังจากกิจกรรมที่ 3) โดย
วิเคราะห์เนื้อหา และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้แสดงไว้ในแบบวัด

4. พัฒนาการของนักเรียนในระยะที่ 3 (กิจกรรมที่ 5 – 6) โดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม

ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละส่วน มีรายละเอียดดังนี้

1. พัฒนาการของนักเรียนในระยะที่ 1 (กิจกรรมที่ 1 – 2)

สำหรับในระยะที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการของนักเรียนโดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบจากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีความสามารถในการเลือกและอธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้คณิตศาสตร์ที่ใกล้เคียงกัน โดยนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มกลางสามารถเลือกและอธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเพียง 1 กิจกรรม ในขณะที่นักเรียนกลุ่มต่ำไม่สามารถเลือกและอธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเลย

ในขณะที่ทำกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่จะร่วมกันวิเคราะห์ว่าความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้างที่น่าจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทที่ครูนำเสนอ โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มสามารถเลือกความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมได้ไม่แตกต่างจากการทำแบบวัดฉบับก่อนการทดลองมากนัก กล่าวคือ ในระหว่างทำกิจกรรม นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่จะเลือกหัวข้อความรู้คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน โดยมักจะระบุเพียงหัวข้อกว้าง ๆ ที่ไม่เฉพาะเจาะจง และในระหว่างทำกิจกรรมนั้น นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ มักจะไม่สามารถอธิบายเหตุผล หรือรายละเอียดของการเลือกความรู้ที่นำมาใช้ประโยชน์กับในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน แต่จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม กลับพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม สามารถอธิบายเหตุผล หรือรายละเอียดเพิ่มเติมได้พอสื่อความหมายว่าตนเองนำความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานั้นไปทำอะไร หรือความรู้ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาอย่างไร แต่การอธิบายของนักเรียนนี้มีรายละเอียดบางส่วนที่ผิดพลาด เช่น นักเรียนอธิบายการใช้สูตรหาพื้นที่ของวงกลมผิดพลาด ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ผมเห็นแผ่นถั่วเน่า ผมนึกถึงตั้งแต่เรื่องพื้นที่ของวงกลม รัศมี เส้นรอบวง
สูตรการหาพื้นที่วงกลม พื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า”

“หนูคิดว่าต้องหาพื้นที่วงกลมก่อน คือหาพื้นที่ของแผ่นถั่วเน่า
เลยเลือกเอาสูตร $2\pi r$ มาใช้หาพื้นที่ของแผ่นถั่วเน่า”

“ที่แรกผมคิดว่าแผ่นถั่วเน่าเป็นทรงกระบอกครับ ผมเห็นมันมีความหนา
ในกลุ่มเลยคิดว่าใช้สูตรหาพื้นที่และปริมาตรของทรงกระบอก”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 1 นักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปไม่แตกต่าง จากก่อนทดลองเท่าที่ควรในด้านการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ

องค์ประกอบที่ 2 คือ การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ จากการสังเกตพฤติกรรมใน ระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่สามารถ อธิบายขั้นตอนหรือวิธีการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เลือกไปดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องทั้งหมด เพียง 1 กิจกรรม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นจากการทดสอบก่อนการทดลองเล็กน้อย เช่น การระบุ ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น

ในขณะทำกิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่จะร่วมกันคิดวางแผนนำความรู้คณิตศาสตร์ ที่ได้ระบุไว้ไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย โดยในการดำเนินกิจกรรมนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่ม จะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์แตกต่างกัน จึงทำให้นักเรียนกลุ่มต่ำได้ร่วมเรียนรู้และวางแผนการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหากับเพื่อนคนอื่น ๆ ช่วย ให้สามารถระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบได้ สอดคล้องกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติมที่พบว่า นักเรียน กลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ สามารถอธิบายขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างถูกต้องชัดเจน ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“เริ่มต้นเราคุยกันเลยว่าจะพับดูทีละแบบ ก็เลยแบ่งกันพับ
แล้วแต่ละคนก็รู้ว่าโคมแบบของตัวเองพับได้ หรือไม่ได้”

“ที่แรกหนูคิด ๆ กันก่อนว่าโคมสมมาตรมันต้องพับได้
เลยลองพับแต่โคมที่เป็นเลขคู่ดู ก็เห็นกันว่าโคมเลขคู่พับได้หมดจริง ๆ”

“ตอนทำโคมกระดาษ พวกหนูคุยกันว่าจะลองพับโคมดูทีละแบบเลย
แล้วเพื่อนก็จะคอยสังเกตดูว่า มันพับได้ หรือไม่ได้ยังไง”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 1 นักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นจากการทดสอบก่อนทดลองเล็กน้อยในด้านการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ได้ค่อนข้างชัดเจน ตัวอย่างสถานการณ์ที่ยกมาค่อนข้างหลากหลาย เป็นสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนบางคนมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นจากการทดสอบก่อนการทดลองพอสมควร แต่โดยภาพรวมนั้นยังไม่มีพัฒนาการดีขึ้นเท่าที่ควร

ในขณะทำกิจกรรม นักเรียนจะได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอมีอะไรบ้าง ซึ่งนักเรียนกลุ่มส่วนใหญ่ จะสามารถแสดงความคิดเห็นได้ว่าสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงนั้นมีอะไรบ้าง ในขณะที่นักเรียนกลุ่มสูงและกลางบางคน กลับไม่สามารถบอกได้ว่ามีสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงได้ สอดคล้องกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มต่ำสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ได้ค่อนข้างแปลกใหม่และชัดเจน ในขณะที่นักเรียนบางคน ไม่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์อื่นได้เลย หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“นี่ก็ไม่ออกนะครับ”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“นี่ถึงปัญหาในหนังสือเรียนที่เกี่ยวกับแบ่งปริมาตรเท่า ๆ กัน”

“ตอนอบขนม อบคุกกี้ เค้กอะไรพวกนี้ มันต้องวางในถาด ในตู้อบให้พอดี เวลาคำนวณต้องทำเหมือนกับที่หนูทำในกิจกรรม”

“นี่ถึงตอน ป.6 ครับ ครูเคยได้พับกล่องแบบต่าง ๆ พวกที่มีแกนสมมาตรครับ (รูปคลี่)”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 1 นักเรียนเป้าหมายมีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นจากการทดสอบก่อน ทดลองเพียงเล็กน้อยในด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ

จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนใน ระยะที่ 1 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเริ่มมีพัฒนาการ เปลี่ยนแปลงจากการทดสอบก่อนทดลองเล็กน้อยในด้านการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา และการ ยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ในส่วนของ การอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ การแก้ปัญหานั้นยังไม่มีพัฒนาการที่ดีขึ้นเท่าที่ควร

2. พัฒนาการของนักเรียนในระยะที่ 2 (กิจกรรมที่ 3 – 4)

สำหรับในระยะที่ 2 ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการของนักเรียนโดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำ กิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียน กลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม เริ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในการเลือกและอธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้ คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรม ได้ถูกต้องและครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหาที่พบด้วยตนเองได้มากขึ้นกว่าในระยะที่ 1

ในขณะที่ทำกิจกรรม สังเกตได้ว่า ระยะที่ 2 นี้ นักเรียนจะเริ่มทำงานกันเป็นระบบมากขึ้น พยายามช่วยกันวิเคราะห์ว่าสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมเกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง อะไรบ้าง โดยจะช่วยกันแจจแจงข้อหัวเรื่องที่คิดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทั้งหมดก่อน แล้วจึง ร่วมกันพิจารณาต่อว่าข้อหัวข้อที่ได้แจจแจงไว้นั้น เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมจริงหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ ชัดเจนมากยิ่งขึ้นว่าความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานั้น เกี่ยวข้องอย่างไร ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“หนูคิดถึงสมการเชิงเส้นเลยคะ เพราะเห็นว่าจำนวนแก้วอ้มันเพิ่มขึ้นทีละ 2 เท้า ๆ กันตลอด”

“ตอนแรกลองไล่เทียบดูว่าจำนวนร้านค้า กับความยาวถนนมันเป็นยังไง หนูเลยเห็นว่ามันสัมพันธ์กันเป็นอัตราส่วนเดียวกันไปเรื่อย ๆ ”

“น่าจะเรื่องหา pattern (แบบรูปและความสัมพันธ์) ค่ะ เพราะเหมือนตอน ม.1 เคยทำที่จะมีเลขเรียง ๆ กันมา แล้วถามว่าเลขต่อไปคืออะไร”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 2 นักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นจากระยะที่ 1 พอสมควรในด้านการระบุมารู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ

องค์ประกอบที่ 2 คือ การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายสามารถอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เลือกไปดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจนในแต่ละกิจกรรมมากขึ้น มีพัฒนาการขึ้นจากระยะที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด โดยในระหว่างทำกิจกรรม นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ เริ่มมีบทบาทหน้าที่และมีส่วนร่วมในการทำงานของกลุ่มมากขึ้น นักเรียนกลุ่มสูง ยังคงเป็นหลักในการนำเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเหมือนปกติ แต่ในขณะที่นักเรียนกลุ่มกลางและต่ำนั้น จะเริ่มมีบทบาทในการโต้แย้ง ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างทำกิจกรรม ซึ่งในกระบวนการคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาที่วางแผนไว้เริ่มมีขั้นตอนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น มีการแบ่งขั้นตอนต่าง ๆ เป็นกรณีต่าง ๆ ให้เพื่อนสมาชิกแต่ละคนช่วยกันคิด สอดคล้องกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติมที่พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ สามารถระบุขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีรายละเอียดที่ชัดเจน ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“เริ่มต้นเราตกลงกันก่อนเลยครีว่าจะเอาร้านขนาดเท่าไร ถนนกว้างยาวเท่าไร จากนั้นค่อยเริ่มคำนวณจำนวนร้าน แล้วก็ค่อยสังเกตสร้างเป็นสมการครี”

“ที่แรกหนูคุยกับเพื่อนก่อนว่าจะเอา 20 ร้าน เว้นระยะ 50 เซนนะ
แล้วค่อยใช้อัตราส่วนเทียบเอาเลยว่าจะต้องใช้ถนนยาวเท่าไร”

“หนูคิดกันว่าจะหาจำนวนโต๊ะหินอ่อน กับเก้าอี้แบบปกติก่อน แล้วค่อยลองเอามาต่อกันดู
เรื่อย ๆ สุดท้ายเราจะเอาทั้งหมดตั้งไว้ ลบกับเก้าอี้ที่ใช้ ก็จะได้เก้าอี้ที่เหลือเลย”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 2 นักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการความสามารถในด้านกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบดีขึ้นยิ่งอย่างเห็นได้ชัดจากระยะที่ 1

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ได้ชัดเจน เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นจากระยะที่ 1 ชัดเจน

ในขณะทำกิจกรรม นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เริ่มออกความเห็น เริ่มยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมกันเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในระยะนี้ จะเป็นนักเรียนกลุ่มสูงที่เริ่มสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ได้ดีขึ้น ในขณะที่นักเรียนกลุ่มกลางและต่ำ ยังสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาได้เช่นเดียวกัน ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมนั้น พบว่านักเรียนกลุ่มสูงจะพยายามคิดหาสถานการณ์ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องมานำเสนอ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ผมนึกถึงการต่อโดมิโน เวลาเราต่อไปเรื่อย ๆ เราจะพบว่า การต่อแต่ละครั้งจะมีจำนวนช่องให้ต่อสัมพันธ์กับจำนวนตัวโดมิโนที่ต่อลงไป คล้ายกับกิจกรรมโต๊ะหินอ่อนเลย”

“ตอนแบ่งร้านค้าบนถนนคนเดิน มันคล้ายกับเวลาเราจะหาว่าตอนสร้างผนังบ้านจะสามารถทำหน้าต่างขนาดเท่า ๆ กันได้ทั้งหมดที่บ้าน”

“น่าจะช่องที่จอดรถเครื่องค๊ะ (รถมอเตอร์ไซค์) เราจะต้องรู้ก่อนว่ารถจอดหนึ่งช่องต้องกว้างเท่าไร แล้วที่จอดรถจะยาวเท่าไร ทำให้หาจำนวนช่องที่จอดรถได้เหมือนในถนนคนเดิน”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 2 นักเรียนเป้าหมายสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบได้ดีขึ้นจากระยะที่ 1 พอสมควร สามารถอธิบายลักษณะความเกี่ยวข้องระหว่างตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ กับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมที่ค่อนข้างชัดเจน

จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะที่ 2 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เริ่มมีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงจากระยะที่ 1 พอสมควร โดยด้านที่การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา และการยกตัวอย่าง

สถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จะสังเกตเห็นพัฒนาการของนักเรียนดีขึ้นอย่างชัดเจนมาก และในส่วนของ การอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่มีพัฒนาการดีขึ้นจากเดิมตามลำดับ

3. พัฒนาการของนักเรียนในการทดสอบระหว่างทดลอง (หลังจากกิจกรรมที่ 3)

สำหรับในการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ระหว่างการทดลองนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังจากกิจกรรมที่ 3 โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบวัดฉบับระหว่างการทดลอง และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่มสามารถระบุและอธิบายรายละเอียดของความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง และระยะที่ 1 – 2 โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีลักษณะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และมีพัฒนาการของความสามารถในองค์ประกอบที่ 1 ดังต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มสูง สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายรายละเอียดการนำความรู้คณิตศาสตร์นั้นไปใช้ในการตอบคำถามได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง ดังตัวอย่างภาพที่ 14

คำถามที่ 1 : การคำนวณว่าชาวสวนคนนี้ ต้องเตรียมหญ้าเทียมอย่างน้อยกี่แผ่น จึงสามารถปูบนสนามหญ้าได้
 ทั้งหมด นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร
 - การหาพื้นที่ : หาพื้นที่ของสนามแล้วหารด้วยหญ้าเทียม (กว้าง x ยาว)
 - การแปลงหน่วย : ตารางเมตร
 - การแปลงหน่วย : แปลง $\text{cm}^2 \rightarrow \text{m}^2$

CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามที่ 1 : จากข้อมูลในตาราง การหาว่ารายการแข่งขันวิ่งรายการใดที่นักวิ่งคนนี้เข้าร่วมแล้วมีระยะทางในการวิ่งน้อยที่สุด นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร
 ใช้ความรู้ด้าน : เวลา ยึด เวลา จากจุด เริ่ม ไปจบ เริ่ม ๓๐ นาที ๒๙ นาที ๒๙ นาที
 ผล : นำเวลาที่ ได้มาลบกับเวลาที่วิ่ง กี่ กม. ได้รู้ รายการวิ่งที่ได้วิ่ง ระยะทางวิ่ง
 ที่น้อยที่สุด เพราะ นักวิ่งคนนี้วิ่งด้วยเวลาที่สั้นที่สุด

ภาพที่ 14 แสดงการระบุและอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มสูง

จากภาพที่ 14 จะเห็นว่า นักเรียนกลุ่มสูง เริ่มมีพัฒนาการในการระบุและอธิบายความรู้ คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น โดยสามารถอธิบายรายละเอียดของการนำ ความรู้นั้นไปใช้ในการดำเนินการอะไรบางอย่าง และอธิบายถึงเหตุผลของการเลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่องต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ในส่วน of นักเรียนกลุ่มกลาง สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและนำไปสู่การแก้ สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นจากช่วงก่อนทดลอง แต่รายละเอียดของการนำความรู้นั้นมาใช้ นักเรียนกลุ่มกลางสามารถอธิบายรายละเอียดกว้าง ๆ ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ดังตัวอย่างภาพที่ 15

คำถามที่ 1 : การคำนวณว่าชาวสวนคนนี้ ต้องเตรียมหญ้าเทียมอย่างน้อยกี่แผ่น จึงสามารถปูบนสนามหญ้าได้
ทั่วทั้งหมด นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

ใช้สูตรการแปลงหน่วย และ การหารพื้นที่

คำถามที่ 1 : การคำนวณว่าในการทำน้ายาล้างจาน 12 กิโลกรัม จะใช้หัวแชมพู ผงซักล้างกี่กิโลกรัม และ
ใช้น้ำสะอาดกี่ลิตร นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

- การเปลี่ยนหน่วย } - การเปลี่ยนหน่วย - การบวก ลบ คูณ หาร - เส้นจำนวน
- วิชาอื่น ๆ } นำมาใช้ในการหาส่วนผสมของน้ายาล้างจาน
- เส้นจำนวน

ภาพที่ 15 แสดงการระบุและอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มกลาง

จากภาพที่ 15 จะเห็นว่า นักเรียนกลุ่มกลาง เริ่มมีพัฒนาการในด้านการระบุและอธิบาย ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ดีขึ้นเล็กน้อย โดยสิ่งที่มีพัฒนาการดีขึ้นคือ การอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้นั้นไปใช้ในการดำเนินการทำอะไรบางอย่างได้พอสมควร

สำหรับนักเรียนกลุ่มต่ำ พบว่ามีนักเรียนบางคนที่มีพัฒนาการที่ค่อนข้างดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง และสามารถ อธิบายรายละเอียดของการนำความรู้นั้นมาใช้ค่อนข้างชัดเจน ในอีกด้านหนึ่ง พบว่า นักเรียนบางคน ไม่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น สามารถตอบได้เพียงชื่อเรื่อง แต่ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมได้ ดังตัวอย่างภาพที่ 16

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน การคำนวณว่ารายการแข่งขันวิ่งรายการใดที่นักวิ่งคนนี้
 เข้าร่วมแล้วมีระยะทางในการวิ่งน้อยที่สุด
เอาเวลา ที่เข้าเส้นชัย สมกับ เวลาวิ่งเริ่มต้น แล้วดูว่ารายการไหนเวลาห่างในช่องที่สุด รายการ
นั้นคือ ซึ่งกิจ ได้รวมแล้วสรุประยะทางวิ่งด้วย

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด หรือขั้นตอน การคำนวณว่าชาวสวนคนนี้ ต้องเตรียมหญ้าเทียม
 อย่างน้อยกี่แผ่น จึงสามารถปูลงบนสนามหญ้าได้ทั่วทั้งหมด

① $\text{พื้นที่ของแผ่นหญ้าที่รวมก่อน} = 50 \times 50 \times 5 = 12,500 \text{ cm}$
 $\text{เปลี่ยนหน่วยไปเป็นฟุตกับสนาม} = 125 \text{ m.}$

② $\text{น.พ.ท.ของสนาม} = 15 \times 3,000 = 45,000 \text{ ตร.ม.}$

③ $\text{นำ น.พ.ท.ของสนามผล: พื้นหญ้าที่รวมมาหารกัน} = 3,800 \text{ แผ่น}$

ภาพที่ 19 แสดงการอธิบายแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่พบของนักเรียนกลุ่มต่ำ

จากภาพที่ 17 - 19 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มสูง กลาง และต่ำ สามารถอธิบาย
 รายละเอียดของแนวคิด และวิธีการแต่ละขั้นตอนอย่างถูกต้องและละเอียดมากยิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่า
 นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการในด้านการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบค่อนข้างชัดเจน ซึ่งการอธิบาย
 ขั้นตอนของนักเรียนกลุ่มต่ำในที่นี้ อาจยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างบางประการ เช่น การหาพื้นที่ของแผ่น
 หญ้าโดยนำความกว้าง ความยาว และความหนามาคำนวณ สำหรับสิ่งที่มีพัฒนาการดีขึ้นใน
 องค์กรประกอบนี้ คือ รายละเอียดสำคัญของขั้นตอนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

องค์กรประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ พบว่า
 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่มสามารถยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ
 ความรู้คณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง และค่อนข้างมีรายละเอียดที่ชัดเจน สื่อความหมาย
 มากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับช่วงก่อนการทดลองและระยะที่ 1 - 2 ดังตัวอย่างภาพที่ 20 - 22

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุ

ไว้ในคำถามที่ 1 และ 2
ยกตัวอย่างเช่นสูตรรวมอนุภาค ให้ระบอบไปตั้ง จำนวน 3 ส่วน มีผล 1 ส่วน มีข้อ 1/2 ส่วน
แต่ ธรรมชาติไม่เปลี่ยน จึงทำให้ 10 ลูกๆ ทุก ส่วนประกอบ ก็จะไม่เปลี่ยน (10 เท่า)

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

ข้อนี้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 กำลังทำกระดาษกรองไว้ละแล้วใช้ โดยเนื้อเยื่อ 1 แผ่น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 cm. ตัดกระดาษกรองตามแนววงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางที่เส้นความกว้าง 2 m. แล้ว 4 m. ออกจากขอบกระดาษด้วยวิธีใดก็ได้ที่สะดวก

ภาพที่ 20 แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มสูง

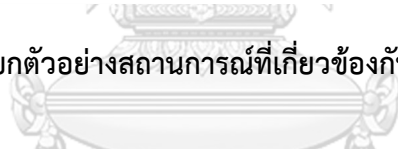
คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

ในการชงกาแฟแต่ละแก้ว ใช้กาแฟ ๖ ออนซ์ น้ำตาล ๓ ช้อนโต๊ะ ใช้ตัวชั่งชั่ง 4 ช้อนโต๊ะ ใช้น้ำ ๒๐๐ มิลลิลิตร ถ้าเพิ่มตัวชั่งกาแฟ ๓ แล้วใช้ตัวชั่งแก้วที่มีขนาด 5 ออนซ์ จะห่อสำหรับชงกาแฟ 3 แก้วได้อย่างไร



คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

คนตา มีที่คนไว้สำหรับสร้างสะพานไว้ให้ชุมชนคนตา มีพื้นที่ 5 ไร่ มีระยะห่างจากขอบสระในแต่ละด้าน ประมาณ 4 เมตร สอดคล้องกับพื้นที่ใช้ปลูกข้าวสาลี มีประมาณ ๓ ตารางเมตร



ภาพที่ 21 แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์กลุ่มกลาง

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

พลอยปุด ตีองกรสร้างศาลาที่นั่งให้กับประชาชนเพื่อมาร่วมกันนั่งงาด ชื่อศาลาอวดกรม โดยต้องการกระเบื้องที่ขนาด ๒5 x ๒5 x 5 มาปูบนพื้นศาลาที่มีขนาดกว้าง ๒๐ m. กว้างความยาว ๕.๕๐๐ m. ตีองกรคาดว่า พล.อ. ปช. ที่เคยใช้กระเบื้องที่แผ่นนี้จะสามารถนำมาปูพื้นศาลาได้

คำถามที่ 3 : ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 1 และ 2

กรทำขนมสามเกลอทำได้อัตได้ เช่น กรทำเกลอ ๕๐๐ กรัม ใช้ส่วนผสมดังนี้
ส่วนผสมรวม 1 น้ ๑๐๐ กรัม เกลอ ๐.๒ ออนซ์ เกลอ 1 ช้อนโต๊ะ ๑๐ 1 ๖๐๐
ใช้ส่วนผสม น้ น้ เกลอ ที่ใช้ส่วนผสม ใช้ส่วนผสม ๕๐๐ กรัม

ภาพที่ 22 แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มต่ำ

จากภาพที่ 20 – 22 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มสูง กลาง และต่ำ สามารถตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ได้ถูกต้อง และอธิบายรายละเอียดของข้อมูลในสถานการณ์เพิ่มมากขึ้น ทำให้สถานการณ์ที่ยกตัวอย่างมามีเงื่อนไขสำคัญบางประการที่ช่วยสนับสนุนว่าสถานการณ์นี้เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใด ซึ่งพัฒนาการของนักเรียนในองค์ประกอบนี้มีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง และช่วงระยะที่ 1 และ 2 โดยสิ่งที่มีพัฒนาการดีขึ้นในองค์ประกอบนี้ คือ ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ยกตัวอย่างกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุ มีความถูกต้องและสอดคล้องกันมากยิ่งขึ้น รายละเอียดของสถานการณ์ปัญหาชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมนั้น พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ จะนำตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เคยพบเห็นใกล้ ๆ ตัว เช่น สถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมที่จัดขึ้น สถานการณ์ปัญหาในห้องเรียนคณิตศาสตร์ปกติ รวมถึงสถานการณ์ปัญหาในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนฉบับก่อนการทดลอง

4. พัฒนาการของนักเรียนในระยะที่ 3 (กิจกรรมที่ 5 – 6)

สำหรับในระยะที่ 3 ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการของนักเรียนโดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบจากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางส่วนใหญ่ สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้สถานการณ์ปัญหาในแต่ละกิจกรรมได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้คณิตศาสตร์นั้นได้อย่างชัดเจน มีพัฒนาการแตกต่างจากระยะที่ 2 ไม่มากนัก สิ่งที่มีพัฒนาการดีขึ้นจากช่วงระหว่างการทดลอง และระยะที่ 2 คือ การอธิบายรายละเอียด ที่มาของเหตุผลในการเลือกระบุว่าความรู้คณิตศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาอย่างไร แต่ในส่วนของนักเรียนกลุ่มต่ำ สามารถระบุและอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และชัดเจนมากยิ่งขึ้น มีพัฒนาการที่แตกต่างจากช่วงก่อนทดลอง และระหว่างทดลองค่อนข้างมาก เช่น การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผล รายละเอียดของความรู้คณิตศาสตร์ได้พอสื่อความหมายชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ในขณะที่ทำกิจกรรม สังเกตได้ว่า ระยะที่ 3 นี้ นักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มกลาง ได้ให้ความร่วมมือกับกิจกรรมเป็นอย่างดี ยังคงใช้การวิเคราะห์บริบทร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มโดยวิเคราะห์และแจกแจงเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ไม่แตกต่างจากระยะที่ 2 มากนัก แต่ในขณะที่นักเรียนกลุ่มต่ำ มีส่วนร่วมในการทำงานกับเพื่อนในกลุ่มมากยิ่งขึ้น โดยสิ่งนี้นักเรียนกลุ่มต่ำ มักจะใช้ในการวิเคราะห์ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา คือการพิจารณาว่า

สถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมที่ครูนำเสนอ นั้น เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหา หรือกิจกรรมอื่นที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วอย่างไร มีส่วนเหมือนส่วนต่างกันอย่างไร แล้วจึงนำส่วนที่สถานการณ์ปัญหานั้นเหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกัน มาช่วยในการระบุมุมมองความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม สามารถอธิบายเหตุผล หรือข้อสังเกตที่พบจากการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ใช้เทียบอัตราส่วนเลยคะ เพราะเห็นว่า
มีเทียบกันระหว่างของจริง กับค่าที่เราสมมติขึ้น”

“พวกหนูจะหาพื้นที่ฐานของตู้เก็บขวดก่อน แล้วค่อยคูณความสูง
เราเลยต้องใช้พวกสูตรหาพื้นที่ สูตรหาปริมาตรคะ”

“เลขยกกำลังครับ จำได้ตอนเรียน เป็นโจทย์ปัญหาขนาดของดวงอาทิตย์
ขนาดของเข็มนาฬิกา พวกที่มันเล็กๆ ครับ ใช้เลขยกกำลัง”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 3 นักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการในด้านการระบุมุมมองคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากระยะที่ 1 และ 2 อย่างเห็นได้ชัด

องค์ประกอบที่ 2 คือ การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม สามารถอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เลือกไปดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาบางกิจกรรมได้ แต่ก็พบว่า มีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากระยะที่ 1 และ 2 พอสมควร อาจมีอุปสรรคในการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมบางขั้นตอน

ในระหว่างทำกิจกรรม สังเกตได้ว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม ส่วนใหญ่จะร่วมกันวางแผนขั้นตอนการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาไปที่ละขั้นตอน โดยใช้เวลาค่อนข้างมากในการร่วมกันวางแผนและทดลองดำเนินการตามแผนที่วางไว้ อาจเพราะกิจกรรมในระยะที่ 3 มีความซับซ้อนมากกว่าในช่วงระยะที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีคำถามเกิดขึ้นในระหว่างทำกิจกรรม

มากขึ้นกว่าปกติ ซึ่งคำถามส่วนใหญ่ที่พบในระหว่างทำกิจกรรมนั้น จะเป็นคำถามเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตรต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม ยอมรับว่าไม่สามารถจดจำทฤษฎีบท กฎ สูตรต่าง ๆ บางส่วนที่สำคัญในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ แต่หลังจากที่ได้มีการตั้งคำถาม และสืบค้นความรู้เพื่อทบทวน แล้วนั้น ก็ช่วยให้สามารถดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาต่อไปได้

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 3 นักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการในด้านการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบดีขึ้นจากระยะที่ 1 และ 2 พอสมควร มีติดปัญหาเกี่ยวกับการจดจำทฤษฎีบท กฎ สูตร บางอย่างที่สำคัญต่อการแก้สถานการณ์ปัญหา

องค์ประกอบที่ 3 คือ การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ มักจะใช้การเชื่อมโยงสถานการณ์อื่น ๆ โจทย์ปัญหาอื่น ๆ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่เคยได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ มาเป็นตัวช่วยในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบ โดยจะวิเคราะห์ว่า สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบนั้น มีสถานการณ์อื่น ๆ ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วหรือไม่ สถานการณ์อื่น ๆ ที่เรียนรู้มาแล้วนั้น มีแนวคิด มีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร แล้วจะนำความรู้ หรือขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันมาปรับใช้ได้หรือไม่อย่างไร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้ระบุ สถานการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์ปัญหาที่พบ และมีความเกี่ยวข้องกับความรู้อื่น ๆ เรื่องเดียวกัน จากการสังเกตจึงพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นจากระยะที่ 1 และ 2 ค่อนข้างชัดเจน

ในขณะทำกิจกรรม นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ อาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาที่พบ เป็นเครื่องมือหนึ่งในการช่วยแก้สถานการณ์ปัญหาดังที่กล่าวในข้างต้น ซึ่งในระยะนี้ จะเป็นนักเรียนกลุ่มกลางและต่ำที่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ได้ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมนั้น พบว่า นักเรียนกลุ่มกลางและต่ำสามารถยกตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ โดยใช้หลักคิดจากกิจกรรมที่เคยได้ทำผ่านมา และการยกตัวอย่างจากโจทย์ ปัญหาในแบบเรียนที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์คาบเรียนปกติ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ตอนกิจกรรมตู้เก็บขวดน้ำ ผมนึกถึงตอนหาความสูงของเสาธงครับ
เราใช้อัตราส่วนเทียบ เทียบหาความสูงของเสาธงกับความสูงของคน
เหมือนเทียบระหว่างขนาดของตู้จริง กับตู้จำลองครับ”

“ตอนเปลี่ยนหน่วยขนาดของฝุ่น หนูนึกถึงตอน ที่เราต้องแปลงพวกค่าเงิน ร้อยล้าน พันล้าน
แสนล้าน ให้เป็นเลขยกกำลัง ใช้พวกลิมิตยกกำลังต่าง ๆ เหมือนกัน”

“หนูคิดถึงตอนเรียนวิชาพละ พวกหนูต้องเรียนวอลเลย์บอล
ครูเขาก็จะมีกรงไว้เก็บลูกวอลเลย์บอล หนูเคยสงสัยว่ากรงมันเก็บได้กี่ลูก
หนูว่ามันน่าจะหาได้เหมือนกัน แค่เปลี่ยนเป็นลูกกลม ๆ ”

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม
สามารถสรุปได้ว่า ในระยะที่ 3 นักเรียนเป้าหมายสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ
ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบได้อย่างถูกต้อง และชัดเจนมากขึ้นจากระยะที่ 1 และ 2 อย่างเห็นได้ชัด
และ สามารถอธิบายรายละเอียดลักษณะความเกี่ยวข้องของระหว่างสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ
กับสถานการณ์ปัญหาที่พบได้ค่อนข้างชัดเจน

จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนใน
ระยะที่ 3 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีพัฒนาการเปลี่ยนแปลง
จากระยะที่ 1 และ 2 ค่อนข้างชัดเจน โดยด้านที่พัฒนาขึ้นอย่างมากคือ การยกตัวอย่างสถานการณ์
อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่พบ และในส่วน
ด้านการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหานั้น มีพัฒนาการดีขึ้นจากระยะที่ 1 และ 2 พอสมควร

ช่วงหลังการทดลอง

สำหรับช่วงหลังทดลอง ผู้วิจัยศึกษาจากการวิเคราะห์เนื้อหา จากแนวคิดที่นักเรียนแสดงไว้
แต่ละองค์ประกอบของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในแบบวัดฉบับหลังทดลอง และการสัมภาษณ์
เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนได้แสดงไว้ในแบบวัด โดยผลการวิเคราะห์ พบว่า

องค์ประกอบที่ 1 คือ การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหานั้น พบว่า
นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่มสามารถระบุและอธิบายรายละเอียดของความรู้คณิตศาสตร์ที่
เกี่ยวข้อง และนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับ
ช่วงก่อนการทดลองและระหว่างทดลอง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีลักษณะการเชื่อมโยงความรู้
คณิตศาสตร์ และมีพัฒนาการของความสามารถในองค์ประกอบที่ 1 ดังต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มสูง สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายรายละเอียดการนำความรู้คณิตศาสตร์นั้นไปใช้ในการตอบคำถามได้ละเอียด และชัดเจนมากขึ้น เมื่อเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลอง ดังตัวอย่างภาพที่ 23

คำถามที่ 1 : การคำนวณว่าผู้จัดงานแสดงดนตรีคนนี้ ต้องใช้แผ่นไม้อัดในการวางพื้นเวทีอย่างน้อยกี่แผ่น นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

- 1- ใช้ความรู้ด้าน การหาพื้นที่ สามเหลี่ยมที่ 2 เติม 2- ใช้ความรู้ด้าน การแปลง หน่วย พื้นที่ ๗๗-๖๖
- 3- จากนั้น ใช้ ความรู้เกี่ยวกับเรื่อง การหา โดยดู พื้นที่เวทีที่ได้ ทาง กับไม้อัดที่ใช้ จำนวนไม้อัดที่ ต่อวงรี
- 4- ทางหาออก จาก แล้ว คิดหา ปริมาตร ใน ใช้ ความรู้ เรื่อง การ ประเมินค่า / การ บัญญัติ (เปิดหา จาก สมการ แยก เศษ)

คำถามที่ 1 : การหาว่าบ้านของใคร (ณเดช และผองเพื่อน) อยู่ห่างสนามบินเชียงใหม่มากที่สุด และห่างกัน กี่กิโลเมตร นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

- ใช้หลักเส้นขนาน → ใช้ใน การ หา ระยะ ระหว่าง จุด บน เส้นขนาน ไป สู่ เส้นตั้งฉาก เปรียบ เปรียบ ของ เส้นขนาน
- การลด → การ หา ระยะ เวลา ที่ เติมน้ำ คน ไม่ ได้ เติมน้ำ
- Double Number line → ใช้ หา ค่า ของ ของ สี่ หลัก ๑๖
- การแปลงหน่วย → จาก ซม. → มม.

ภาพที่ 23 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูงในระยะหลังทดลอง

จากภาพที่ 23 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มสูงในช่วงหลังการทดลอง สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบได้อย่างถูกต้อง และสามารถอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้นั้นไปใช้ได้อย่างชัดเจน สามารถระบุชื่อเรื่อง หรือเทคนิคการดำเนินการที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียนปกติได้อย่างชัดเจน ซึ่งหากวิเคราะห์พัฒนาการในองค์ประกอบนี้ จะพบว่า ช่วงหลังการทดลองมีพัฒนาการดีขึ้นจากช่วงระหว่างการทดลองเล็กน้อยเฉพาะในส่วนของการอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้มาใช้ที่มีความครบถ้วน และชัดเจนมากยิ่งขึ้น ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง จะเห็นว่าช่วงหลังการทดลองนี้ มีพัฒนาการดีขึ้นจากช่วงก่อนการทดลองค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในส่วนของการถูกต้องและชัดเจนในการระบุความรู้ และอธิบายรายละเอียด

นอกจากนี้ พัฒนาการที่พบในช่วงหลังการทดลองยังสอดคล้องกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่า นักเรียนสามารถสังเกตเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ปัญหากับความรู้คณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาได้ดียิ่งขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“ก่อนจะทำหนูก็จะคิดก่อนว่า ต้องทำอะไรบ้าง ค่อย ๆ List (แจกแจง)
ว่ามันน่าจะใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้าง อย่างข้อนี้ก็ต้องใช้อัตราส่วนแน่ ๆ
แล้วก็ค่อย ๆ ลองทำดูเรื่อย ๆ จนได้คำตอบ”

สำหรับนักเรียนกลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำนั้น มีความสามารถในการระบุและอธิบายความรู้
คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบได้ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ สามารถระบุ
ความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้ไปใช้ได้พอสื่อ
ความหมายได้ชัดเจน ดังภาพที่ 24 และ 25

คำถามที่ 1 : การคำนวณว่าผู้จัดงานแสดงดนตรีคนนี้ ต้องใช้แผ่นไม้อัดในการวางพื้นเวทีอย่างน้อยกี่แผ่น
นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

- การเปลี่ยนหน่วย → เปลี่ยนจาก ซม. - ม. นิด ๓ - ซม

- การหาพื้นที่ → คำนวณหาพื้นที่วงกลมที่ ถัดมาไป

ภาพที่ 24 แสดงการระบุความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มกลางในระยะหลังทดลอง

จากภาพที่ 24 จะเห็นว่านักเรียนกลุ่มกลาง สามารถระบุและอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ได้
อย่างถูกต้อง และมีรายละเอียดเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบชัดเจนมากยิ่งขึ้น
มีพัฒนาการดีขึ้นค่อนข้างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการทดลองที่นักเรียนระบุความรู้
คณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง มีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากช่วงระหว่างการทดลองเล็กน้อยในส่วนของ
อธิบายรายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ พัฒนาการดังกล่าวยังสอดคล้องกับการสัมภาษณ์
เพิ่มเติมที่พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ และตีความสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ
ว่าจะสัมพันธ์กับความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“การหาพื้นที่จากสูตรสี่เหลี่ยมคี่ หนูอ่านจากที่โจทย์ถาม ถ้าหากถามเรื่องพื้นที่
แน่นอนก็ต้องใช้พื้นที่ แล้วอะไรที่เกี่ยวกับการหาพื้นที่บ้าง เราก็คิดออกมา
แบบว่าการเปลี่ยนหน่วย สูตรการคำนวณ อะไรพวกนี้ค่ะ”

คำถามที่ 1 : การคำนวณว่าผู้จัดงานแสดงดนตรีคนนี้ ต้องใช้แผ่นไม้อัดในการวางพื้นเวทีอย่างน้อยกี่แผ่น นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

อัตราส่วน ปริมาณพื้นที่เวที เวลาที่ใช้ เทพ.ท. ของ
 1:2 120 10 10
 หน่วยวัด แปลงหน่วย ซม. 9 ซม. 1 ซม. ๘.

คำถามที่ 1 : การหาว่าบ้านของใคร (ณเดช และผองเพื่อน) อยู่ห่างสนามบินเชียงใหม่มากที่สุด และห่างกันกี่กิโลเมตร นักเรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และนำความรู้นั้นมาใช้อย่างไร

* - สูตร (ระยะทาง) = อัตราเร็ว × เวลา
 - 100 กม. ๓๓.๓๓
 - 100 กม.

ภาพที่ 25 แสดงการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มต่ำในระยะหลังทดลอง

ในทำนองเดียวกัน จากภาพที่ 25 จะเห็นว่านักเรียนกลุ่มต่ำ สามารถระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น ครบถ้วนมากขึ้น และสามารถอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้คณิตศาสตร์นั้นได้มากขึ้น ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งหากวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียนกลุ่มต่ำนี้ จะพบว่า มีพัฒนาการที่ค่อนข้างดีขึ้นจากช่วงก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลอง โดยเริ่มต้นพัฒนาการจากการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง ไม่เกี่ยวข้องและนำไปสู่การแก้ปัญหาที่พบ ไม่สามารถอธิบายเหตุผลหรือรายละเอียดของการนำความรู้นั้นไปใช้ได้เท่าที่ควร พัฒนามาสู่การระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้องบางส่วนมากขึ้น แต่อาจไม่ครบถ้วนที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบได้ และสามารถอธิบายรายละเอียดของการนำความรู้นั้นไปใช้ได้พอสมควร ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น มีการระบุสูตรการคำนวณต่าง ๆ ประกอบการอธิบายรายละเอียดของความรู้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ข้อมูลที่พบเพิ่มเติมการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนอาศัยการสังเกตจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบว่าจะมีความสัมพันธ์กับความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง เช่นเดียวกับนักเรียนกลุ่มกลาง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ผมเห็นว่าเดี๋ยวต้องเทียบเวลากับอัตราเร็ว แล้วก็ต้องหาระยะทางพวกเทียบ ๆ กันผมนี่ก็ออกว่าเป็นอัตราส่วนได้อยู่ครับ”

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดบริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดย

2.1. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2.2. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง

2.3. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อน และหลังการทดลอง

2.4. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในโรงเรียนในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คนที่มีลักษณะคะแนนความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มีทั้งหมด 5 ชนิด ซึ่งรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีจุดเน้นคือการใช้สถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทชีวิตจริง และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาเป็นสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ประกอบการคิด และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด 6 กิจกรรมซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการทดลองใช้กับนักเรียนในบริบทจริง

2. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ฉบับ ใช้สำหรับการวัดก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองตามองค์ประกอบของ NCTM. (2000) โดยเนื้อหาที่ใช้ในแบบวัดแต่ละฉบับเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และเป็นเนื้อหาที่สอดแทรกอยู่ในช่วงระหว่างการทำกิจกรรม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ได้ในชีวิตจริงอย่างชัดเจน และแบบวัดทุกฉบับได้รับการตรวจสอบคุณภาพแล้ว พบว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ทุกฉบับ โดยมีรายละเอียดดังตาราง 12

3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นข้อความด้านบวกและด้านลบ อย่างละ 15 ข้อ โดยใช้ในการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงก่อน และหลังการทดลอง มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับ 0.92 และค่าอำนาจจำแนก 0.23 – 0.73

4. แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแนวคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้รายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM (2000) ซึ่งผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนทุกคนในกลุ่มตามที่ได้คัดเลือกไว้ในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการทำกิจกรรม

5. แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการที่ประกอบด้วยพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM (2000) ของนักเรียนที่แสดงออกในระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในภาพรวมตามกลุ่มที่ได้คัดเลือกไว้ ทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรม

ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ คือ 1. สร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 2. ทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยทั้งหมดกับนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนรู้ใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัยทั้งหมดให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น 3. ดำเนินการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์มาเรียงลำดับ เพื่อกำหนดนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมาทำการสัมภาษณ์ และสังเกตพัฒนาการในระหว่างการทำกิจกรรม 4. ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น กับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างในงานวิจัย โดยใช้เวลาจัดกิจกรรมและจัดการทดสอบ รวมทั้งสิ้น 9 ครั้ง ซึ่งจะมีการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ระหว่างการทำทดลองในครั้งที่ 5 โดยใช้แบบวัดฉบับระหว่างการทำทดลอง และศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดกิจกรรม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยง

ความรู้คณิตศาสตร์ 5. เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์หลังการทดลอง 6. ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด มาทำการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล โดยทำการวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพควบคู่กัน เพื่อตอบวัตถุประสงค์ในการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัยได้เป็น 3 ประเด็นได้แก่ ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการออกแบบและพัฒนาขึ้นจากแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานที่เน้นการนำสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตรอบตัวนักเรียนอย่างใกล้ชิด ซึ่งบริบทที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมนั้น เป็นสถานการณ์ปัญหาในบริบทจริง มีความไม่ชัดเจน คลุมเครือ จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการแก้สถานการณ์ปัญหาตามแนวคิดการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีกระบวนการเริ่มต้นจากการแปลงสถานการณ์ปัญหาในบริบทจริงมาสู่คณิตศาสตร์ แล้วใช้ความรู้ แบบจำลองและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา และหาคำตอบ ของสถานการณ์ปัญหา แล้วจึงแปลงคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้นั้นกลับไปสู่บริบทจริง

สำหรับจุดประสงค์หลักของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ คือ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านการจัดกิจกรรม 3 ขั้นตอนหลักที่สอดคล้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 6 ขั้นตอนที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมในห้องเรียนดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมนักเรียน จากนั้นจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในบริบท พร้อมกับตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด วิเคราะห์และอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาตามกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขั้นที่ 1 – 3

ขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้คิด และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาโดยนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากขั้นการวิเคราะห์บริบทมาใช้ประกอบในการคิดและดำเนินการกิจกรรม โดยครูทำหน้าที่สนับสนุนความคิด

ให้คำปรึกษา และจัดกิจกรรมเสริมสอดแทรกให้นักเรียนได้ทดลองสร้างแบบจำลองอย่างง่ายเชื่อมโยงไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และต่อยอดนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาให้ได้ตามกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขั้นที่ 4 – 6

ขั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและสะท้อนความคิดที่ได้เรียนรู้หลังจากการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์และความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ

2. ผลการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

2.1. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3. พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น

3. ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.1. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองดีขึ้นกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาและศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดบริบทเป็นฐานร่วมกับสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประเด็นในการอภิปราย 2 ประเด็น คือ การอภิปรายผลจากชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และการอภิปรายผลจากการศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การอภิปรายผลจากชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

1. ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นตามแนวคิดบริบทเป็นฐานร่วมกับสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีกระบวนการพัฒนาแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทด้านต่าง ๆ ของนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งในกระบวนการพัฒนาชุดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

สำหรับขั้นตอนการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เป็นระบบตามหลักวิชาการนั้น เริ่มต้นตั้งแต่การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์บริบท หรือสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวของนักเรียนว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์อย่างไร และมีความเป็นไปได้ในการใช้รูปแบบและวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ตามแนวคิดการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยทั่วไปหรือไม่ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องและเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนในสภาพบริบทจริง

เมื่อได้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดดังกล่าวแล้ว มีการนำไปพิจารณา และตรวจสอบคุณภาพจากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ มาปรับปรุงกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองจัดกิจกรรมกับนักเรียนที่มีความสามารถ และบริบทในการเรียนรู้ใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนนำไปทดลองใช้จัดกิจกรรมจริง กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ถือเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรม ที่แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มีกระบวนการดำเนินการอย่างเป็นระบบ

2. ลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีความแตกต่างจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนแบบปกติทั่วไปหลายประการ เช่น สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในชุดกิจกรรมเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงใกล้ตัวนักเรียน และมีความหลากหลายทำให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน บูรณาการความรู้และกระบวนการคณิตศาสตร์หลายเรื่องในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 2 และมีขั้นตอนการทำกิจกรรมแต่ละขั้นที่สอดคล้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ซึ่งลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นี้ มีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

จากการอภิปรายผลการวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนา และลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีกระบวนการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ และมีลักษณะสำคัญที่แตกต่างจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ ซึ่งลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นนั้น มีความเชื่อมโยงกับความสำคัญของการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ว่าคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และช่วยวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ นอกจากนี้ ลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรม

ที่พัฒนาขึ้นนั้น สอดคล้องกับแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Blum and Ferri (2009) ที่ได้เสนอว่า กิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์นั้น สามารถนำสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงมาออกแบบเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาจประยุกต์ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยส่งเสริมการนำความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลากหลายเรื่องไปประยุกต์ใช้จริงผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหาง่าย ๆ ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละระดับชั้น และสอดคล้องกับหลักการพัฒนาการจัดการเรียนรู้อิงบริบทตามแนวคิดของ Aufa, Saragih and Minarni (2016) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบองค์ตามสภาพจริง และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้อิงบริบท

การอภิปรายผลจากการศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

1. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีความสามารถก่อนการทดลอง ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยที่ระหว่างและหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม ได้ฝึกนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วไปใช้ในการทำกิจกรรมที่มุ่งเน้นการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบทจริงของนักเรียนที่หลากหลาย ตามขั้นตอนที่ครูได้กำหนดไว้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.1. ขั้นการวิเคราะห์บริบท เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ และสร้างข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ปัญหาในบริบทที่ครูนำเสนอแล้ว ครูจะใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “สถานการณ์ปัญหานี้น่าจะเกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง” ในขณะนั้น นักเรียนก็จะร่วมกันอภิปรายในกลุ่มว่าจะต้องความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง จากนั้นครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความคิดเห็นของกลุ่มในประเด็นดังกล่าว และตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมต่อว่า “ทำไมจึงคิดว่าความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุนั้น เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา” หรือ “ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุนั้น เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาอย่างไร” ซึ่งครูจะคอยกระตุ้นถามนักเรียนคนอื่น ๆ ให้ร่วมกันพิจารณาความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันระหว่างความรู้คณิตศาสตร์และสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้นำเสนอมานั้น สมเหตุสมผลหรือไม่อย่างไร แล้วจึงให้นักเรียนร่วมกันวางแผนว่าจะนำความรู้คณิตศาสตร์ต่าง ๆ นั้น มาดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาตามขั้นตอนอย่างไรบ้าง ขั้นตอนดังกล่าวนี้ จึงให้เวลากับนักเรียนแต่ละกลุ่มมาทบทวนพิจารณา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการและอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบอย่างเต็มที่ พร้อมทั้งฝึกวางแผน ขั้นตอนการนำความรู้คณิตศาสตร์นั้น ไป

ประยุกต์ใช้แก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ 1 และ 2 ของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

1.2. ขั้นการสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์บริบทแล้วว่า มีความรู้คณิตศาสตร์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ช่วยในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเริ่มดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบ โดยครูจะใช้คำถามแนะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวางแผนในการนำความรู้คณิตศาสตร์เรื่องต่าง ๆ ที่ระบุไว้นั้น มาดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาให้เป็นขั้นตอน ซึ่งนักเรียนจะต้องร่วมกันพิจารณาว่า ควรจะดำเนินการอะไรบ้าง ควรจะทำอะไรก่อน – หลัง และคำถามสำคัญที่ต้องการหาคำตอบนั้นอะไร แล้วจึงเริ่มดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ในแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบตามที่สถานการณ์ปัญหาต้องการได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ขั้นตอนดังกล่าวนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องวางแผนขั้นตอนการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยตนเองค่อนข้างมากพอสมควร จึงช่วยให้นักเรียนได้ฝึกวางแผนในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยระบุขั้นตอนหรือแนวทางที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่พบ อีกทั้งยังจำเป็นต้องตรวจสอบขั้นตอนกระบวนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ได้วางแผนและดำเนินการไปแล้วนั้น มีความถูกต้องและสมเหตุสมผลสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาหรือไม่อย่างไร ซึ่งหากผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้มานั้นไม่ถูกต้องหรือไม่สมเหตุสมผล นักเรียนจำเป็นต้องเริ่มทำซ้ำกระบวนการวางแผนขั้นตอนการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นใหม่อีกครั้ง กิจกรรมในขั้นตอนนี้จึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการระบุแนวคิด หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ 2 ของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

1.3. ขั้นการสรุปและสะท้อนความคิด เมื่อนักเรียนได้ดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้เรียบร้อยแล้ว ครูจะคัดเลือกนักเรียนบางกลุ่มมานำเสนอผลงานหน้าชั้น เพื่อให้ให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการคิดและกระบวนการแก้สถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากกลุ่มของตนเอง นอกจากนี้ ขณะที่นักเรียนนำเสนอผลลัพธ์นั้น ครูจะใช้คำถามนำให้นักเรียนลองขยายความคิดเกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนได้ทำมานั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกันได้หรือไม่ อย่างไร โดยนักเรียนส่วนใหญ่ มักจะยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงและคล้ายคลึงกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง และในช่วงท้ายก่อนจบกิจกรรม ครูจะตั้งคำถามนำให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยเน้นการทบทวนความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และนำมาใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งร่วมกันยกตัวอย่างสถานการณ์ หรือ ตัวอย่างโจทย์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกับกิจกรรมและสัมพันธ์ความรู้คณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ กิจกรรมในขั้นตอนนี้จึงช่วยส่งเสริมการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่

ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ 3 ของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น จะได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบทที่ใกล้ชิดกับวิถีชีวิตของตนเองอย่างหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ตามที่ NCTM (2000) เสนอแนะว่าครูควรจัดกิจกรรมหรือใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์สอดแทรกอยู่ จะช่วยให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ และสอดคล้องกับหลักการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ (2545) และจรรยา ภูอุดม (2545) ที่เสนอไปในทางเดียวกันว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาจริงที่อยู่รอบตัวนักเรียน และการส่งเสริมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นได้เช่นเดียวกัน

จากเหตุผลดังกล่าว อาจเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีความสามารถก่อนการทดลอง ระหว่างและหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยที่ระหว่างและหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศินี เพ็ชรรุ่ง (2556) บุญญาสา แซ่หล่อ (2550) และ วรณศิริ หลงรัก (2553) ที่ได้ทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน และเน้นใช้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ มาบูรณาการกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 9 คน มีพัฒนาการการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้นนั้น เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น นอกจากนี้ สิ่งที่น่าทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีพัฒนาการดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการที่ผู้วิจัยต้องเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แนวคำถามที่สร้างตามองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ฝึกคิดและตอบคำถามที่ใช้สะท้อนความสามารถในการ

เชื่อมโยงคณิตศาสตร์อยู่หลายครั้ง ซึ่งในการสัมภาษณ์แต่ละครั้งนั้น นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจะได้ร่วมฟังและเรียนรู้จากการตอบคำถามในการสัมภาษณ์เพื่อนคนอื่น ๆ ในกลุ่มเป้าหมายอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์ประกอบที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจะได้เห็นตัวอย่างของสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์หลายตัวอย่างมากขึ้นจากคำตอบจากเพื่อน ๆ ที่มาร่วมสัมภาษณ์

3. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องและใกล้ชิดกับวิถีชีวิตของตนเองอย่างเต็มความสามารถ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ประโยชน์ของคณิตศาสตร์ว่าสามารถช่วยแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบทของนักเรียนได้จริง ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการคณิตศาสตร์เป็นมิตรกับนักเรียนมากขึ้น เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถรับรู้ เข้าใจ และรู้สึกมีส่วนร่วมกับการแก้ปัญหาในกิจกรรมได้ไม่ยากนัก จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ บริบทที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มีความหลากหลาย นักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับบริบทที่นำมาใช้ แต่ไม่คุ้นเคยว่าบริบทนั้นมีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อย่างไร จึงเป็นเหตุหนึ่งที่ชวนกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะร่วมทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยนักเรียนมักจะมีข้อสงสัย ข้อคาถาแตกต่าง ๆ ล่วงหน้าว่ากิจกรรมจะมีลักษณะรูปแบบเป็นอย่างไร ครูจะนำบริบทอะไรมาจัดกิจกรรม และบริบทนั้นเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อย่างไร ดังข้อสังเกตที่พบจากการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนต่อไปนี้

3.1. ขั้นการวิเคราะห์บริบท นอกจากนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในบริบทว่ามีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับความรู้คณิตศาสตร์อย่างไรแล้ว นักเรียนยังจะต้องร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของบริบท หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอว่ามีความสำคัญกับนักเรียนและคนรอบข้างอย่างไรบ้าง การวิเคราะห์บริบทนี้ จึงช่วยทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าความรู้คณิตศาสตร์นั้น มีความสำคัญและจำเป็นต่อการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวได้อย่างไร และกระตุ้นทำให้นักเรียนสนใจ รู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์ปัญหาที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมกับการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ซึ่งช่วยส่งเสริมเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความรู้ และด้านพฤติกรรม

3.2. ขั้นการสร้างเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันลงมือทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระตามความสามารถของแต่ละคน ในกลุ่มซึ่งนอกจากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ตามแผนที่นักเรียนได้ร่วมกันวางไว้นั้น ในขั้นตอนนี้

นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมสั้น ๆ โดยครูจะให้นักเรียนได้สัมผัส ทดลองเล่นกับสื่ออุปกรณ์ที่ครูออกแบบไว้สำหรับช่วยให้นักเรียนได้ทดลองสร้างแบบจำลองอย่างง่าย ๆ เพื่อสังเกตและสร้างข้อคาดการณ์จากการทดลองนั้น และนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น การทดลองสร้างตะแกรงไม้ไผ่จำลองจากกระดาษแข็ง การจำลองลักษณะการวางแผ่นถั่วเน่าตากให้ได้จำนวนแผ่นมากที่สุดโดยใช้จานกระดาษที่กำหนด การจัดวางโต๊ะไม้หินอ่อนในรูปแบบต่าง ๆ จากฝาขวดน้ำและแผ่นพลาสติกสีเหลือง การสร้างโคมหลายเหลี่ยมจำลองจากกระดาษแข็ง ซึ่งกิจกรรมสั้น ๆ นี้เอง ช่วยกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายกับสื่อของจริงที่สามารถหยิบจับได้ ช่วยสร้างสีสัน ความน่าตื่นเต้น และความสนุกสนาน กระตุ้นให้นักเรียนจดจ่อและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง จึงนำไปสู่การส่งเสริมเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ด้านอารมณ์และความรู้สึก และด้านพฤติกรรม

3.3. ชั้นการสรุปและสะท้อนความคิด นักเรียนและครูจะร่วมกันอภิปรายสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมในประเด็นเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างบริบทกับคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ในบริบทต่าง ๆ ที่ใกล้ชิดกับตัวนักเรียน ซึ่งบริบทที่ใช้ในกิจกรรมนั้น นักเรียนสามารถรับรู้ และเข้าถึงได้ง่าย จึงช่วยให้คณิตศาสตร์อยู่ใกล้ชิดกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ครูจะขยายแนวคิดเกี่ยวกับการแก้สถานการณ์ปัญหาในแง่มุมอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับสูงต่อไป ขั้นตอนดังกล่าวนี้ จึงช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไป และนำไปสู่การเตรียมความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นการส่งเสริมเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 และ 3 คือ องค์ประกอบด้านความรู้ และองค์ประกอบด้านพฤติกรรม

จากเหตุผลดังกล่าว อาจเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ บพิช กิจมี (2551) Demaisip Hortillosa (2013) และ Kadir et al. (2015) ที่พบว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้คณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาในบริบทที่ใกล้ตัว จะมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุรสาล ผาสุก (2546) และพรพิศ ศรีชาคำ (2548) ที่พบว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้คณิตศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น เช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ จากผลการวิจัยชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ ช่วยส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น ครูจึงควรนำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ไปจัดให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยอาจจัดกิจกรรมในลักษณะของกิจกรรมเสริมหลักสูตรนอกเวลาเรียนปกติ เพราะกิจกรรมดังกล่าว ครูผู้จัดกิจกรรมจำเป็นต้องให้เวลากับนักเรียนในการคิดและทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนค่อนข้างมาก และอาจมีครูผู้ช่วยจัดกิจกรรมที่ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพราะขณะทำกิจกรรมนักเรียนมักจะมีคำถาม ข้อเสนอต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำกิจกรรม หากมีครูผู้ช่วยในการจัดกิจกรรมคอยให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมได้เต็มศักยภาพมากยิ่งขึ้นกว่ามีครูผู้จัดกิจกรรมเพียงคนเดียว ซึ่งควรจัดสรรเวลาให้นักเรียนทำกิจกรรมประมาณ 60 – 90 นาที เช่น กิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ กิจกรรมสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์ หรืออาจจัดกิจกรรมในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามปกติ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการประมวลความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบทจริง

2. การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ครูควรวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับบริบทที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างรอบคอบ เช่น บริบทที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมมีลักษณะอย่างไร มีความเกี่ยวข้องและสำคัญอย่างไรกับนักเรียน บริบทที่จะนำมาใช้มีความรู้คณิตศาสตร์สอดแทรกอยู่อย่างไรบ้าง บริบทที่จะนำมาใช้มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างไรบ้าง เนื่องจากบริบทที่นำมาใช้นั้น เสมือนเป็นสื่อการเรียนรู้หลักที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยตรง หากบริบทที่เลือกนำมาใช้ไม่เหมาะสม อาจทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

ซึ่งจากผลการวิจัยที่พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์หลังการทดลอง โดยเฉพาะในองค์ประกอบที่ 3 การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนหนึ่งอาจเกิดขึ้นเพราะการนำบริบทที่หลากหลายและใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เข้าถึงมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองที่ดีกว่าก่อนทดลองอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะองค์ประกอบ ด้านความรู้ที่เกี่ยวกับการตระหนักเห็น หรือไม่ตระหนักเห็นคุณค่า เห็นประโยชน์ หรือไม่เห็นประโยชน์ของวิชา

คณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเกิดจากบริบทที่เลือกนำมาใช้จัดกิจกรรมนั้น เป็นบริบทที่มีความใกล้ชิด และเป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนและครอบครัว จึงทำให้นักเรียนตระหนัก เห็นคุณค่า ประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ครูจึงควรคำนึงถึงความเหมาะสมของบริบทใน ประเด็นต่าง ๆ เช่น บริบทที่ใช้ควรเป็นสิ่งที่ใกล้ชิดกับวิถีชีวิตของนักเรียน เป็นบริบทที่น่าสนใจ และ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถรับรู้และเข้าใจถึงบริบทนั้นได้เป็นอย่างดี และบริบทที่ใช้ควรมีความรู้ คณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยากและซับซ้อน จนเกินไป ควรเหมาะสมและสอดคล้องกับระดับความสามารถและเป้าหมายการเรียนรู้ของนักเรียน

3. การนำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ สามารถนำไปบูรณาการกับ ความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ หรือบูรณาการกับแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมหรือเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ปัญหาในบริบทได้ เช่น การบูรณาการกิจกรรมคณิตศาสตร์กับการตากถั่วเน่าแผ่น เชื่อมโยงกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา (STEM) โดยอาจนำกิจกรรมดังกล่าวไปต่อยอดและเชื่อมโยงกับความรู้ในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้คำถามนำเพิ่มเติม เช่น ปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการหดตัวหรือการขยายตัวของแผ่นถั่วเน่า (S : วิทยาศาสตร์) การออกแบบและสร้างตะแกรงไม้ไผ่ที่สามารถตากถั่วเน่าแผ่นได้จริง โดยสามารถตากได้จำนวนแผ่น มากที่สุด เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ที่จำกัดมากที่สุด และสามารถตากแผ่นถั่วเน่าให้แห้ง โดยใช้เวลาน้อยที่สุดจะสามารถทำได้อย่างไร (T: เทคโนโลยี และ E: วิศวกรรมศาสตร์) การบูรณาการ กิจกรรมคณิตศาสตร์กับปัญหาฝุ่นละออง เชื่อมโยงกับวิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) เกี่ยวกับเรื่องค่า อุปสรรค เช่น ไมโครเมตร นาโนเมตร วิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ ที่ใช้วัดปริมาณของฝุ่นละออง การตรวจจับคลื่นความร้อน การวัดคุณภาพของอากาศ การรายงาน สภาพอากาศตามเวลาจริง (Real Time) และวิชาสังคมศึกษาฯ ในเรื่องภูมิศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่ ทั้งลักษณะของภูมิประเทศจังหวัดเชียงใหม่ ภูมิอากาศ และวัฒนธรรมการดำเนินชีวิตของคนเชียงใหม่ และนักท่องเที่ยวที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองและหมอกควันป่า

4. การออกแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานในโรงเรียนที่มี บริบทแตกต่างจากการวิจัยในครั้งนี้ ครูควรเลือกนำสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทแวดล้อมของ นักเรียนแต่ละโรงเรียนหรือพื้นที่เป็นหลัก โดยอาจเลือกนำสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือชุมชนใกล้เคียงที่นักเรียนส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์เดิมหรือเคยมีส่วนร่วมกับสถานการณ์ ปัญหานั้น มาเป็นทางเลือกในการออกแบบกิจกรรม ซึ่งอาจใช้วิธีการตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1. นำสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นทางเลือกเหล่านั้น มาวิเคราะห์ว่ามีความ เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อย่างไร ศึกษาว่าสถานการณ์ปัญหานั้น มีความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการ

ทางคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างที่สามารถช่วยวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ และนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหานั้นได้

4.2. นำความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่วิเคราะห์ได้จากสถานการณ์ปัญหา มาเชื่อมโยงกับความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียนปกติว่ามีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่ อย่างไร โดยพิจารณาว่าสิ่งที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์มาแล้ว เพียงพอหรือไม่อย่างไรกับการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ได้เลือกไว้ และพิจารณาว่าสถานการณ์ปัญหานั้น มีความซับซ้อน หรือยากมากเกินความสามารถและความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

4.3. นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอน 4.2. มากำหนดขอบเขตของสถานการณ์ปัญหาให้ง่ายและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนมากยิ่งขึ้น โดยควรกำหนดงานหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องทำในกิจกรรมและคำถามหลักของสถานการณ์ปัญหาให้ชัดเจน รวมถึงกำหนดข้อมูล กำหนดเงื่อนไขสำคัญ ข้อตกลงหรือสมมติฐานเบื้องต้นในการแก้สถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับความสามารถและความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.4. ออกแบบกิจกรรม และสื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนสามารถนำร่วมกิจกรรมโดยประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มความสามารถ โดยควรมีกิจกรรมย่อย ๆ แต่ละขั้นตอนที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่องต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และควรมีสื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจ เข้าถึง และมีส่วนร่วมกับการทำกิจกรรมง่ายยิ่งขึ้น

5. การใช้คำถามต่าง ๆ ของครูในระหว่างการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ครูควรวางแผนและกำหนดเป้าหมายสำคัญของคำถามที่ใช้อย่างรอบคอบ เนื่องจากการดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนนั้น ต้องอาศัยกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูมีหน้าที่กระตุ้นและสนับสนุนความคิดของนักเรียนโดยการใช้คำถามเป็นหลัก เช่น ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์บริบท ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและทำให้สถานการณ์ปัญหาง่ายขึ้น ครูจึงควรใช้คำถามนำให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายถึงข้อมูล หรือเงื่อนไขสำคัญที่สถานการณ์ปัญหากำหนด รวมทั้งวิเคราะห์ขอบเขตหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตในการทำกิจกรรมร่วมกันต่อไป หรือในขั้นตอนที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ครูจึงควรใช้คำถามที่สร้างข้อขัดแย้งให้นักเรียนได้คิดทบทวนเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างรอบคอบ หรือใช้คำถามที่ขยายความคิดให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของผลลัพธ์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ คำถามที่ใช้ควรเหมาะสมกับการสนับสนุนการคิด

ของนักเรียน เป็นคำถามที่มีเงื่อนไขในการตอบที่ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป หรือมีขอบเขตในการตอบที่ไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป เป็นคำถามที่สามารถสื่อความหมายได้ง่าย ชัดเจน ตรงประเด็น กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ

6. การเตรียมความพร้อมในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูควรสร้างความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ทุกครั้ง เช่น ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการทำกิจกรรม รวมถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถร่วมทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มความสามารถ โดยครูอาจจัดเป็นกิจกรรมสั้น ๆ สอดแทรกก่อนเริ่มการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่วางแผนไว้ นอกจากนี้ ครูควรจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนที่มีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย สามารถทำงานร่วมกันและสามารถพูดคุย อภิปรายโต้แย้ง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างอิสระ ร่วมทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาความสามารถด้านอื่น ๆ ของนักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยสังเกตพบว่า ในช่วงกิจกรรมที่ 1 – 2 นักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถามที่กระตุ้นให้วิเคราะห์และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมเท่าที่ควร และไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่เป็นหลักการหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างชัดเจน แต่ในขณะที่นักเรียนเข้าร่วมในกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยกลับสังเกตพบว่า นักเรียนกลุ่มคนดังกล่าวนั้น มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น สามารถร่วมคิด ร่วมทำร่วมแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการแก้สถานการณ์ปัญหาร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยสังเกตพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมมากยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บริบทเป็นฐานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมที่บูรณาการความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ในแต่ละระดับชั้น หรือ

แต่ละหัวข้อย่อยในบทเรียนใดบทเรียนหนึ่ง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกประมวลความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาไปประยุกต์ใช้ในบริบทจริง

3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน โดยออกแบบและวิเคราะห์บริบทต่าง ๆ ที่นักเรียนสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประเภทต่าง ๆ มาปรับใช้ได้อย่างหลากหลาย เช่น แบบจำลองทางพีชคณิต แบบจำลองทางสถิติ แบบจำลองทางเรขาคณิต เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาในบริบทจริงอย่างหลากหลายรูปแบบ

4. ควรมีการศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แต่ละระดับ เพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยพบข้อสังเกตเพิ่มเติมว่านักเรียนบางคนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลับมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ในทำนองเดียวกันพบว่า นักเรียนบางคนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลับมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

รายการอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษณา ไสยาศรี. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เกศินี เพ็ชรรุ่ง. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จรรยา ฤๅดม. (2545). แนวการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 46(524-526), 23-24.
- ชญาณี นิมิต. (2552). ผลของการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ทฤษฎีการซ่อมแซมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-20.
- ดุจเดือน พันธุนาวิน และ อัมพร ม้าคนอง. (2547). ปัจจัยเชิงเหตุและผลของพฤติกรรมการพัฒนา นักเรียนของครูคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์อัสสาเนาเย็บเล่ม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ไทยรัฐออนไลน์. (2557). จ่อชง 'เมืองเชียงใหม่' เป็นแหล่งมรดกโลกทางวัฒนธรรม. สืบค้นจาก <http://www.thairath.co.th/content/433806>

- บพิธ กิจมี. (2551). *การใช้การเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานในการจัดกิจกรรมชุมชนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านเมืองคอง จังหวัดเชียงใหม่*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- บุญญา แซ่หล่อ. (2550). *การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษาคุขภูิบัณฑิต) สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ผกาทิพย์ รันสูงเนิน. (2555). *ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 1*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พรพิศ ศรีซาคำ. (2548). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาคณิตศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุจิเรขราณี กุลสุวรรณ. (2550). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ สุวีริยาสาส์น.
- วรรณศิริ หลงรัก. (2553). *ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาการมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ศราวุธ จอมนำ. (2557). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. Zปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาการมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

_____. (2555). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สมุทรปราการ: บริษัท แอดวานซ์ ฟรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.

_____. *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMISS 2011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สมุทรปราการ: บริษัท แอดวานซ์ ฟรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2555). *สรุปผลวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน ป.6, ม.3, ม.6 จากคะแนน O-NET*. สืบค้นจาก

http://www.niets.or.th/index.php/research_th/view/8

สมวงษ์ แปลงประสพโชค สมเดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม. (2551). ผลสำรวจสาเหตุนักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์และแนวทางแก้ไข. *วารสารคณิตศาสตร์*, 53(599-601), 20-28.

สุชาติ ปัทมวิภาต. (2557, พฤษภาคม - มิถุนายน 2557). การประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท.*, 42, 35 - 39

สุนิดดา เรื่องสิริเศรษฐ์. (2552). *ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2558). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย : การพัฒนา - ผลกระทบ - ภาวะถดถอยในปัจจุบัน*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

- สุบรรณ ตั้งศรีเสรี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบกับเทคนิค THINK-PAIR-SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุพัตรา ผลรัตน์ไพบูลย์. (2550). ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 8(3), 112-120.
- สุภาวดี คำนาดี. (2551). การวิจัยและพัฒนากระบวนการกำกับตนเองสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาการวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุรสาล ผาสุข. (2546). การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต) สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2550). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Ainley, J., Pratt, D., & Hansen, A. (2006). Connecting engagement and focus in pedagogic task design. *British Educational Research Journal*, 32(1), 23-38.
- Antonius, S., Haines, C., Jensen, T. H., Niss, M., & Burkhardt, H. (2007). Classroom activities and the teacher *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 295-308): Springer.

- 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*, 7(24), 232-248.
- Beswick, K. (2011). Putting context in context: An examination of the evidence for the benefits of 'contextualised'tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), 367-390.
- Bliss, K. M., Fowler, K. R., & Galluzo, B. J. (2014). *Math Modeling: Getting Started & Getting Solutions*: SIAM Philadelphia, PA.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 15-30): Springer.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., & Niss, M. (2007). *Modelling and applications in mathematics education*: Springer New York.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Common Core State Standards Initiative. (2010). Common Core State Standards for Mathematics. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers.
- Demaisip-Hortillosa, A. (2013). Context-Based Mathematics Problem Solving: Cognitive and Affective Effects on BIT and BS VOC-Tech Students. *IAMURE International Journal of Education*, 5(1), 1-1.
- Di Martino, P., & Zan, R. (2001). Attitude toward mathematics: some theoretical issues. Paper presented at the PME CONFERENCE.

- Dossey, J. A., McCrone, S., Giordano, F. R., & Weir, M. D. (2001). *Mathematics methods and modeling for today's mathematics classroom: A contemporary approach to teaching grades 7-12*.
- Edwards, D., & Hamson, M. (2007). *Guide to mathematical modelling*. Industrial Press.
- Fleiss, J. L. (1986). *Reliability of measurement*. The design and analysis of experiments.
- Ginsburg, L., Manly, M., & Schmitt, M. J. (2006). The Components of Numeracy. NCSALL Occasional Paper. *National Center for the Study of Adult Learning and Literacy*.
- Graumann, G. (2011). Mathematics for problems in the everyday world. *Real-World Problems for Secondary School Mathematics Students*, 113-122.
- Harvey, R., & Averill, R. (2012). A Lesson Based on the Use of Contexts: An Example of Effective Practice in Secondary School Mathematics. *Mathematics Teacher Education and Development*, 14(1), 41-59.
- Hendriana, H., Slamet, U. R., & Sumarmo, U. (2014). Mathematical connection ability and self-confidence (An experiment on Junior High School students through Contextual Teaching and learning with Mathematical Manipulative). *International Journal of Education*, 8(1), 1-11.
- Henning, P. H. (2004). Everyday cognition and situated learning. *Handbook of research for educational communications and technology: A project of the Association for Educational Communications and Technology (2nd)*, 143-168.
- Hirsch, C. R., & McDuffie, A. R. (2016). *Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics. 1906 Association Drive, Reston, VA 20191.
- Kadir et al. (2015). Coastal context in learning mathematics to enhance mathematical problem solving skills of secondary school students. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Karakoç, G., & Alacacı, C. (2015). Real World Connections in High School Mathematics Curriculum and Teaching. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(1), 31-46.

- Lam, T. (2007). Contextual Approach in Teaching Mathematics: An Example Using the Sum of Series of Positive Integers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(2), 273-282.
- Lim, S. Y., & Chapman, E. (2013). Development of a short form of the attitudes toward mathematics inventory. *Educational Studies in Mathematics*, 82(1),
- Maasz, J., & O'Donoghue, J. (2011). *Real-world problems for secondary school mathematics students*: Springer Science & Business Media.
- Mayes, R., & Myers, J. (2015). *Quantitative Reasoning in the Context of Energy and Environment: Modeling Problems in the Real World*: Springer.
- Meyer, M. R., Dekker, T., & Querelle, N. (2001). Context in mathematics curricula. *Mathematics teaching in the middle school*, 6(9), 522.
- Muller, E., & Burkhardt, H. (2007). Applications and modelling for mathematics— Overview Modelling and Applications in Mathematics Education (pp. 267-274):
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). Principles and standards for school mathematics (Vol. 1): National Council of Teachers of Mathematics.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework*: OECD Publishing.
- Piacentini, M., & Monticone, C. (2016). Equations and Inequalities: Making Mathematics Accessible to All. PISA. *OECD Publishing*.
- Pollak, H. O. (2011). What is Mathematical Modeling? *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 2(1).
- Robert., M., & James., M. (2015). *Quantitative Reasoning in the Context of Energy and Environment: Modeling Problems in the Real World*: Springer.
- Roth, W.-M. (1996). Where is the Context in Contextual Word Problem?. *Cognition and Instruction*, 14(4), 487-527.

- Sullivan, P., Zevenbergen, R., & Mousley, J. (2002). *Contexts in mathematics teaching: Snakes or ladders*. Paper presented at the Mathematics Education in the South Pacific. Proc. 25th Conf. of the Mathematics Educational Research of Australasia.
- Sullivan, P., Zevenbergen, R., & Mousley, J. (2003). The Contexts of mathematics tasks and the context of the classroom: Are we including all students? *Mathematics Education Research Journal*, 15(2), 107-121.
- Tapia, M., & Marsh, G. E. (2004). An instrument to measure mathematics attitudes. *Academic Exchange Quarterly*, 8(2), 16-22.
- Triandis, H. C. (1971). *Attitude and attitude change*: John Wiley & Sons.
- Tural, G. (2013). The functioning of context-based physics instruction in higher education. In *Asia-pacific forum on science learning and teaching*, 14(1), 1-23.
- Van Den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 9-35.
- Van Den Heuvel-Panhuizen, M. (2005). The role of contexts in assessment problems in mathematics. *For the learning of mathematics*, 25(2), 2-23.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Drijvers, P. (2014). Realistic mathematics education *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 521-525): Springer.
- Wiest, L. (2001). The role of fantasy contexts in word problems. *Mathematics Education Research Journal*, 13(2), 74-90.
- Wijaya, A. (2015). *Context-based mathematics tasks in Indonesia: Toward better practice and achievement*: Utrecht University.
- Zevenbergen, R., Sullivan, P., & Mousley, J. (2002). *Contexts in mathematics education: Help? Hindrance? For whom*. Copenhagen: MES.



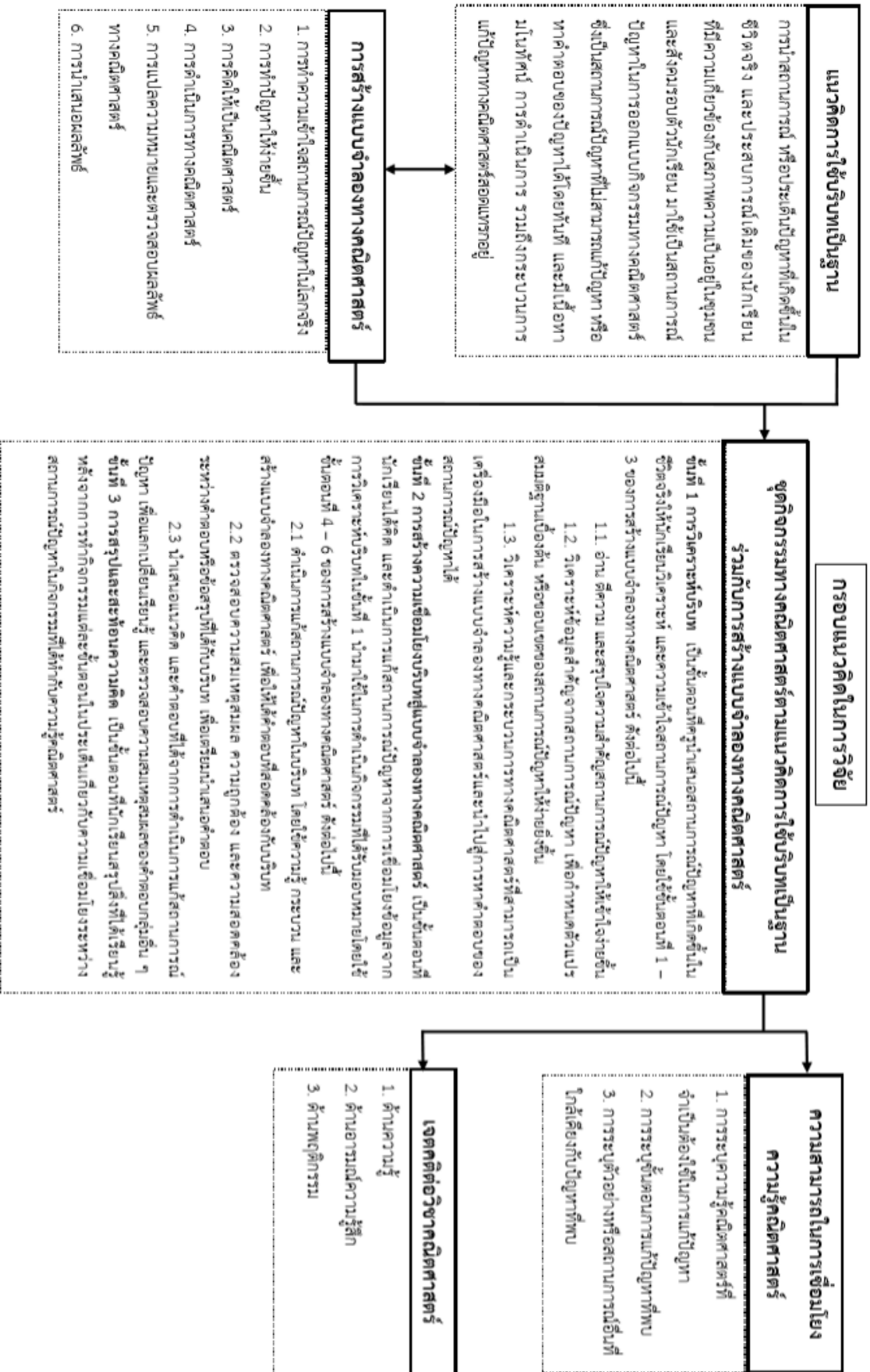
ภาคผนวก

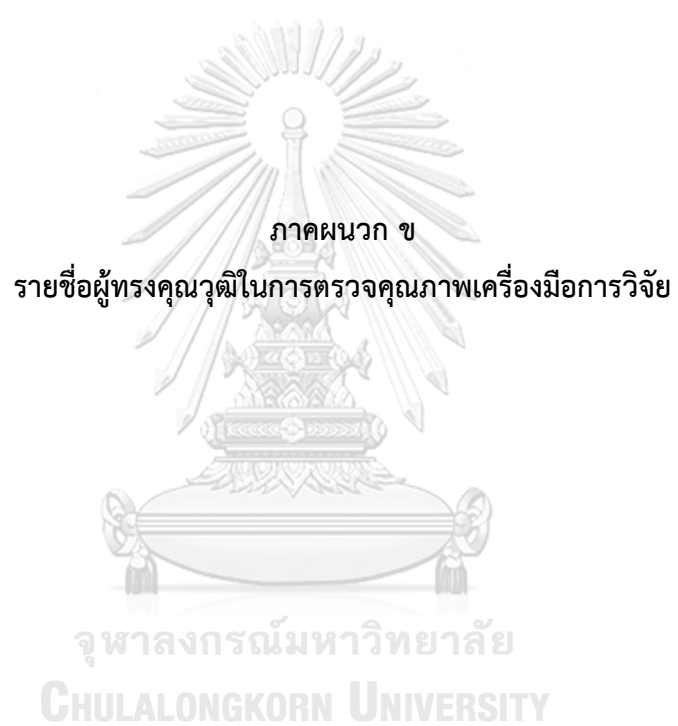
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก
กรอบแนวคิดการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY





รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัชชา	กมล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ครูโสภา	ชมชื่น	โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ
ครูอภิณหพร	มานิม	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

2. ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี	เกษมสุขพิพัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.สุกัญญา	หะยีสาและ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ครูอาริยาภรณ์	จำลอง	โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ

3. ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี	เกษมสุขพิพัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.สุกัญญา	หะยีสาและ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ครูอาริยาภรณ์	จำลอง	โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ



ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/60- 4041

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

กรกฎาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัชชา กมล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสกล ตั้งเก้าสกุล นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร และการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชิโนกุล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732

เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย : 087 - 576 - 3378 Email : s.tangkawsakul@gmail.com



ที่ ศร 0512.6(2791.10)/60-4037

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

กรกฎาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิต เกษมสุขพิพัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสกล ตั้งเก้าสกุล นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร และการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชีโนกุล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732

เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย : 087 - 576 - 3378 Email : s.tangkawsakul@gmail.com



ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/60-4039

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

กรกฎาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยี่ลาและ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสกล ตั้งเก้าสกุล นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร และการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชีโนกุล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732

เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย : 087 - 576 - 3378 Email : s.tangkawsakul@gmail.com



ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน
ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ชื่อกิจกรรม : King of umami: คณิตศาสตร์กับปัญหาการตากถั่วเน่าแผ่น

2. ความสำคัญของกิจกรรม

กิจกรรมนี้มีความเกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในการทำถั่วเน่าแผ่น ซึ่งเป็นเครื่องปรุงรสที่คนภาคเหนือนิยมใช้ในการทำอาหารพื้นเมืองหลายชนิด เช่น ขนมจีนน้ำเงี้ยว น้ำพริกอ่อง ต้มผักกาด (จอบผักกาด) ถั่วเน่าแผ่นทำมาจากถั่วเหลืองต้มให้เปื่อย หมักไว้ให้ขึ้นราประมาณ 3 – 4 วัน นำมาบดละเอียด แล้วทำเป็นแผ่นกลมบาง ๆ มีความกว้างประมาณ 3 – 4 นิ้ว จากนั้นนำแผ่นถั่วเน่าวางบนตะแกรงไม้ไผ่ เพื่อนำไปตากแดดไว้ประมาณ 3 แดด การทำถั่วเน่าแผ่นของคนภาคเหนือ นั้น ส่วนมากชาวบ้านจะช่วยกันในกลุ่มเพื่อนบ้าน ทำถั่วเน่าแผ่นไว้ทีละมาก ๆ เพื่อแบ่งปันกันใช้ประกอบอาหารในครัวเรือน และแบ่งขายตามตลาดต่าง ๆ เพราะถั่วเน่าแผ่นสามารถเก็บไว้ได้นาน สำหรับปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในการทำถั่วเน่าแผ่น คือ การเตรียมตะแกรงไม้ไผ่ไว้ตากถั่วเน่า เพื่อให้ได้ถั่วเน่าเพียงพอตามจำนวนที่ต้องการ หรือให้ได้ถั่วเน่าแผ่นจำนวนมากที่สุด กิจกรรมนี้จึงจะส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการออกแบบตะแกรงไม้ไผ่ที่สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้จำนวนแผ่นมากที่สุด และได้ตามจำนวนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ได้ลงมือทำกิจกรรมในบริบทจริงที่ทำทนายร่วมกันเพื่อนในกลุ่ม เพื่อช่วยให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

3. จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการออกแบบตะแกรงไม้ไผ่จำลองที่สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้จำนวนแผ่นมากที่สุด และได้ตามจำนวนที่ต้องการ

4. สถานที่ในการจัดกิจกรรม : ห้องประชุม หรือบริเวณที่มีพื้นที่สำหรับทำงานกลุ่มได้สะดวก

5. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม : 90 นาที

6. ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

ความรู้คณิตศาสตร์	ทักษะและกระบวนการ	คุณลักษณะ
1. อธิบายลักษณะ ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง และพื้นที่ของรูปวงกลม 2. อธิบายลักษณะ ขนาด ความกว้าง ความยาว พื้นที่ และประเภทของรูปสี่เหลี่ยม 3. คาคคเนระยะห่าง และพื้นที่ 4. บอกพหุคูณของจำนวนที่กำหนด 5. วิเคราะห์หาแบบรูป และความสัมพันธ์ที่กำหนด	1. สื่อสาร นำเสนอแนวคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์ 2. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหาในบริบท 3. เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย 4. ตระหนักในความสมเหตุสมผล และความเป็นไปได้ระหว่างสถานการณ์จริงกับคณิตศาสตร์	1. ตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ 2. มีความรู้สึกที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ 3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

7. สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้

1. จานกระดาษ ใช้แทนถั่วเน่าแผ่น กลุ่มละ 10 – 20 จาน
2. กระดาษแข็ง ใช้แทนตะแกรงไม้ไผ่จำลอง กลุ่มละ 2 – 3 แผ่น
3. ปากกาเมจิก ไม้บรรทัด กาว กรรไกร สำหรับช่วยสร้างตะแกรงไม้ไผ่จำลอง กลุ่มละ 1 ชุด
4. กระดาษฟลิปชาร์ต ใช้สำหรับเขียนแสดงวิธีการออกแบบ กลุ่มละ 1 – 2 แผ่น

8. สถานการณ์ปัญหา

ภูมิปัญญาของชาวบ้านในการตากถั่วเน่าแผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่นกลมบาง นิยมใช้ตะแกรงไม้ไผ่สี่เหลี่ยมในการวางถั่วเน่า แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง เพื่อให้ได้ถั่วเน่าแผ่นสำหรับใช้ปรุงอาหาร



คำถาม : ขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ที่เหมาะสม สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้จำนวนมากที่สุดควรเท่ากับเท่าใด และสามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้อย่างน้อยจำนวนกี่แผ่น

9. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรม

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท (25 นาที)

1.1. ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรม และนำอภิปรายพูดคุยเกี่ยวกับอาหารพื้นเมือง และถั่วเน่าแผ่น โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับลักษณะของถั่วเน่าแผ่น แล้วรับชมวิดีโอสาธิตการทำถั่วเน่าแผ่น เพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรมในวันนี้

1.2. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยใช้สื่อรูปภาพ และถั่วเน่าแผ่นของจริงในการแสดงสถานการณ์ปัญหา แล้วใช้คำถามนำให้นักเรียนอภิปรายประเด็นความเชื่อมโยงระหว่างถั่วเน่าแผ่นกับความรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันวิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นในการแก้ปัญหา เช่น

- ลักษณะ ขนาด ความกว้าง หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของถั่วเน่าแผ่นกับความรู้เรื่องรูปร่างกลม
- ลักษณะการวางถั่วเน่าแผ่นในการตากแดด และตะแกรงไม้ไผ่ที่ใช้วางถั่วเน่ากับความรู้เรื่องการคาดคะเน ระยะห่าง พื้นที่ และความรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยม

1.3. ครูและนักเรียน ร่วมกันสรุปข้อตกลงเบื้องต้น และเงื่อนไขที่จำเป็นในการแก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย

- ถั่วเน่าแผ่นทุกแผ่น มีขนาดเท่ากัน (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร)
- ตะแกรงไม้ไผ่ มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถยกเคลื่อนย้ายได้ด้วยคน ๆ เดียว

1.4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน จากนั้นแจกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างตะแกรงไม้ไผ่จำลอง และใบกิจกรรม แล้วให้นักเรียนร่วมกันหาแนวทางในการคิด และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหานั้น โดยใช้ความรู้ กระบวนการ และสามารถช่วยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (45 นาที)

2.1. ครูให้นักเรียนร่วมกันคิด ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ในที่นี้ นักเรียนอาจสร้างแผนภาพ หรือตาราง เพื่อสังเกตแบบรูป และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแต่ละด้านของตะแกรงไม้ไผ่จำลอง กับจำนวนถั่วเน่าแผ่นที่สามารถวางได้ และสรุปเป็นสูตรทั่วไปสำหรับการหาขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ และจำนวนถั่วเน่าแผ่น) ลงในใบกิจกรรม และสร้างตะแกรงไม้ไผ่จำลองจากอุปกรณ์ที่ได้แจก

2.2. ครูคอยเดินสังเกตแนวคิด กระบวนการ รวมถึงคำตอบที่ได้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มขณะดำเนินกิจกรรม และตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาความสมเหตุสมผลและตรวจสอบความสอดคล้อง ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้กับข้อมูล และเงื่อนไขที่กำหนด

2.3. ครูให้นักเรียนมานำเสนอข้อสรุป และผลที่ได้หน้าชั้นเรียน โดยครูเลือกนักเรียนบางกลุ่มที่มีแนวคิด/กระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่าง และมีประเด็นที่น่าสนใจ เป็นประโยชน์กับคนอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอ อภิปราย และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากเพื่อนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป และสะท้อนความคิดที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินกิจกรรมในวันนี้ เช่น

- กิจกรรมนี้ นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง ใช้ในการทำอะไรบ้าง
- ขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ เกี่ยวข้องอย่างไรกับการใช้งานในครัวเรือน
- ระยะห่างของถั่วเน่าแผ่นแต่ละแผ่น มีความสำคัญอย่างไรบ้าง
- การคาดคะเนจำนวนแผ่นถั่วเน่าที่ตากบนตะแกรงไม้ไผ่ อาจเกิดความคาดเคลื่อนอะไรบ้าง

10. การประเมินผล

1. ประเมินผลจากใบกิจกรรมในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
2. ประเมินจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

สถานการณ์ : ภูมิปัญญาของชาวบ้านในการตากถั่วเน่าแผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่นกลมบาง นิยมใช้ตะแกรงไม้ไผ่สี่เหลี่ยมวางถั่วเน่า แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง เพื่อให้ได้ถั่วเน่าแผ่นสำหรับใช้ปรุงอาหาร



คำถาม : ขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ที่เหมาะสม สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้จำนวนมากที่สุด ควรเท่ากับเท่าใด และสามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้อย่างน้อยจำนวนกี่แผ่น

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้ (ไม่จำเป็นต้องที่ละข้อ)

1. นักเรียนคิดว่า ถั่วเน่าแผ่นมีลักษณะเป็นอย่างไร คล้ายกับรูปเรขาคณิตใด สังเกตจากอะไร

.....

.....

.....

2. ขนาด ความกว้าง หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของถั่วเน่าแผ่น ประมาณกี่เซนติเมตร

.....

.....

.....

3. ตะแกรงไม้ไผ่ที่นิยมใช้ลักษณะเป็นอย่างไร มีขนาดประมาณกี่เซนติเมตร

.....

.....

.....

4. การวางเรียงถั่วเน่าแผ่นมีลักษณะที่เป็นไปได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

5. นักเรียนสามารถใช้ความรู้ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อะไรช่วยได้บ้าง อย่างไร

.....

.....

6. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ กับขนาดของถั่วเน่าแผ่นเป็นอย่างไร

.....

.....

7. ถ้าตะแกรงไม้ไผ่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความยาวด้านละ 13 เซนติเมตร สามารถวางถั่วเน่าได้กี่แผ่น แล้วถ้าหากต้องการวางถั่วเน่าแผ่นเพิ่ม ต้องเพิ่มความยาวด้านของตะแกรงอย่างไร

.....

.....

.....

8. ความกว้าง และความยาวด้านของตะแกรงไม้ไผ่ที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า สัมพันธ์กับจำนวนถั่วเน่าแผ่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนร่วมกัน แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาข้างต้นโดยใช้ความรู้ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (อธิบาย แสดงวิธีคิดอย่างละเอียด)

สรุปคำตอบ พร้อมเหตุผลประกอบ :

(1) ขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ที่เหมาะสม สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้จำนวนมากที่สุด คือ

.....

.....

(2) สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้อย่างน้อยจำนวน แผ่น

แนวทางการตอบคำถาม : ใบบัณฑิตสำหรับนักเรียน

สถานการณ์ : ภูมิปัญญาของชาวบ้านในการตากถั่วเน่าแผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่นกลมบาง นิยมใช้ตะแกรงไม้ไผ่สี่เหลี่ยมวางถั่วเน่า แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง เพื่อให้ได้ถั่วเน่าแผ่นสำหรับใช้ปรุงอาหาร

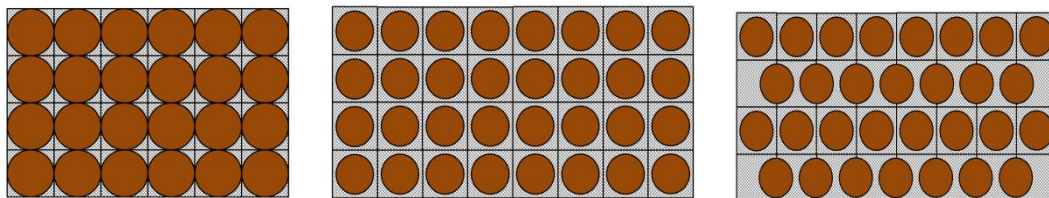


คำถาม : ขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ที่เหมาะสม สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้จำนวนมากที่สุด ควรเท่ากับเท่าใด และสามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้อย่างน้อยจำนวนกี่แผ่น

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้ (ไม่จำเป็นต้องทีละข้อ)

- นักเรียนคิดว่า ถั่วเน่าแผ่นมีลักษณะเป็นอย่างไร คล้ายกับรูปร่างชนิดใด สังเกตจากอะไร
..... ถั่วเน่าแผ่น มีลักษณะคล้ายเป็นวงกลม โดยสังเกตจากความโค้งมน และขนาดของแผ่นถั่วเน่าที่มีความกว้างใกล้เคียงกันในทุกด้าน คล้ายเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม
- ขนาด ความกว้าง หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของถั่วเน่าแผ่น ประมาณกี่เซนติเมตร
..... จากการวัดโดยใช้ไม้บรรทัด พบว่า ถั่วเน่าแผ่น มีความกว้างประมาณ 10 - 12 เซนติเมตร
- ตะแกรงไม้ไผ่ที่นิยมใช้ มีลักษณะเป็นอย่างไร มีขนาดประมาณกี่เซนติเมตร
..... ตะแกรงไม้ไผ่ที่นิยมใช้ มีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยม มีทั้งแบบที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า และสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนใหญ่ขนาดของตะแกรงจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแต่ละครัวเรือนที่ใช้สำหรับการตากถั่วเน่า และขึ้นอยู่กับปริมาณ (จำนวน) ของถั่วเน่าแผ่นที่ต้องการทำได้ในแต่ละครัวเรือน

4. การวางเรียงถั่วเน่าแผ่นมีลักษณะที่เป็นไปได้อย่างไรบ้าง



5. นักเรียนสามารถใช้ความรู้ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อะไรช่วยได้บ้าง

.....ความรู้เรื่อง รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม การคะเนระยะ และพหุคูณ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภาพ ตาราง แบบรูปความสัมพันธ์ หรือสูตรทั่วไป

6. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ กับขนาดของถั่วเน่าแผ่นเป็นอย่างไร

.....ความกว้าง และความยาวของตะแกรงไม้ไผ่ ควรเป็นพหุคูณของขนาดถั่วเน่าแผ่น เพื่อให้สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้พอดีกับขนาดของตะแกรงไม้ไผ่

7. ถ้าตะแกรงไม้ไผ่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความยาวด้านละ 13 เซนติเมตร สามารถวางถั่วเน่าได้กี่แผ่น แล้วถ้าหากต้องการวางถั่วเน่าแผ่นเพิ่ม ต้องเพิ่มความยาวด้านของตะแกรงอย่างไร

.....สามารถวางถั่วเน่าแผ่นได้ 1 แผ่น ถ้าหากต้องการวางถั่วเน่าแผ่นเพิ่ม ความยาวด้านของตะแกรงไม้ไผ่ ควรเพิ่มขึ้นอีก 13 เซนติเมตร เพื่อให้วางถั่วเน่าแผ่นได้เพิ่ม 1 แผ่น

8. ความกว้าง และความยาวด้านของตะแกรงไม้ไผ่ที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า สัมพันธ์กับจำนวนถั่วเน่าแผ่นอย่างไร

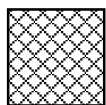
.....เราสามารถหาจำนวนแผ่นของถั่วเน่าที่สามารถวางบนตะแกรงไม้ไผ่ ได้จาก จำนวนถั่วเน่าแผ่นที่สามารถวางได้ตามแนวความกว้าง คูณกับ จำนวนถั่วเน่าแผ่นที่สามารถวางได้ตามแนวความยาวด้านของตะแกรงไม้ไผ่

ให้นักเรียนร่วมกัน แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาข้างต้นโดยใช้ความรู้ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (อธิบาย แสดงวิธีคิดอย่างละเอียด)

กำหนดให้



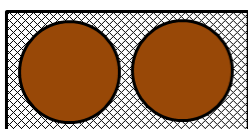
แทน ถ้วยน้ำแผ่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร



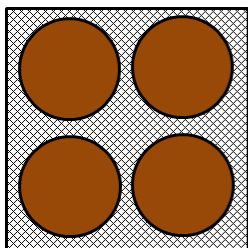
แทน อาณาบริเวณ/พื้นที่สำหรับวางถ้วยน้ำ 1 แผ่น

รวมกับที่ว่างระหว่างถ้วยน้ำแต่ละแผ่น เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้าน 13 เซนติเมตร

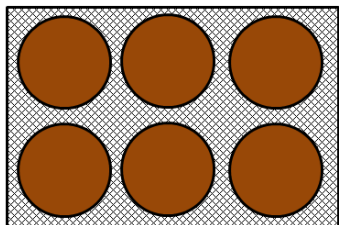
ทำให้ ตะแกรงไม้ไผ่รูปสี่เหลี่ยม ควรมีความยาวด้านแต่ละด้าน $13 \times n$ เซนติเมตร เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก หรือมีความยาวด้านแต่ละด้าน เป็นพหุคูณของ 13 เช่น 13, 26, 39, 52, ...



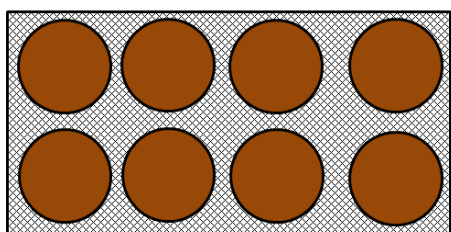
ตะแกรงไม้ไผ่ขนาด $13 \times 26 = 13(1) \times 13(2)$ ตร.ซม.
สามารถวางถ้วยน้ำแผ่นได้ $(1) \times (2) = 2$ แผ่น



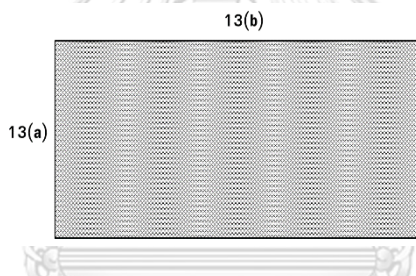
ตะแกรงไม้ไผ่ขนาด $26 \times 26 = 13(2) \times 13(2)$ ตร.ซม.
สามารถวางถ้วยน้ำแผ่นได้ $(2) \times (2) = 4$



ตะแกรงไม้ไผ่ขนาด $26 \times 39 = 13(2) \times 13(3)$ ตร.ซม.
สามารถวางถ้วยหน้าแผ่นได้ $(2) \times (3) = 6$ แผ่น



ตะแกรงไม้ไผ่ขนาด $26 \times 52 = 13(2) \times 13(4)$ ตร.ซม.
สามารถวางถ้วยหน้าแผ่นได้ $(2) \times (4) = 8$ แผ่น



สรุปได้ว่า ตะแกรงไม้ไผ่รูปสี่เหลี่ยม ควรมีขนาด $13(a) \times 13(b)$ ตร.ซม.
เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มบวก
และ สามารถจัดวางถ้วยหน้าแผ่นได้มากที่สุด $a \times b$ แผ่น

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปคำตอบ พร้อมเหตุผลประกอบ :

- (1) ขนาดของตะแกรงไม้ไผ่ที่เหมาะสม สามารถวางถ้วยหน้าแผ่นได้จำนวนมากที่สุด คือ
..... ตะแกรงไม้ไผ่ควรมีความยาวด้านแต่ละด้าน $13 \times n$ เซนติเมตร เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก
หรือมีความยาวด้านแต่ละด้าน เป็นพหุคูณของ 13 เช่น 13, 26, 39, 52, และถ้าหาตะแกรง
ไม้ไผ่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ควรมีขนาด $13(a) \times 13(b)$ ตร.ซม. เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มบวก
- (2) สามารถวางถ้วยหน้าแผ่นได้อย่างน้อยจำนวน $n \times n$ แผ่น หรือ $a \times b$ แผ่น

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน
ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ชื่อกิจกรรม : The amazing street: คณิตศาสตร์กับปัญหาการจัดสรรพื้นที่ถนนคนเดิน

2. ความสำคัญของกิจกรรม

กิจกรรมนี้ มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมงานเปิดบ้านวิชาการของโรงเรียนที่จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี เนื่องในวันครบรอบวันสถาปนาก่อตั้งโรงเรียน ซึ่งจะมีกิจกรรมต่าง ๆ มากมายสำหรับให้นักเรียนแสดงความสามารถในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการแข่งขันทักษะทางวิชาการ การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ การแข่งขันทำอาหารพื้นเมือง การประกวดร้องเพลง และวงดนตรี รวมถึงการจัดแสดงผลงานต่าง ๆ ของนักเรียน นอกจากนี้ กิจกรรมที่ได้รับความนิยมอย่างมากจากนักเรียน และแขกผู้มาร่วมงาน คือกิจกรรมถนนคนเดินฟ้าขาว เป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถมาร่วมกันเปิดซุ้ม/ร้านค้าในการจำหน่ายสินค้าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอาหาร เครื่องดื่ม ขนม สินค้าชุมชน หรือสินค้าที่นักเรียน/ผู้ปกครองได้ทำขึ้นเอง ซึ่งปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมถนนคนเดินฟ้าขาว คือ การจัดสรรพื้นที่ในการจัดร้านค้า ให้เพียงพอต่อจำนวนร้านค้าที่ต้องการมาร่วมเปิดร้านในกิจกรรมดังกล่าว กิจกรรมนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดสรรพื้นที่ในการจัดร้านค้าในกิจกรรมถนนคนเดินฟ้าขาวให้ได้ตามจำนวนร้านค้าตามที่ต้องการ และเหมาะสมกับสถานที่จัดงานจริงที่มีอยู่อย่างจำกัด นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผน จัดการกับงานที่เกี่ยวข้องกับจำนวน ปริมาณ และพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น และได้ลงมือทำกิจกรรมแก้ปัญหาในบริบทจริงที่ท้าทายร่วมกันเพื่อนในกลุ่ม

3. จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดสรรพื้นที่ในการจัดร้านค้าให้ได้ตามจำนวนร้านค้าตามที่ต้องการ และเหมาะสมกับสถานที่จัดงานจริงที่มีอยู่อย่างจำกัด

4. สถานที่ในการจัดกิจกรรม : ห้องประชุม หรือบริเวณที่มีพื้นที่สำหรับทำงานกลุ่มได้สะดวก

5. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม : 90 นาที

6. ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง

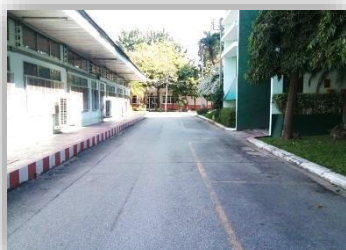
ความรู้คณิตศาสตร์	ทักษะและกระบวนการ	คุณลักษณะ
1. วิเคราะห์ และสร้างแบบรูปและความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวน 2. อธิบายลักษณะ ขนาด ความกว้าง ความยาว พื้นที่ และประเภทของรูปสี่เหลี่ยม 3. คาดคะเน ขนาดระยะ และพื้นที่ 4. บอกรายละเอียดส่วนของการสร้างแผนภาพจำลองสถานที่จัดงาน	1. สื่อสาร นำเสนอแนวคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์ 2. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหาในบริบท 3. เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย 4. ตระหนักในความสมเหตุสมผล และความเป็นไปได้ระหว่างสถานการณ์จริงกับคณิตศาสตร์	1. ตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ 2. มีความรู้สึกที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ 3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

7. สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสี่ ขนาด 1×3 , 2×3 และ 3×3 นิ้ว ใช้แทนร้านค้า กลุ่มละ 30 แผ่น
2. กระดาษแข็ง ใช้แทนถนนจำลอง กลุ่มละ 1 แผ่น
3. ปากกาเมจิก ไม้บรรทัด กาว สำหรับช่วยสร้างแผนภาพถนนคนเดินจำลอง กลุ่มละ 1 ชุด
3. กระดาษฟลิปชาร์ต ใช้สำหรับเขียนแสดงวิธีการออกแบบ กลุ่มละ 1 – 2 แผ่น

8. สถานการณ์ปัญหา

กิจกรรมงานเปิดบ้านวิชาการของโรงเรียน “เปิดบ้านวัดโนนฯ” จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยจะมีกิจกรรมมากมาย และหนึ่งในกิจกรรมที่ได้รับความสนใจอย่างมากคือ ถนนคนเดินฟ้าขาว ซึ่งเป็นแหล่งรวมร้านค้าต่าง ๆ ของนักเรียน



คำถาม : จำนวนร้านค้าที่สามารถจัดในกิจกรรมถนนคนเดินได้มีทั้งหมดกี่ร้าน

9. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรม

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท (25 นาที)

1.1. ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรม และนำอภิปรายพูดคุยเกี่ยวกับที่มา และความสำคัญของกิจกรรมงานเปิดบ้านวัดโนฯ โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับกิจกรรมเปิดบ้าน และร่วมกันอธิบายลักษณะของการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ในงานที่นักเรียนได้เคยเข้าร่วมมาในแต่ละปี ว่ามีกิจกรรมอะไรบ้าง เพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรมในวันนี้

1.2. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยใช้สื่อรูปภาพในการแสดงสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมงานเปิดบ้านวัดโนฯ แล้วใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายประเด็นความเชื่อมโยงระหว่างการจัดพื้นที่ร้านค้าในกิจกรรมถนนคนเดิน กับความรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันวิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นในการแก้ปัญหา เช่น

- ลักษณะ ขนาด ความกว้าง ความยาว และพื้นที่ของร้านค้ากับความรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยม
- ลักษณะการจัดวางร้านค้าในกิจกรรมถนนคนเดิน ขนาด ความกว้าง และความยาวของถนนที่จะใช้จัดกิจกรรมถนนคนเดิน กับความรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

1.3. ครูและนักเรียน ร่วมกันสรุปข้อตกลงเบื้องต้น และเงื่อนไขที่จำเป็นในการแก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย

- รูปแบบการจัดร้านค้า เป็นแบบจัดทั้งสองฝั่งถนน หรือฝั่งใดฝั่งหนึ่งของถนนเท่านั้น
- ช่องว่างระหว่างร้านค้าแต่ละร้านควรมีระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร

1.4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน จากนั้นแจกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างแผนภาพการจัดร้านค้าในถนนคนเดินจำลอง และใบกิจกรรม แล้วให้นักเรียนร่วมกันหาแนวทางในการคิด และดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหานั้น โดยใช้ความรู้ กระบวนการ และสามารถช่วยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (45 นาที)

2.1. ครูให้นักเรียนร่วมกันคิด ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ในที่นี้อาจเป็นแผนภาพ และแบบรูปของสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของถนน กับความยาวหน้าร้านแต่ละร้าน หรือจำนวนร้าน) ลงในใบกิจกรรม และจำลองสถานการณ์ถนนคนเดินตามอุปกรณ์ที่ได้แจก

2.2. ครูคอยเดินสังเกตแนวคิด กระบวนการ รวมถึงคำตอบที่ได้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มขณะดำเนินกิจกรรม และตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาความสมเหตุสมผลและตรวจสอบความสอดคล้อง ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้กับข้อมูล และเงื่อนไขที่กำหนด

2.3. ครูให้นักเรียนมานำเสนอข้อสรุป และผลที่ได้หน้าชั้นเรียน โดยครูเลือกนักเรียนบางกลุ่มที่มีแนวคิด/กระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่าง และมีประเด็นที่น่าสนใจ เป็นประโยชน์กับคนอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอ อภิปราย และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากเพื่อนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป และสะท้อนความคิดที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินกิจกรรมในวันนี้ เช่น

- กิจกรรมนี้ นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง ใช้ในการทำอะไรบ้าง
- สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับการจัดสรรพื้นที่ในสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง
- ร้านค้าลักษณะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีข้อดี ข้อเสีย ข้อแตกต่างกันอย่างไร

10. การประเมินผล

1. ประเมินผลจากใบกิจกรรมในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
2. ประเมินจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

สถานการณ์ : กิจกรรมงานเปิดบ้านวิชาการของโรงเรียน “เปิดบ้านวัดโนฯ” จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยจะมีกิจกรรมมากมาย และหนึ่งในกิจกรรมที่ได้รับความนิยมอย่างมากคือ ถนนคนเดินฟ้าขาว ซึ่งเป็นแหล่งรวมร้านค้าต่าง ๆ ของนักเรียน



คำถาม : จำนวนร้านค้าที่สามารถจัดในกิจกรรมถนนคนเดินได้มีทั้งหมดกี่ร้าน

จากสถานการณ์ปัญหา และเอกสารแสดงข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า การกำหนดพื้นที่ให้แต่ละร้านค้านั้น จำเป็นต้องทราบข้อมูลสำคัญอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่า ขนาด หรือพื้นที่ของร้านค้าแต่ละร้านนั้น ควรเท่ากับเท่าไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่า ขนาดของถนนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมถนนคนเดิน เท่ากับเท่าไร

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่า จำนวนร้านค้าในถนนคนเดินควรมีอย่างน้อยกี่ร้าน

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่า ถ้ามีจำนวนร้านค้าทั้งหมด 12 ร้าน แล้วความยาวของถนนควรยาวอย่างน้อยเท่าไร

.....

.....

6. นักเรียนคิดว่า ถ้าถนนมีความยาว 100 เมตร แล้วจะสามารถจัดร้านค้าได้ทั้งหมดกี่ร้าน

.....

.....

7. นักเรียนคิดว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของถนน กับจำนวนร้านค้าเป็นอย่างไร

.....

.....

8. นักเรียนสามารถใช้ความรู้ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อะไรช่วยได้บ้าง อย่างไร

.....

.....

ให้นักเรียนร่วมกัน แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาข้างต้นโดยใช้ความรู้ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (อธิบาย แสดงวิธีคิดอย่างละเอียด)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

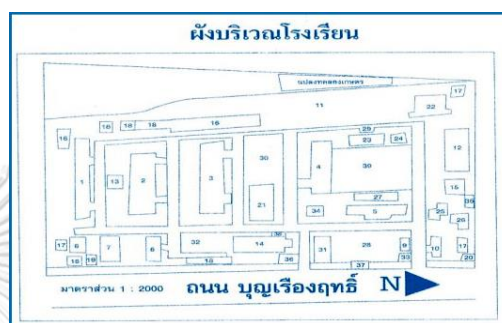
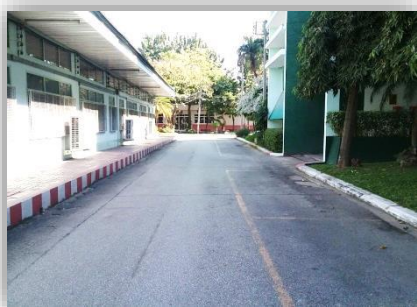
สรุปคำตอบ พร้อมเหตุผลประกอบ :

.....

.....

แนวทางการตอบคำถาม : ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

กิจกรรมงานเปิดบ้านวิชาการของโรงเรียน “เปิดบ้านวัดโนนฯ” จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยจะมีกิจกรรมมากมาย และหนึ่งในกิจกรรมที่ได้รับความสนใจอย่างมากคือ ถนนคนเดินฟ้าขาว ซึ่งเป็นแหล่งรวมร้านค้าต่าง ๆ ของนักเรียน



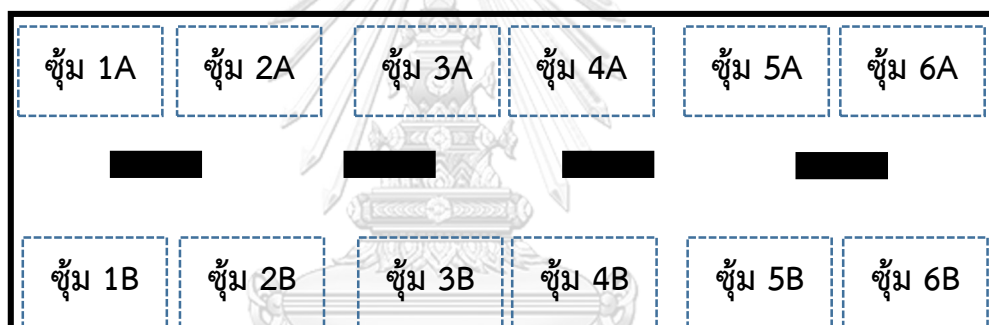
คำถาม : จำนวนร้านค้าที่สามารถจัดในกิจกรรมถนนคนเดินได้มีทั้งหมดกี่ร้าน

จากสถานการณ์ปัญหา และเอกสารแสดงข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า การกำหนดพื้นที่ให้แต่ละร้านค้านั้น จำเป็นต้องทราบข้อมูลสำคัญอะไรบ้าง
 - ขนาด, ความกว้าง, ความยาวของร้านค้า..... - ขนาด, ความกว้าง, ความยาวของถนนที่ใช้
 - ระยะห่างของแต่ละร้าน..... - ระยะที่เว้นว่าง.....
2. นักเรียนคิดว่า ขนาด หรือพื้นที่ของร้านค้าแต่ละร้านนั้น ควรเท่ากับเท่าไร
 - ขนาดของร้านค้า ควรมีความกว้าง อย่างน้อย 1 – 3 เมตร และความยาว อย่างน้อย 3 เมตร
3. นักเรียนคิดว่า ขนาดของถนนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมถนนคนเดิน เท่ากับเท่าไร
 - ขนาดของถนน ควรมีความกว้าง อย่างน้อย 5 เมตร และความยาว อย่างน้อย 100 เมตร
 แต่ไม่ควรเกิน 200 เมตร... เพราะในโรงเรียนมีพื้นที่ในการจัดงานมีอยู่อย่างจำกัด ถ้าหากจัด
 กิจกรรมถนนคนเดินยาวเกินไปจะทำให้ไม่สามารถจัดกิจกรรมอื่น ๆ ได้อีก
4. นักเรียนคิดว่า จำนวนร้านค้าในถนนคนเดินควรมีอย่างน้อยกี่ร้าน
 - 10 – 15 ร้าน.....
5. นักเรียนคิดว่า ถ้ามีจำนวนร้านค้าทั้งหมด 12 ร้าน แล้วความยาวของถนนควรยาวอย่างน้อยเท่าไร
 - ถ้าหากจัดร้านค้าทั้งหมดอยู่ฝั่งเดียวกันของถนน และร้านค้ามีความยาวแต่ละร้าน 3 เมตร
 ถนนควรมีความยาวอย่างน้อย 42 เมตร.....

6. นักเรียนคิดว่า ถ้าถนนมีความยาว 100 เมตร แล้วจะสามารถจัดร้านค้าได้ทั้งหมดกี่ร้าน
 - ถ้าหากจัดร้านค้าทั้งหมดอยู่ฝั่งเดียวกันของถนน และร้านค้ามีความยาวแต่ละร้าน 3 เมตร
 ถนนมีความยาว 100 เมตร จะสามารถจัดร้านค้าได้ทั้งหมดประมาณ 28 ร้าน.....
7. นักเรียนคิดว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของถนน กับจำนวนร้านค้าเป็นอย่างไร
 - ความยาวของถนน (เมตร) เท่ากับ $3.5 \times$ จำนวนร้านค้า.....
8. นักเรียนสามารถใช้ความรู้ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อะไรช่วยได้บ้าง อย่างไร
 - ความรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส การคาดคะเนระยะห่าง พื้นที่ และการสร้าง
 แบบรูปและความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวน.....

ให้นักเรียนร่วมกัน แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาข้างต้นโดยใช้ความรู้ และ
 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (อธิบาย แสดงวิธีคิดอย่างละเอียด)



เว้นระยะห่าง

เว้นที่ว่าง

กำหนดให้ (1) ความยาวของซุ้ม เท่ากับ 3 เมตร

(2) ระยะห่างที่เว้นระหว่างซุ้มที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.3 เมตร

และ (3) ระยะที่เว้นว่างเพื่อความสะดวก เท่ากับ 0.7 เมตร

จะได้ว่า ความยาวของซุ้มที่ 1 และ 2 รวมกับระยะห่าง และระยะที่เว้นว่าง

เท่ากับ $3 + 0.3 + 3 + 0.7 = 7$ เมตร (ความยาวของถนน)

แสดงว่า ความยาวของถนนประมาณ 7 เมตร จะสามารถจัดซุ้มได้จำนวน 2 ซุ้ม

ดังนั้น ความยาวของถนน (เมตร) เท่ากับ $\frac{7}{2} \times$ จำนวนซุ้ม

สรุปคำตอบ พร้อมเหตุผลประกอบ :

ถ้าหากทราบว่าความยาวของถนนเท่ากับเท่าไร จะทำให้หาจำนวนร้านค้าที่สามารถจัดในความยาวถนนดังกล่าวนั้นได้ หรือในทำนองเดียวกัน ถ้าหากทราบว่าจำนวนร้านค้าที่ต้องการจัดในงานมีจำนวนกี่ร้านค้า จะสามารถบอกได้ว่าควรต้องใช้ถนนที่มีความยาวอย่างน้อยกี่เมตรได้เช่นกัน

นั่นคือ ความยาวของถนนที่ใช้สำหรับจัดงานประมาณ 100 – 200 เมตร สามารถจัดร้านค้าที่มีความยาว 3 เมตร โดยจัดฝั่งเดียวของถนนได้ทั้งหมดไม่เกิน 28 – 55 ร้านค้า



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ตาราง 20 ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	ผู้ทรงคุณวุฒิ	ผลการประเมิน / ประเด็นพิจารณา				
		1.1	1.2	1.3	2.1	3.1
1. King of umami: คณิตศาสตร์ กับปัญหาการตากถั่วเน่าแผ่น	คนที่ 1	+1	+1	0	+1	+1
	คนที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1
ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 1 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ย (M) เท่ากับ 0.93						
2. Design by me: คณิตศาสตร์ กับปัญหาการทำโคมกระดาษสา	คนที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 3	0	+1	+1	+1	0
ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 2 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ย (M) เท่ากับ 0.86						
3. The amazing street: คณิตศาสตร์กับปัญหาการจัดสรร พื้นที่ถนนคนเดิน	คนที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1
ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 3 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ย (M) เท่ากับ 1						
4. Super bench: คณิตศาสตร์ กับปัญหาการจัดโต๊ะหินอ่อน	คนที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 3	+1	+1	+1	+1	0
ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 4 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ย (M) เท่ากับ 0.93						
5. Lord of the rich: คณิตศาสตร์ กับปัญหาตู้เก็บขวดน้ำ	คนที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 2	+1	+1	+1	0	+1
	คนที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1
ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 5 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ย (M) เท่ากับ 0.93						
6. What does the fog say? : คณิตศาสตร์กับปัญหาฝุ่นละออง	คนที่ 1	+1	+1	+1	0	+1
	คนที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1
	คนที่ 3	+1	+1	0	+1	+1
ผลการประเมิน : ชุดกิจกรรมที่ 6 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ย (M) เท่ากับ 0.86						

หมายเหตุ : รายละเอียดเกี่ยวกับประเด็นการพิจารณาคุณภาพชุดกิจกรรมแสดงไว้ดังตาราง 8



ตัวอย่าง: แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

สถานการณ์ : ช่วงฤดูของมะม่วงสุกตั้งแต่เดือนเมษายน – มิถุนายนของทุกปี จะมีผลผลิตจำนวนมาก ชาวสวนผลไม้ และแม่ค้าขายผลไม้ต้องหาวิธีการแปรรูปมะม่วงสุกให้สามารถจำหน่ายได้อย่างหลากหลาย โดยหนึ่งในการแปรรูปคือการทำแยมมะม่วง ซึ่งในการทำแยมมะม่วงปริมาณ 1,500 กรัม มีสูตรการทำดังนี้

“เนื้อมะม่วงสุกกิโลครึ่ง น้ำตาลหกขีด แบ่งเป็นน้ำตาลทรายขาว 2 ส่วน น้ำตาลทรายแดง 1 ส่วน เติมน้ำมะนาวขวดเล็ก 600 มิลลิลิตร และน้ำสะอาดครึ่งของขวดใหญ่ 1.5 ลิตร”

จากสถานการณ์ **ถ้าต้องการทำแยมมะม่วง 40 กิโลกรัม**ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

(องค์ประกอบที่ 1) คำถามที่ 1 : การคำนวณว่าจะต้องใช้เนื้อมะม่วงสุก และน้ำตาลทรายแต่ละชนิดอย่างละกี่กิโลกรัม และต้องใช้น้ำมะนาว และน้ำสะอาดกี่ลิตร “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร”

แนวทางการตอบ

..... 1. ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วน และสัดส่วน ในการเปรียบเทียบปริมาณของเนื้อมะม่วงสุกจากสูตรการทำแยมมะม่วง 1,500 กรัม เป็น 40 กิโลกรัม.....

..... 2. ใช้ความรู้เรื่องการแปลงหน่วยการวัด (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในการเปลี่ยนหน่วยจากกรัม และขีด ให้เป็นกิโลกรัม จากมิลลิลิตร ให้เป็นลิตร.....

..... 3. ใช้ความรู้เรื่องการคำนวณเศษส่วน หรือทศนิยม ในการหาปริมาณเนื้อมะม่วงสุก และน้ำ.....

(องค์ประกอบที่ 2) คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน” ในการหาปริมาณของส่วนประกอบต่าง ๆ ในการทำแยมมะม่วง

แนวทางการตอบ

..... 1. แปลงหน่วยของเนื้อมะม่วงสุก น้ำตาลทราย น้ำมะนาว และน้ำสะอาดให้สอดคล้องกัน.....

..... 2. เขียนอัตราส่วนของน้ำหนักแยมมะม่วง ต่อเนื้อมะม่วงสุก ต่อน้ำตาลทราย ต่อน้ำมะนาว.....

..... 3. เขียนสัดส่วนของน้ำหนักแยมมะม่วงตามสูตร ต่อแยมมะม่วงที่ต้องการ และส่วนประกอบต่าง ๆ ตามสูตร ต่อส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการทำแยมที่ต้องการ.....

..... 4. คำนวณหาปริมาณของส่วนประกอบต่าง ๆ จากสัดส่วนที่เขียนไว้ จะได้ปริมาณของส่วนประกอบต่าง ๆ ในการทำแยมที่ต้องการ.....

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

แนวทางการตอบ

.....สถานการณ์เกี่ยวกับการหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ในการทำอาหาร ทำขนม ทำน้ำผลไม้ต่าง ๆ ตามสูตร หรือตามอัตราส่วนที่พอเหมาะพอดี ซึ่งอาจมีสูตรที่หลากหลาย แต่ละสูตรไม่ได้เขียนหน่วย ชั่ง ตวง วัดที่สอดคล้องกันชัดเจน.....



สถานการณ์ : สถานีขนส่งในเมือง ก. มีตารางเวลาการเดินทางประจำทางไปยังอำเภอต่าง ๆ ดังนี้

คันที่	สถานีต้นทาง	เวลาออก	สถานีปลายทาง	เวลาถึง
1	เมือง ก.	04.30 น.	เมือง ข.	07.15 น.
2	เมือง ก.	06.50 น.	เมือง ค.	15.40 น.
3	เมือง ก.	07.30 น.	เมือง ง.	17.15 น.
4	เมือง ก.	09.15 น.	เมือง จ.	20.10 น.
5	เมือง ก.	10.25 น.	เมือง ฉ.	19.30 น.

โดยรถประจำทางที่ไปยังอำเภอต่าง ๆ วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ยสม่ำเสมอ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทุกสาย จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

(องค์ประกอบที่ 1) คำถามที่ 1 : จากข้อมูลในตาราง จะทราบได้อย่างไรว่าเมืองใดที่อยู่ใกล้เมือง ก มากที่สุด และมีระยะทางจากเมือง ก กี่กิโลเมตร “นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร”

แนวทางการตอบ

- 1. ใช้ความรู้เรื่องการคำนวณเวลา และทศนิยม ในการหาเวลาที่ใช้ในการเดินทาง
 2. ใช้ความรู้เรื่องระยะทาง และความเร็ว ในการหาระยะทางระหว่างเมือง ก กับเมืองอื่น

(องค์ประกอบที่ 2) คำถามที่ 2 : “ให้นักเรียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน” ในหาว่าเมืองใดที่อยู่ใกล้เมือง ก มากที่สุด และมีระยะทางจากเมือง ก กี่กิโลเมตร

แนวทางการตอบ

- 1. คำนวณหาเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากเมือง ก ไปยังเมืองต่าง ๆ
 2. เปรียบเทียบเวลาเดินทางจากเมือง ก ไปยังเมืองต่าง ๆ เพื่อหาเวลาน้อยที่สุด
 3. นำเวลา (ชั่วโมง) ที่ได้มาคูณกับความเร็วเฉลี่ย (80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) จะได้ระยะทางจากเมือง ก ไปเมืองดังกล่าว

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

แนวทางการตอบ

- สถานการณ์การคาดคะเนเวลา และระยะทางที่ใช้ในการเดินทางด้วยเรือ หรือรถไฟ

ตัวอย่าง: แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

คำชี้แจง : จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องพฤติกรรมที่แสดงออก เมื่อสังเกตพบว่านักเรียน/กลุ่มนักเรียนได้แสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ ในระหว่างทำกิจกรรม

1. เลือกความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้
2. อธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้คณิตศาสตร์ได้
3. อธิบายขั้นตอน หรือวิธีการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เลือกไปแก้ปัญหาได้
4. ยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ได้

ครั้งที่ (วัน/เดือน/ปี)	ชื่อนักเรียนที่สังเกต	พฤติกรรม				ข้อสังเกตเพิ่มเติม
		1	2	3	4	
	กลุ่มสูง :					
	กลุ่มสูง :					
	กลุ่มสูง :					
	กลุ่มกลาง :					
	กลุ่มกลาง :					
	กลุ่มกลาง :					
	กลุ่มต่ำ :					
	กลุ่มต่ำ :					
	กลุ่มต่ำ :					

หมายเหตุ : พฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ที่กำหนด สามารถสังเกตได้ในระหว่างทำกิจกรรมตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นไปนี้

- **ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์บริบท** สามารถสังเกตพฤติกรรมที่ 1 และ 2 ของนักเรียนได้ในขณะครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ปัญหา และความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
- **ขั้นที่ 2 การสร้างความเชื่อมโยงบริบทสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์** สามารถสังเกตพฤติกรรมที่ 3 ของนักเรียนได้ในขณะนักเรียนเริ่มร่วมกันดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา
- **ขั้นที่ 3 การสรุปและสะท้อนความคิด** สามารถสังเกตพฤติกรรมที่ 4 ของนักเรียนได้ในขณะครูและนักเรียนร่วมกันสรุป และสะท้อนความคิดในประเด็นเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาในบริบท กับความรู้คณิตศาสตร์

ตัวอย่าง: แบบสัมภาษณ์การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

ชื่อ - นามสกุล : กลุ่มคะแนน (สูง/กลาง/ต่ำ)	วัน/เดือน/ปี : การสัมภาษณ์ครั้งที่
<p>องค์ประกอบที่ 1 การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ แนวทางการสัมภาษณ์ : - ขณะที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหานี้แล้ว <u>นักเรียนนึกถึงหัวข้อ หรือความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง.....</u> เพราะเหตุใด/อะไรที่ทำให้นักเรียนนึกถึงเรื่องดังกล่าว</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>องค์ประกอบที่ 2 การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหที่นักเรียนพบ แนวทางการสัมภาษณ์ : นักเรียนลองเล่าให้ครูฟังหน่อยว่า ถ้านักเรียนต้องการแก้ปัญหาคือนี้ โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนกำหนด <u>นักเรียนจะเริ่มทำอะไรก่อน..... แล้วจะทำอะไรต่อไปอีกบ้าง.....</u> ลองอธิบายขั้นตอนที่จะทำให้ครูฟัง</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>องค์ประกอบที่ 3 การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือวิชาอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ แนวทางการสัมภาษณ์ : นักเรียนคิดว่า สถานการณ์อะไรบ้าง ที่มีความเกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง..... เกี่ยวข้องกันอย่างไร.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

ตัวอย่าง: แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นี้ มีจำนวน 12 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อ แล้วให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด เพียงข้อละหนึ่งระดับเท่านั้น ซึ่งข้อมูลที่ได้จะใช้สำหรับการทำวิจัย และไม่มีผลต่อการให้คะแนนในวิชาคณิตศาสตร์

ระดับความคิดเห็น :

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หมายถึง	นักเรียนมีความคิดเห็น สอดคล้อง กับข้อความนั้นมากที่สุด
เห็นด้วย	หมายถึง	นักเรียนมีความคิดเห็น สอดคล้อง กับข้อความนั้นมาก
ไม่เห็นด้วย	หมายถึง	นักเรียนมีความคิดเห็น ขัดแย้ง กับข้อความนั้นมาก
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หมายถึง	นักเรียนมีความคิดเห็น ขัดแย้ง กับข้อความนั้นมากที่สุด

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
ด้านความรู้					
1. ความรู้คณิตศาสตร์สามารถนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (+)					
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อทุก ๆ คน (+)					
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เข้าใจยาก ไม่เป็นรูปธรรม (-)					
4. วิชาคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วยให้ฝึกคิดอย่างเป็นระบบ (-)					
ด้านอารมณ์ความรู้สึก					
5. ฉันสนุกที่ได้ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ (+)					
6. ฉันชอบแก้ปัญหาที่ต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์ (+)					
7. ฉันกลัวที่จะแสดงความคิดเห็นในวิชาคณิตศาสตร์ (-)					
8. ฉันเบื่อหน่ายที่จะต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (-)					
ด้านพฤติกรรม					
9. ฉันพยายามทำงานในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (+)					
10. ฉันอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ให้เพื่อนอยู่เสมอ (+)					
11. ฉันเลี่ยงการตอบคำถามในคาบคณิตศาสตร์ (-)					
12. ฉันจะไม่ร่วมกิจกรรมอื่นๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (-)					

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสกล ตั้งแก้วสกุล เกิดวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2535 ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 2 จากสาขาวิชาคณิตศาสตร์ (กศ.บ.) ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2557 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

