

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถใน
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



(รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม)

อาจารย์ที่ปรึกษา



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากท่านรองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ท่านผู้ให้คำปรึกษาให้คำชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง และตรวจสอบข้อบกพร่องให้ผู้วิจัยนำกลับไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อประโยชน์ต่อการค้นคว้าอิสระให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำให้คำปรึกษา ให้คำชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องนานาประการในการทำการค้นคว้าอิสระตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดด้วยความกรุณา และความเอาใจใส่เสมอมา ยิ่งไปกว่านั้นท่านยังให้ความรู้ และทักษะต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้า และสามารถนำไปใช้ได้ในอนาคตข้างหน้า ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ไทยเลิศ อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ตลอดจนให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า ทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่าน มลิวัลย์ ชาวทอง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนตะคร้อพิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 42 ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ตลอดจนถึงข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับเครื่องมือในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้จนได้เครื่องมือที่สมบูรณ์และเป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยความสะดวก และชอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนทุ่งโพธิ์ทะเลพิทยา ที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญให้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงคอยเป็นกำลังใจที่สำคัญให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาคการศึกษาทุกท่าน และขอใจเพื่อน
นิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบ และอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน
และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้
ต่อไป

ทศพล สุคติ



ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้ศึกษาค้นคว้า	ทศพล สุดดี
ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ, กศ.ม.สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs, สมการเชิงเส้นสองตัวแปร, ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model – Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2. เพื่อศึกษาผลของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) ผู้เข้าร่วมวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities 2) ใบกิจกรรม 3) แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.91 คิดเป็นร้อยละ 78.78 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร มีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และอยู่ในระดับมากขึ้นไป

Title The Effect of Mathematical Learning Based on Model-Eliciting Activities (MEAs) on Mathematical Connection Ability in The Topic of Linear Equation with Two Variables of Students in Grade 9

Author Tossapon Suddee

Advisor Associate Professor Chakkrid Klineam, Ph.D.

Academic Paper Independent Study, M.Ed. in Mathematics, Naresuan University, 2019

Keywords Model-Eliciting Activities (MEAs), Linear equation with two variables, Mathematical Connection Ability

ABSTRACT

The purposes of this research were firstly to compare students' mathematical connection ability after learning through Model-Eliciting Activities (MEAs) in the topic of linear equation with two variables to the determined criteria of 70 percent of total scores. Secondly, to study the effects of MEAs on mathematical connection ability. In this study, participants were 32 students in grade 9. They came from a school in the Office of Secondary Educational Service Area 41. The research tools were MEAs lesson plans, worksheets, and Mathematical connection ability test.

The results showed that

1. the mean scores from test was 18.91 which are represented 78.78 percent and higher than the determined criteria of 70 percent of total scores with statistically significance at .05.
2. According to an analysis of worksheets and mathematical connection ability test after learning through MEAs, student scan improve their mathematical connection ability. Most of them performed mathematical connection ability in the high level.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	คำถามวิจัย.....	5
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
	สมมติฐานของการวิจัย.....	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
	หลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐานพุทธศักราช 2551.....	10
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities	14
	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
	การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40
	การออกแบบการวิจัย.....	41
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	41
	การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	41
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	55
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
	สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	57

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	58
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	58
ตอนที่ 2 ผลการศึกษากิจการจิตกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.	59
5 บทสรุป.....	92
สรุปผลการวิจัย.....	92
อภิปรายผล.....	94
ข้อเสนอแนะ.....	97
บรรณานุกรม.....	99
ภาคผนวก.....	104
ประวัติผู้วิจัย.....	138

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแบบแผนการวิจัย.....	41
2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	42
3 แสดงรายละเอียดของเนื้อหาส่วนที่ใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	43
4 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้/กิจกรรมการจัดการเรียนรู้/ต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	47
5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	50
6 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และชื่อสถานการณ์ในใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	52
7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในใบกิจกรรมกับองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	53
8 เกณฑ์การจัดกลุ่มคำตอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	53
9 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	54
10 แสดงผลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	58
11 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	60
12 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	64
13 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	68
14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	72
15 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1.....	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1.....	77
17 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2.....	78
18 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2.....	78
19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3.....	79
20 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3.....	79
21 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 4.....	80
22 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 4.....	81
23 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์.....	82
24 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา ที่พบจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์.....	85
25 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์.....	89
26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวทาง MEAs หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร.....	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
27	แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร.....	109
28	แสดงผลการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร.....	116
29	แสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร.....	117
30	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	118



สารบัญญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 1.....	61
2	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 1 ที่นักเรียนระบุข้อมูลได้เพียงบางส่วน.....	61
3	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 2.....	62
4	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 2 ที่ขาดการเขียนหัวข้อในการคำนวณจากสมการของแต่ละชั้น.....	62
5	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 3.....	63
6	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 3 ที่นักเรียนขาดในส่วนของกรขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจน.....	63
7	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 1.....	65
8	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 1 ที่นักเรียน สามารถระบุข้อมูลได้ครบถ้วน.....	65
9	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 2 ในส่วนแรก...	66
10	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 2 ในส่วนที่สอง.	66
11	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 3.....	67
12	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 3 ที่นักเรียน ขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจน.....	67
13	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 1 ที่ระบุ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาและข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน.....	69
14	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 1 ที่นักเรียนไม่ได้อธิบายว่านำความรู้ที่ไปทำอะไร.....	69
15	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 2 ที่ระบุ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน.....	70

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
16	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 2 ที่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน.....	70
17	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 3 ที่ระบุได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาแต่ยังขาดการขยายความ.....	71
18	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 3 ที่ขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจน.....	71
19	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 1 ระบุข้อมูลได้เพียงบางส่วน.....	73
20	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 1 ที่นักเรียนตอบแนวทางคล้าย ๆ กัน.....	73
21	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 2 ที่มีการระบุขั้นตอนได้ถูกต้องมีการสรุปเป็นสูตรในขั้นตอนสุดท้าย.....	74
22	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 2 ที่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน.....	74
23	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 3 ที่ขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุ.....	75
24	แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 3 ที่ขยายความในสิ่งที่ระบุได้ชัดเจน.....	75
25	ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 1 ที่อยู่ในระดับ 2.....	83
26	ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 1 ที่อยู่ในระดับ 1.....	83
27	ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 2 ที่อยู่ในระดับ 2.....	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
28 ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ที่พบในสถานการณ์ที่ 4 ที่อยู่ในระดับ 2.....	84
29 ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ที่พบในสถานการณ์ที่ 3 ที่อยู่ในระดับ 1.....	85
30 ภาพความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 2 ที่อยู่ในระดับ 2.....	87
31 ภาพความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 4 ที่อยู่ในระดับ 1.....	87
32 ภาพความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 3 ที่อยู่ในระดับ 2.....	88
33 ภาพความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหา ที่พบในสถานการณ์ที่ 3 ที่อยู่ในระดับ 2.....	90
34 ภาพความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหา ที่พบในสถานการณ์ที่ 2 ที่อยู่ในระดับ 1.....	90
35 ภาพความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหา ที่พบ ในสถานการณ์ที่ 4 ที่อยู่ในระดับ 0.....	91

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ ช่วยพัฒนาความคิด ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล คิดเป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบเจอได้อย่างรอบคอบถี่ถ้วน คณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญในการคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสมเป้าหมายของการจัดการเรียนคณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ รวมถึงมุ่งเน้นให้ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต การศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การเรียนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือนักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็น รูปธรรมกับกระบวนการเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักการสร้างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริง ซึ่งเห็นได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญ และมีความจำเป็นสำหรับผู้เรียน เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณค่า มีความเข้าใจในความรู้ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (อัมพร มาคอง, 2554) อีกทั้งความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ยังเป็นความสามารถพื้นฐานให้กับนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ ไปสู่การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในบริบทต่าง ๆ หรือบริบทชีวิตจริง รวมไปถึงการเชื่อมโยงความรู้ เพื่อเป็นเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น (Dossey, 2002) ถึงแม้วิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญในการพัฒนาทักษะชีวิตต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเป็น พลเมืองที่มีศักยภาพตามความต้องการของโลกในศตวรรษที่ 21 แต่การพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จตามที่คาด หวังเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2558 2559 และ 2560 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 32.40 29.31 และ 26.30 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2015) ได้เผยแพร่ผลสอบ PISA ของปี 2558 ซึ่งเป็นปีที่มีการจัดสอบล่าสุดออกมา การ

สอบครั้งนี้มีเด็กนักเรียนเข้าร่วมสอบจาก 72 ประเทศ จำนวนกว่า 540,000 คน ปรากฏว่าผลสอบของเด็กนักเรียนไทยในการประเมินการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นไม่ได้มีการพัฒนาขึ้นจากปีก่อน ๆ โดยในวิชา คณิตศาสตร์ ไทยอยู่อันดับ 54 นอกจากนี้ ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกับนานาชาติในโครงการ TIMSS 2015 (The Trends in International Mathematics and Science Study 2015) ของประเทศไทยมีผลประเมินอยู่ในลำดับที่ 26 จากผู้ร่วมเข้าประเมิน จำนวน 39 ประเทศและนักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 431 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยคะแนน นานาชาติอยู่ที่ 500 คะแนน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2558) ได้เปิดเผยผลการวิจัยการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับ นานาชาติ พ.ศ. 2558 หรือ TIMSS 2015 โดยผลปรากฏว่า ระดับคะแนนในคณิตศาสตร์ ของประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์ระดับ 1 หรือระดับต่ำ (Low International Benchmark) ซึ่งข้อมูลจากการประเมินทั้งระดับชาติและนานาชาติข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของไทยยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริง เพราะการนำความรู้ไปใช้ได้จริงนั้นต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่สำคัญมากก็ตาม แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังคงด้อยความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2555: 1) ซึ่งปัญหาที่พบนี้สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยพบเจอในห้องเรียน นั่นคือนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้และไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้โดยในเนื้อหาทางวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีความเป็นนามธรรม โดยเฉพาะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ความสามารถ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการพัฒนาด้านความสามารถ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นต้องได้รับการส่งเสริมอย่างเพียงพอเพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาแล้วยังไม่มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์เท่าที่ควร และยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2544) ดังนั้น การปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตามมาตรฐาน ครูผู้สอนหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาควรมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนนั้นได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย

ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และมีส่วนทำให้นักเรียนก้าวทันการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้งานในการดำรงชีวิต คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาสัมพันธ์กับความรู้ปัญหา หรือสถานการณ์ที่พบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือแก้สถานการณ์ปัญหาอื่น ที่พบได้ง่ายยิ่งขึ้น The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) อีกทั้งยังมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2554: 60) รวมถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ยังทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ คล่องแคล่วขึ้น (Dossey, 2002: 81-83) จากที่กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน NCTM (1991) ได้ให้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำได้โดยการที่ครูพัฒนาความคิดรวบยอดกระบวนการและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดังนี้ 1) สราจิตความรู้ในเรื่องความคิดรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) นำเสนอคณิตศาสตร์ในลักษณะเช่นเดียวกับเครือข่ายการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดและกระบวนการร่วมกัน 3) เน้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และเป็นการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน 4) ให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมในการส่งเสริมความเข้าใจในความคิดรวบยอดกระบวนการ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 5) ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคณิตศาสตร์โดยขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดกระบวนการ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้น แนวทางการจัดกิจกรรมหนึ่งที่น่าจะส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ Model - Eliciting Activities หรือ MEAs ที่พัฒนาโดยอิงจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-base learning) โดยนักการศึกษาคณิตศาสตร์ Lesh et al. (2000) ซึ่งกล่าวว่าเป็นการออกแบบกิจกรรมเพื่อช่วยกระตุ้นนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดลทาง

คณิตศาสตร์ (mathematical model) ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน และเป็นปัญหาในชีวิตจริง ผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนต้องสามารถอธิบายกระบวนการคิดของตนเอง ตลอดจน ประเมินกระบวนการคิดของตนเองและผู้อื่นได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสัมพันธ์กับ ชีวิตนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง (Lesh and English, 2005; Showalter, 2008) โดย Model - Eliciting Activities มีหลักการสำคัญในการออกแบบ กิจกรรม 6 ประการ (Lesh et al., 2000; Showalter, 2008) กล่าวโดยสรุป คือ 1) หลักการสร้าง โมเดล (Mode-construction principle) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ ในกิจกรรมเอื้อให้นักเรียน สามารถสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับองค์ประกอบสำคัญของ ปัญหาได้ 2) หลักการเป็นความจริง (Reality principle) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในกิจกรรม จะต้องเป็นปัญหาที่มีความหมาย มีความสัมพันธ์กับชีวิตของนักเรียน และมีรากฐานอยู่บนข้อมูล จริง 3) หลักการประเมินตนเอง (Self-assessment principle) นักเรียนต้องได้รับโอกาสที่จะ นำ เสนอ ประเมินและปรับปรุงโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นได้ 4) หลักการจัดการเอกสาร (Model-documentation principle) นักเรียนต้องได้เขียน แสดงความแนว คิดของตนเองขณะทำงานผ่านกิจกรรมเกี่ยวกับโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการ แก้ปัญหา ซึ่งจะ ช่วยให้เกิดการสะท้อนความคิดของนักเรียน และสนับสนุนหลักการประเมินตนเอง 5) หลักการการ ปรับเปลี่ยนและนำมาใช้ใหม่ (Shared-ability and Reusability principle) โมเดลทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นต้องสามารถถูกนำไปแบ่ง ส่วน ดัดแปลงและนำไปใช้ใน สถานการณ์อื่น ๆ ได้ 6) หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ใช้ต้องไม่ยากเกินที่นักเรียนจะเข้าใจ และต้องสัมพันธ์กับความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ซึ่ง นักเรียนสามารถนำไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจากที่ กล่าวหลักการของ Model-Eliciting Activities มาทั้งหมดนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมตามแนว Model-Eliciting Activities นั้นมีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ Lesh and English (2005) ได้นำเสนอการนำแนวทาง Model-Eliciting Activities ไปออกแบบการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยได้กำหนดลักษณะงานเพื่อให้นัก เรียนได้ฝึกการตีความปัญหาในชีวิตจริง เพื่อนำมาปรับให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์และหาวิธี การในการแก้ปัญหา โดยจะมีส่วนประกอบอยู่ 4 ส่วน ดังนี้ 1) บทความ (Newspaper Article) นักเรียนทุกคนอ่านบทความเพื่อทำความเข้าใจปัญหาในบทความ และบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา 2) คำถามเพื่อเตรียมความพร้อม (Readiness Questions) นักเรียนทุกคนตอบคำถาม

ต่าง ๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาในบทความเพื่อให้เกิดความเข้าใจบริบทต่าง ๆ ที่ชัดเจนขึ้น 3) ข้อมูลของปัญหา (Problem Statement) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลของปัญหาและหาวิธีการในการแก้ปัญหา 4) กระบวนการในการแลกเปลี่ยนแนวคิด (Process of Sharing) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนวิธีการในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และนำเสนอต่อชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น หรือคนอื่นได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อาจแตกต่างกันและได้มีโอกาสพิจารณาวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities (MEAs) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยคาดว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่จะนำแนวทางการสอน Model - Eliciting Activities (MEAs) ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

คำถามวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) แล้วนักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ศึกษาผลของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs)

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทุ่งโพธิ์ทะเลพิทยาศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 132 คน
กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทุ่งโพธิ์ทะเลพิทยาศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 32 คน

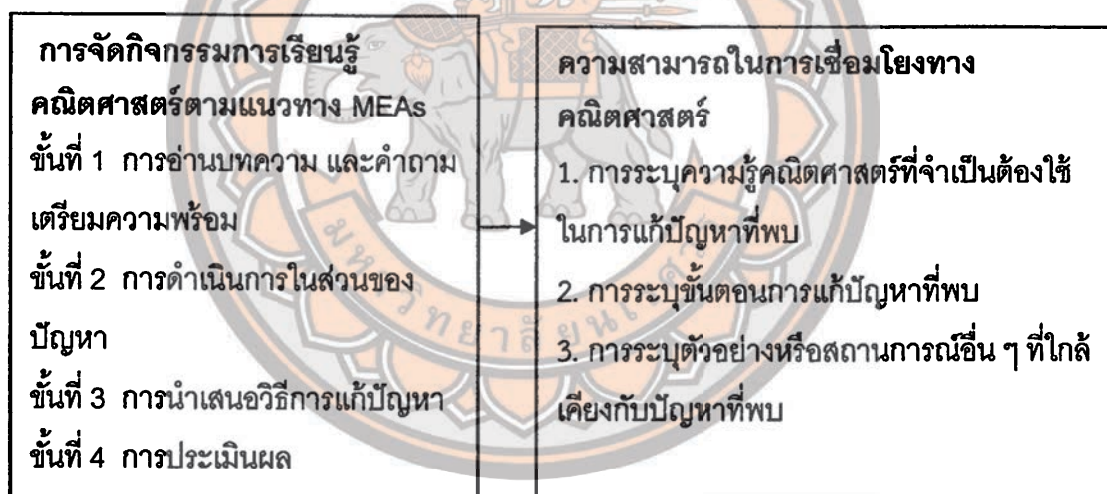
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

3. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model Eliciting Activities (MEAs)

3.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย



นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities (MEAs) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือสร้างวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิต โดยจัดให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์สร้างโมเดลหรือสูตรอีกทั้งยังทำการอธิบายการกล่าวอ้างการประเมิน และการปรับปรุงแก้ไขโมเดลหรือสูตร (Lesh et al., 2000) ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านบทความ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม คือ การใช้บทความที่มีอยู่ในชีวิตจริงเพื่อเป็นข้อมูลในการนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหา และให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามเตรียมความพร้อม

ขั้นที่ 2 ขั้นการดำเนินการในส่วนของปัญหา นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มแล้วเผชิญกับข้อความปัญหาแล้วร่วมกันระบุข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการการแก้ปัญหาและวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนต้องสร้างขึ้นจากนั้นนักเรียนร่วมกันคิดหาวิธีแก้ปัญหาโดยเขียนรายละเอียดลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการที่สร้างขึ้นมาชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการประเมินผลหลังจากนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จครูให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อนว่าเหมาะสมและตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่พร้อมเหตุผล และประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีสิ่งที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่อย่างไรโดยให้นักเรียนอธิบายแล้วให้นักเรียนประเมินความรู้และทักษะกระบวนการที่ตนเองใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาสัมพันธ์กับความรู้ปัญหา หรือสถานการณ์ที่พบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือแก้สถานการณ์ปัญหาอื่นที่พบได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับใช้แนวทางการวัดและประเมินตามแนวคิดของ (NCTM, 2000) ที่มุ่งวัดและประเมินทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ กับสถานการณ์ปัญหาที่พบ โดยวัดจากการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และอธิบายรายละเอียดของ

การนำความรู้คณิตศาสตร์ในรูป ทฤษฎีบท กฎ สูตร และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องไป
ใช้ ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือ
ขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยวัดจากการอธิบายขั้นตอนใน
การแก้ปัญหาที่นักเรียนพบและต้องดำเนินการแก้ปัญหา

3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ คือ ความ
สามารถในการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทอื่น ๆ ได้ โดยวัด
จากการระบุตัวอย่างสถานการณ์ หรือสร้างโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ในบริบทอื่น ๆ ที่ใกล้
เคียงกับความรู้ที่นักเรียนได้ระบุไว้

สมมติฐานของการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง
Model-Eliciting Activities (MEAs) และแนวคิดที่ใกล้เคียง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสมมติฐานของการ
วิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) หลังเรียนสูงกว่า
เกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังนี้

1. หลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์
 - 1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.4 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities
 - 2.1 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของ Model-Eliciting Activities
 - 2.2 ความเป็นมาของ Model-Eliciting Activities
 - 2.3 หลักสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities
 - 2.4 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities
 - 2.5 แนวทางการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน
 - 2.6 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities
3. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 1-5) ได้ให้ความสำคัญในประเด็นทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามภาพกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1.2.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอด และความรู้สึกรับรู้เชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1.2.2 การวัดความยาว ระยะเวลา น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงิน และเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดอัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.2.3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต

(geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และ การหมุน (rotation)

1.2.4 พีชคณิต แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียน ข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์ และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

1.2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีทั้งหมด 6 สาร ซึ่งเนื้อหาเรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร นั้นอยู่ใน สารที่ 4 พีชคณิต และ สารที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สารที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1: เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวน และสามารถนำสมบัติที่เกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบาย และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometrize Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ได้แก่

ค 4.2 ม 3/3 เขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ค 4.2 ม 3/4 อ่าน และแปลความหมายกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และกราฟอื่น ๆ

ค 4.2 ม 3/5 แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และนำไปใช้แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจ และใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติ และความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ได้แก่

ค 6.1 ม 1-3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม 1-3/2 ใช้ความรู้ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม 1-3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม 1-3/4 ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อ ความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

ค 6.1 ม 1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

ค 6.1 ม 1-3/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.4 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.4.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สอง และรากที่สามของจำนวนจริง สามารถ ดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สอง และรากที่สามของจำนวน จริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการ และแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิต จริงได้

1.4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของ ปริซึมทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความ ยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิต จริงได้

1.4.3 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและ เส้นตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิดทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

1.4.4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของรูป สามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ และสามารถนำสมบัตินั้นไปใช้ในการ ให้เหตุผล และมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต(geometric transformation) ในเรื่อง การเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

1.4.5 สามารถนีกภาพ และอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

1.4.6 สามารถวิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

1.4.7 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

1.4.8 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

1.4.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มเหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

1.4.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคนิคโดยใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities

2.1 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของ Model-Eliciting Activities

Lesh และคณะ (1983) ได้ผลิตเครื่องมือที่สนับสนุนการทำความเข้าใจในทัศนคติของนักเรียนโดยการเตรียมบริบทที่นักเรียนมีส่วนร่วมกับการวิเคราะห์การประเมินการกล่าวแย้งการอธิบายการประดิษฐ์การจัดการ และการปรับปรุงแก้ไขโมเดลที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับความเป็นจริง และมีความหมาย

Lesh และ English (2005) นิยาม MEAs ว่าเป็นกิจกรรมปัญหาที่ถูกออกแบบไว้อย่างชัดเจนเพื่อช่วยนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในการพัฒนาพื้นฐานการสร้างมโนทัศน์ในเชิงลึก และระดับที่สูงขึ้นในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ และสาขาอื่น ๆ แต่ละภาระงานจะให้นักเรียนตีความสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ในโลกจริงที่ซับซ้อน และประสงค์ให้เกิดการพัฒนาการสร้างคำอธิบายกระ

บวกร หรือระเบียบวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองความต้องการตามจุดประสงค์ในการตัดสินใจของลูกค้า หรือผู้ที่จะนำไปใช้เนื่องจากกลุ่มของนักเรียนสร้างคำอธิบายกระบวนการและวิธีการ (แทนที่จะเป็นคำตอบเดียว) วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นภาระงานจะแสดงให้เห็นถึงวิธีในการคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับ

Eric Hamilton และคณะ (2008) กล่าวไว้อีกว่า MEAs เป็นประเภทของปัญหาที่เลียนแบบจากสภาพจริงหรือสถานการณ์ปัญหาที่ต้องได้รับการกระตุ้นที่เหมือนกับในโลกจริงนักเรียนจะต้องจัดเป็นกลุ่ม 3 – 5 คนช่วยกันทำงาน 1 – 2 คาบเรียนในขณะที่องค์ประกอบพื้นฐานเหล่านี้คล้ายกับแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem based learning) และ การตรวจสอบการเขียนแบบให้เหตุผล (case reasoning literature) แต่ MEAs มีจุดกำเนิดที่ต่างกับแนวคิดทั้งสองซึ่งส่งผลต่อการออกแบบและการใช้ทฤษฎี และการปฏิบัติของ MEAs พัฒนารขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับนักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ต้องการสังเกตพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาและการเติบโตของการรู้คิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านของวิวัฒนาการปรับปรุงแก้ไขความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหานั้นเป็น วิจัยที่น่าสนใจและรวมถึงแบบจำลองทางมโนทัศน์ และการดำเนินการของแบบจำลองอย่างละเอียดลออบนหลักการพื้นฐานของการแก้ปัญหาเสนอความเข้าใจลึกซึ้งเพื่อศึกษาสาเหตุที่นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการนั้น ๆ มากกว่าการสนใจในตัววิธีการหรือโครงสร้างของปัญหาจึงกล่าวได้ว่า Model - Eliciting Activities (MEAs) คือกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างโมเดลในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องชีวิตจริงโดยจัดให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ประติษฐ์และจัดการโมเดลอีกทั้งยังทำการอธิบายการกล่าวแย้งการประเมินและการปรับปรุงแก้ไขโมเดล

Showalter (2008) ได้กล่าวว่า MEAs ถูกออกแบบให้ใช้สำหรับเปิดเผยความคิดของนักเรียนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างโมเดล และให้นักเรียนคิดเป็นคณิตศาสตร์โดยหลักการในการออกแบบ MEAs ได้ถูกประยุกต์และพัฒนามาจากกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับรายวิชาเกี่ยวกับวิศวกรรมประกอบกับการปรับปรุง และขัดเกลาให้เข้ากับเนื้อหาทางวิศวกรรมแล้วค้นพบว่าการพัฒนากิจกรรมนั้นเกิดประสิทธิภาพในการจัดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนในคาบเรียนปฏิบัติ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities (MEAs) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือสร้างวิธีการในการ

แก้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตโดยจัดให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์สร้างโมเดลหรือสูตรอีกทั้งยังทำการอธิบาย การกล่าวแย้งการประเมิน และการปรับปรุงแก้ไขโมเดลหรือสูตร

2.2 ความเป็นมาของ Model - Eliciting Activities

Richard Lesh เป็นนักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในเรื่องการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical models) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้การคิดและการประเมินทางคณิตศาสตร์เป็นผู้คิดค้น MEAs ขึ้นโดยมีลักษณะที่คล้ายกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem base Learning)

MEAs ถูกสร้างขึ้นประมาณต้นทศวรรษ 1970 โดยใช้ชื่อ Though - Revealing Activities หรือ Case Study for Kids แล้วจึงเปลี่ยนมาเป็น Model - Eliciting Activities ในภายหลังโดยไม่มี การเปลี่ยนแปลงในส่วนที่เป็นโครงสร้างสำคัญ (Lesh et al. 2000) ในเริ่มแรกมีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสืบค้นความคิดของนักเรียนซึ่งเป็นที่ทำได้ยาก (Scott A. Chamberlin and Emmy Coxbill, 2012) MEAs จึงตอบสนองต่อสิ่งจำเป็นเหล่านี้ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากกับครูผู้สอนผู้วิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโดยที่ MEAs จะสร้างโอกาสที่ดีในการวิเคราะห์ ความคิดของนักเรียนขณะกำลังคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นภาระงาน (Chamberlin S. A. and Moon S. M., 2008)

Lesh ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และพัฒนาการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาผ่านการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสอน และการเรียนรู้คณิตศาสตร์เขาบัญญัติ หลักการที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถใช้ในการพัฒนา MEAs ในชั้นเรียน ซึ่ง MEAs นี้สนับสนุนการ เข้าใจในทศน์ทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก (deeper conceptual) ของนักเรียน Lesh และคณะ ได้ ร่วมกันสร้าง MEAs ชุดต้นแบบขึ้นแล้วใช้เป็นตัวแบบในการออกแบบและสร้าง MEAs แล้วพัฒนา 6 หลักการที่จะเป็นแนวทางในการจัด MEAs ในชั้นเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาหลักการเหล่านี้มี เป้าหมายเพื่อสนับสนุนครูผู้สอนในการสร้าง MEAs ซึ่งครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้ทำการพัฒนา MEAs ขึ้นใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาต่อมาอีกเป็นเวลาร่วมสิบปี

2.3 หลักสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities

Lesh และคณะ (2000) เป็นผู้สร้างหลักการสำคัญขึ้นเพื่อพัฒนาเพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทาง ในการออกแบบ และผลิต MEAs ประกอบด้วย 6 หลักการสำคัญคือ

1. หลักการสร้างโมเดล (Model-construction principle) เป็นหลักการที่ทำให้โมเดล ที่นักเรียนสร้างจะต้องพิจารณาถึง

- องค์ประกอบสำคัญของโมเดล
 - ความสัมพันธ์ และการดำเนินการขององค์ประกอบสำคัญของโมเดล
 - แบบรูป และกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์ และการดำเนินการขององค์ประกอบนี้
- โดย MEAs จะต้องถูกออกแบบให้มีโครงสร้างที่ชัดเจนมีการบรรยายและพรรณนาถึงปัญหานักเรียนสามารถสร้างข้อคาดการณ์ได้อย่างมีเหตุผล

2. หลักการเป็นความจริง (Reality principle) เป็นหลักการที่กำหนดให้ปัญหาที่อยู่ในกิจกรรมจะต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กับนักเรียน (meaningful and relevant) และมีรากฐานอยู่บนข้อมูลจริงซึ่งบริบทของสถานการณ์ปัญหาควรจะ

- ระบุสิ่งที่จะได้รับประโยชน์จากการใช้วิธีการแก้ปัญหา
- กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา
- กำหนดสาเหตุของประโยชน์ที่จะได้รับ และจำเป็นต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาที่

นักเรียนสร้างขึ้น

- กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมในขอบเขตความรู้ และประสบการณ์ใน

ชีวิตจริง

ซึ่งหลักการข้อนี้จะทำให้สถานการณ์ปัญหามีความเป็นจริงมากกว่าปัญหาทั่วไป กล่าวคือ ในการออกแบบ และสร้างสถานการณ์ปัญหานั้นจะต้องดูให้ปัญหานี้สามารถเกิดในชีวิตจริงได้

3. หลักการประเมินตนเอง (Self-assessment principle) เป็นหลักการที่ต้องการให้นักเรียนมีหลายโอกาสที่จะได้นำเสนอโมเดลของตนเองให้ผู้อื่นได้ศึกษารวมถึงนำความรู้ที่ได้มาประเมินผล และปรับเปลี่ยนรูปแบบโมเดลที่ตนสร้างขึ้นนักเรียนควรประเมินความสำเร็จของโมเดลของตนเองในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ กล่าวคือจะต้องกระตุ้นนักเรียนให้รับรู้ถึงการคิดที่ไม่เพียงพอของตนเองการที่นักเรียนจะพัฒนาการคิดไปได้นักเรียนจะต้อง

- ตรวจสอบข้อบกพร่องในการสร้างมโนทัศน์ขณะนั้น
- เปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด
- ผสมผสานจุดแข็งในแต่ละมโนทัศน์ที่คิดไว้เพื่อให้ชิ้นงานเกิดจุดอ่อนน้อยที่สุด
- ขยาย และขัดเกลามโนทัศน์ทางเลือกที่ดีที่สุด
- ประเมินจากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุงโดยผู้ออกแบบกิจกรรมจะต้องจัดกิจกรรมให้
- มีการชี้แจงจุดประสงค์การประเมินที่ชัดเจน

4. หลักการจัดการเอกสาร (Model-documentation principle) หลักการข้อนี้ คือ สาเหตุที่กิจกรรมนี้มีอีกชื่อหนึ่งว่า "Thought-revealing activities" (Lesh et al.2000) ซึ่งแสดงถึงว่านักเรียนจะต้องแสดงความคิดของตนเองทางงานผ่านกิจกรรมโดยกระบวนการคิดในวิธีการแก้ปัญหาหรือโมเดลจะต้องแสดงออกมาในรูปแบบเอกสารประกอบซึ่งจะช่วยให้เกิดการสะท้อนความคิดตนเองของนักเรียน และสนับสนุนหลักการประเมินตนเองนักเรียนรวมถึงจะต้องแสดงออกถึงกระบวนการคิดของกระบวนการแก้ปัญหา หรือโมเดลที่สร้างขึ้นออกมาในรูปแบบเอกสารแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักคือสมมติฐาน เป้าหมาย และวิธีการแก้ปัญหา วิธีที่จะทำให้นักเรียนเกิดการสะท้อนตนเอง และคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเองได้อย่างเป็นธรรมชาติจะต้องมีการแลกเปลี่ยน และเรียนรู้หนทางในการคิดกับผู้อื่น กิจกรรมจึงควรเป็นกิจกรรมกลุ่มที่กำหนดให้มีการวางแผนการดำเนินงานการติดตามงาน และการประเมินกระบวนการซึ่งหลักการข้อนี้จะช่วยให้ครูสามารถสังเกตกระบวนการคิดของนักเรียนและประเมินระดับความเข้าใจของนักเรียนเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถทางการคิดของนักเรียนได้

5. หลักการปรับเปลี่ยน และนำกลับมาใช้ใหม่ (Shared-ability and Reusability principle) วิธีการแก้ปัญหา หรือโมเดลที่สร้างขึ้นควรอยู่ในรูปทั่วไป หรือง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง หรือใกล้เคียง และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นที่สนใจโมเดลควรแสดงให้เห็นถึงวิธีทั่วไปทางการคิดแทนที่จะเป็นแบบเฉพาะเจาะจง

6. หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) เป็นหลักการที่กำหนดให้โมเดลที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความเรียบง่ายมากที่สุดแต่ยังคงความสำคัญทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพกระชับได้ใจความ และง่ายต่อการทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาที่ให้นักเรียนเผชิญควรถูกออกแบบให้มีความเป็นต้นแบบ หรือเป็นสิ่งที่เปรียบเทียบกับสถานการณ์อื่นได้อย่างมีความหมาย

Mousoulides, N., et al. (2006) ได้อธิบาย 6 หลักการในการสร้าง MEAs ไว้ดังต่อไปนี้

1. หลักการสร้างโมเดล (The model construction principle) หมายถึงกิจกรรมที่ถูกพัฒนาขึ้นให้ผู้ทำการแก้ปัญหาต้องสร้างระบบทางคณิตศาสตร์เพื่อตอบจุดประสงค์ของสถานการณ์ หรือสิ่งที่ต้องการการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นลำดับขั้นตอนมีความสามารถในการอธิบาย และสร้างตัวแทนความคิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมานี้ นักเรียนจะต้องได้คิดเกี่ยวกับระบบสามารถอธิบายระบบได้อย่างเหมาะสม และเป็นระบบที่สามารถนำไปอธิบายระบบอื่นได้ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบที่สร้างขึ้นนี้จะต้องประกอบด้วย

- องค์ประกอบสำคัญ (elements)
- ความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ (relationships among elements)
- การดำเนินการ (operations) ที่จะอธิบายการมีปฏิสัมพันธ์กันของแต่ละองค์ประกอบ
- รูปแบบหรือหลักเกณฑ์ (patterns and rules) ของความสัมพันธ์และการดำเนินการ

2. หลักการเป็นความจริง (Reality principle) แสดงในคำถามที่อยู่ในกิจกรรม ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับความเป็นจริงที่จัดให้นักเรียนใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. หลักการในการแปรผลสู่ประชากรเป้าหมาย (general ability principle) คำถามคือแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาเป็นการเข้าสู่สถานการณ์ที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาและง่ายต่อการแก้ไข สามารถนำมาใช้ใหม่ได้

4. หลักการประเมินตนเอง (The self-assessment principle) หมายถึงปัญหาที่มีบริบท และข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินกระบวนการทำงานของตนเองได้

5. หลักการจัดการโครงสร้างเอกสาร (The construct documentation principle) กิจกรรมนั้นไม่เพียงสนับสนุนให้นักเรียนสร้างแบบจำลองแต่ยังให้นักเรียนแสดงความคิดวิธีการทางคณิตศาสตร์

6. หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) หมายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างจะสามารถใช้เป็นต้นแบบที่ใช้ได้จริงกับสถานการณ์อื่นได้

จากการศึกษาหลักการข้างต้นในการออกแบบตามแนวทาง Model - Eliciting Activities สรุป 6 หลักการกล่าวได้ คือ 1) หลักการสร้างโมเดล (Mode-construction principle) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ ในกิจกรรมเอื้อให้นักเรียนสามารถสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับ องค์ประกอบสำคัญของปัญหาได้ 2) หลักการเป็นความจริง (Reality principle) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในกิจกรรม จะต้องเป็นปัญหาที่มีความหมาย มีความสัมพันธ์กับชีวิตของนักเรียน และมีรากฐานอยู่บนข้อมูลจริง 3) หลักการประเมินตนเอง (Self - assessment principle) นักเรียนต้องได้รับโอกาสที่จะนำเสนอ ประเมิน และปรับปรุงโมเดลทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นได้ 4) หลักการจัดการเอกสาร (Model - documentation principle) นักเรียนต้องได้เขียน แสดงความแนวคิดของตนเองขณะทำงานผ่านกิจกรรมเกี่ยวกับโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการ แก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้เกิดการสะท้อนความคิดของนักเรียน และสนับสนุนหลักการประเมินตนเอง 5) หลักการการปรับเปลี่ยนและนำมาใช้ใหม่

(Shared-ability and Reusability principle) โมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นต้องสามารถถูกนำไปแบ่งส่วน ดัดแปลง และนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ 6) หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ใช้ต้องไม่ยากเกินที่นักเรียนจะเข้าใจ และต้องสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน

2.4 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities

Lesh และคณะ (2010) กล่าวถึงองค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบด้วยกันคือ

1. Newspaper article นักเรียนอ่านบทความเพื่อทำความเข้าใจกับบริบทของปัญหา
2. Readiness questions นักเรียนตอบคำถามที่ถามความเข้าใจจากการอ่านเกี่ยวกับบทความเพื่อให้คุ้นเคยกับบริบทมากกว่าเดิม
3. Problem statement ในกลุ่มของนักเรียนจะทำงานเกี่ยวกับข้อความปัญหาเป็นเวลาประมาณ 60 – 90 นาที
4. Process of sharing solutions แต่ละกลุ่มเขียนวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบของเอกสารจากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการที่แตกต่างกันความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลที่ตรงกับความต้องการ

Scott A. Chamberlin และ Sidney M. Moon (2005) อธิบายว่า MEAs มี 4 องค์ประกอบคือ

1. Reading passage การอ่านข้อความที่มี 1 - 2 หน้ากระดาษ จำลองเหมือนบทความหนังสือพิมพ์ ซึ่งถูกเขียนมาเพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา
2. questions เป็นคำถามที่ให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับบทความที่กล่าวไว้ข้างต้นบางคำถามเป็นคำถามเพื่อความเข้าใจธรรมดา (simple comprehension questions) บางคำถามเป็นคำถาม Readiness อนุมาน (inference questions) และสุดท้ายคือคำถามประเภทให้นักเรียนตีความข้อมูล
3. Data เป็นข้อมูลที่อาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่นแผนผัง แผนภาพ แผนภูมิ แผนที่ ตารางเวลา หรือการดำเนินการตาราง เป็นต้น

4. Problem-solving task เป็นคำถาม หรือคำแถลงถึงปัญหาที่มีความยาวไม่เกิน 1 ย่อหน้า ซึ่งจะให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน เพื่อเป็นสมมติฐานให้ผู้ที่จะนำเครื่องมือไปใช้

Scott A. Chamberlin และ Emmy Coxbill (2012) ทำการศึกษาเกี่ยวกับ MEAs และได้ระบุองค์ประกอบของ MEAs ไว้ 4 องค์ประกอบ คือ

1. Newspaper article เป็นข้อความประมาณ 1-2 หน้ากระดาษ ที่อยู่ในรูปจำลองบทความหนังสือพิมพ์ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 – 3 นาที ในการอ่านเพื่อเป็นข้อมูลในการตอบคำถาม ในส่วนที่ 2 โดยที่องค์ประกอบนี้มีจุดประสงค์หลักคือให้นักเรียนทำความเข้าใจกับบริบทของปัญหา

2. Readiness or warm-up questions เป็นคำถามเตรียมความพร้อมของนักเรียนที่ถูกต้องแบบให้ติดตามความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทความจากส่วนที่ 1

3. Data table or other mathematics information เป็นส่วนที่เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งการให้ข้อมูลนี้ทำให้ MEAs ได้ถูกพิจารณาว่าเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน (well-structured) ตรงข้ามกับการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem based learning) ซึ่งเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างปัญหาไม่ชัดเจน (ill-structured)

4. Problem statement ข้อความปัญหานี้มักจะสั้นกระชับได้ใจความเพื่อให้นักเรียนคำนวณ และสร้างโครงสร้างอย่างดีเยี่ยม

จากการศึกษาองค์ประกอบข้างต้นสามารถสรุปองค์ประกอบของ MEAs ได้เป็น 4 องค์ประกอบดังนี้ 1) บทความ เป็นบทความที่ถูกเผยแพร่ในสื่อต่าง ๆ หรืออาจสร้างขึ้นโดยอิงจากเรื่องจริงซึ่งในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับบริบทของปัญหาด้วยการอภิปราย 2) คำถามเตรียมความพร้อม คือข้อความคำถามที่ถูกออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทความในส่วนที่ 1 และเป็นแนวทางให้นักเรียนทราบถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา 3) ข้อมูลสำคัญ ในส่วนนี้เป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหาในส่วนที่ 4 อาจอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น บทความ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ หรือการดำเนินการเป็นต้น 4) ภาระงานปัญหา เป็นส่วนที่แสดงข้อความสถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนทำเพื่อแก้ปัญหาโดยจะต้องระบุความต้องการในการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหา

2.5 แนวทางการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน

Lesh และคณะ (2010) เสนอแนะวิธีการนำ Model-Eliciting Activities) ไปใช้ในชั้นเรียน โดยให้มีการดำเนินการดังนี้

1. Newspaper Article and Readiness Questions จุดประสงค์ของบทความทางหนังสือพิมพ์ และคำถามเตรียมความพร้อม คือการนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหาซึ่งเป็นไปได้ 3 วิธีการคือ

1.1 ครูเป็นผู้นำกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ (30 นาที) ครูอ่านบทความให้นักเรียนฟัง และให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามเตรียมความพร้อมด้วยตนเอง และจากนั้นครูนำการอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบที่นักเรียนตอบวิธีการนี้จะใช้ได้ผลดี เมื่อครูเป็นผู้ที่เล่าเรื่องได้ดี ซึ่งจะทำให้นักเรียนผ่านกิจกรรมขั้นนี้ไปพร้อมกัน

1.2 ให้นักเรียนเป็นผู้นำกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ (10 – 15 นาที) ครูให้นักเรียนกลับไปอ่านบทความ และตอบคำถามเป็นการบ้าน (หรือให้ทำก่อนหมดเวลาเรียนคาบก่อนหน้า) แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับบทความ และคำตอบในต้นคาบเรียนถัดไปก่อนที่จะเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา

1.3 ให้นักเรียนเป็นผู้นำกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ (10 – 15 นาที) ครูให้บทความ และคำถามกับนักเรียนโดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษา และตอบคำถามกันในกลุ่ม

2. Working on the Problem Statement (45-75 นาที)

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 คนโดยจะให้ครูเป็นผู้จัดให้ หรือให้นักเรียนจัดกันเองโดยครูอาจให้นักเรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของตนเองในกลุ่มเพื่อจะได้มั่นใจว่านักเรียนจะแบ่งงานกันทำ (ซึ่งจะมีหรือไม่มีก็ได้)

2.2 ให้นักเรียนเผชิญกับข้อความปัญหาโดยครูอาจเป็นผู้อ่านให้ฟัง แล้วให้นักเรียนร่วมกันระบุ 1) สิ่งที่ต้องแก้ปัญหา (จากบริบทของปัญหา) และ 2) สิ่งที่นักเรียนต้องสร้างขึ้น

2.3 ให้นักเรียนร่วมกันทำงานในบริบทของปัญหา ขณะที่นักเรียนทำงาน บริบทของครู คือผู้ที่ช่วยเหลือ และสังเกตการณ์ครูต้องหลีกเลี่ยงการถาม หรือแสดงความคิดเห็นที่จะชักจูงนักเรียนไปสู่วิธีการใดวิธีการหนึ่ง และพยายามสังเกตว่านักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ไขปัญหา

3. The groups present their solutions to the class (30 – 45 นาที) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการที่สร้างขึ้นหน้าชั้นเรียนโดยใช้เวลาประมาณ 3 – 5 นาที ต่อ 1 กลุ่ม ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอครูจะกระตุ้นให้นักเรียนไม่เพียงแต่ฟังการนำเสนอของกลุ่มเพื่อนแต่ยัง

ต้อง 1) พยายามทำความเข้าใจถึงวิธีการที่เพื่อนนำเสนอ และ 2) พิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ดี และตรงความต้องการหรือไม่อย่างไรครูอาจจะให้นักเรียนที่ตั้งคำถามถามเพื่อนกลุ่มอื่น หรือครูอาจให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการปรับปรุงแก้ไขวิธีการของกลุ่มตนเอง หลังจากได้ฟังการนำเสนอของกลุ่มอื่นจากนั้นครู และนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างกัน

Showalter (2008) ได้นำ MEAs ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ (Lesh & English, 2005) ได้แนะนำไว้ โดยเรียงลำดับขั้นไว้ดังนี้

1. จัดเตรียมบทความที่น่าสนใจให้กับนักเรียน เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหา โดยครูเป็นผู้นำกิจกรรมในชั้นเรียนกล่าวคือครูเป็นผู้อ่านบทความให้นักเรียนฟัง และให้นักเรียนเน้นข้อความที่เป็นข้อมูลสำคัญ หรือน่าสนใจ หลังจากการอ่านจบแต่ละย่อหน้าครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลในย่อหน้านั้น ๆ

2. หลังจากอ่านบทความเสร็จครูให้นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มในการตอบคำถามเตรียมความพร้อม (ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3-4 คนไว้ก่อนเริ่มทำกิจกรรม) แล้วร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบ

3. นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มในการจัดการปัญหาในข้อความปัญหา และรวบรวมข้อมูลจากบริบทปัญหาแล้วจึงออกแบบโมเดลที่คาดว่าจะป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับบริบทของปัญหาในขั้นนี้ ครูจะมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ และผู้สังเกตการณ์โดยตามคำถาม และแสดงความคิดเห็นเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นเมื่อนักเรียนทำงานเสร็จครูจะให้นักเรียนเขียนบรรยายเกี่ยวกับสิ่งที่สถานการณ์ต้องการ และรูปแบบของโมเดลที่นักเรียนสร้างขึ้น

4. นักเรียนออกมานำเสนองานที่ละกลุ่มจนครบ

5. นักเรียนประเมินผลงานของกลุ่มตนเองตามเกณฑ์ที่ว่า 1) โมเดลที่สร้างขึ้นมาตรงกับความต้องการที่จะนำไปใช้งานในบริบทของปัญหาหรือไม่ 2) โมเดลที่สร้างขึ้นมานั้นง่ายต่อการทำความเข้าใจ และนำไปใช้หรือไม่ 3) หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วโมเดลนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายกันได้หรือไม่

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนกลับไปปรับปรุงแก้ไขโมเดลหลังจากการประเมินตนเอง และได้รับคำแนะนำจากครู

Stohlmann, M. (2013) ได้ลำดับการจัด MEAs ไว้ดังนี้

1. อ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม
2. ครูนำให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับคำถามเตรียมความพร้อม และสถานการณ์ปัญหา (15 นาที)

3. การทำงานกลุ่ม (40 – 70 นาที)
4. การนำเสนอผลงานเป็นกลุ่ม (30 – 40 นาที)
5. ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และเขียนสะท้อนหลังการเรียนรู้

จากการศึกษาหลักการข้างต้นในการนำแนวทาง MEAs ไปใช้ในชั้นเรียนผู้วิจัยสามารถสรุปแนวทางในการจัดกิจกรรมตามแนวทาง MEAs ได้เป็น 4 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. อ่านบทความ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม ในขั้นแรกนี้นักเรียนจะได้อ่านทำความเข้าใจบทความจากชีวิตจริงจริง หรือเรื่องราวที่สร้างขึ้นโดยอิงจากเรื่องจริง แล้วตอบคำถามที่ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับบทความเพื่อเป็นข้อมูลในการทำควมคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหา และเริ่มคิดถึงความรู้ทักษะหรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

2. จัดการสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วอ่านคำชี้แจงสถานการณ์ปัญหาพร้อมข้อมูลสำคัญประกอบ โดยสถานการณ์ปัญหาจะระบุถึงสิ่งที่นักเรียนต้องพิจารณา คือ องค์ประกอบสำคัญของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาความสัมพันธ์ และการดำเนินการขององค์ประกอบรวมถึงแบบรูป และกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์ และการดำเนินการขององค์ประกอบนั้นซึ่งครูจะให้ให้นักเรียนปรึกษา และร่วมกันคิดวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม และคอยช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถามด้วยคำถาม แล้วให้นักเรียนคิดหาคำตอบในทิศทางของพวกเขาเองโดยหลีกเลี่ยงการถาม หรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำนักเรียนไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจงพร้อมทั้งสังเกตนักเรียน ศึกษาถึงวิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้ถามในระหว่างการนำเสนอ และให้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

3. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเขียนวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสารแล้วออกไปนำเสนอวิธีการหน้าชั้นเรียนหลังจากนำเสนอเสร็จนักเรียนทุกคนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน มโนทัศน์คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและประสิทธิผลของวิธีการที่ตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์มากที่สุด และครูจะถามคำถามให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาวาง่ายต่อการให้ผู้อื่นนำไปใช้หรือไม่ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายกันได้หรือไม่

4. ประเมินผล เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จครูจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อนว่าเหมาะสมกับ และตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่พร้อมให้เหตุผลจากนั้นจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่อย่างไรโดยให้นักเรียนอธิบาย แล้วประเมินความรู้ของกลุ่มตนเองจากนั้นนักเรียนจะได้ประเมินความรู้ และทักษะกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา

2.6 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities

Scott A. Chamberlin และ Sidney M. Moon (2005: 40-41) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities ไว้ 5 ประการ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. **Interdisciplinary Nature** คือลักษณะการรวมสาขาวิชาตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปทำให้นักเรียนสามารถผสมผสานความรู้จากต่างสาขาวิชามาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เนื้อหาพื้นฐานสำคัญของ MEAs คือคณิตศาสตร์แต่ MEAs ไม่อาจทำงานได้สมบูรณ์ถ้าขาดการอ่าน-เขียนการสื่อสาร การเขียนอธิบาย และความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์สังคมศาสตร์ศิลปะศาสตร์หรือฟิสิกส์เป็นต้น
2. **Well-Structured Problems** เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมีความสำคัญในการสร้างโครงสร้างทางความรู้ (knowledge construction) ซึ่งเป็นกระบวนการภายในทางปัญญาที่ถูกทำให้สมบูรณ์โดยนักเรียนการใช้กระบวนการกลุ่มช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่หลากหลายของสมาชิกในกลุ่มในการในการแก้ปัญหา
3. **Realistic Problems** คือการเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของนักเรียน ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจได้ดีกว่าปัญหาที่ไม่มีบริบทใด ๆ เกี่ยวข้อง หลายภาระงานที่ให้แก้ไขปัญหาที่แสดงออกมาเหมือนเป็นจริงแต่ไม่ใช่เรื่องจริง ดังนั้นผู้ที่จะออกแบบสร้าง MEAs ขึ้นมาได้ต้องอุทิศเวลาอย่างมากเพื่อให้แน่ใจว่าบริบทของปัญหานั้นเป็นเรื่องจริงโดยการนำไปทดสอบปฏิบัติการภายใต้เงื่อนไขของการใช้งานจริงกับนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่ม ข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างไม่เป็นทางการก่อนนำมาใช้จริง
4. **Meta cognitive Coaching** คือการฝึกการรู้คิดเพื่อที่ทำให้ MEAs ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพครูจะต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนในรูปแบบของครูฝึกการรู้คิดครูจะสอนนักเรียนโดยการตั้งคำถามมากกว่าตอบคำถามตัวอย่าง เช่น เมื่อนักเรียนถามถึงวิธีการแก้ปัญหาว่าทำถูกต้องหรือไม่ครูควรถามให้นักเรียนตรวจด้วยตัวเองอย่างมีเหตุผลตามหลักการประเมินตนเอง การเป็นครูฝึกการรู้คิดครูจะต้องตอบคำถามด้วยคำถามเพื่อชี้ทางให้นักเรียนเห็นถึงคำตอบที่ผิด และความหลากหลายของคำตอบที่ถูกแต่อย่างไรก็ตามวิธีการที่ถูกต้องก็ไม่ใช้หลักสำคัญของ การฝึกการรู้คิดแต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนได้กลับมาไตร่ตรองถึงวิธีการคิดของตนเอง
5. **Explication of Student Thinking** คือการอธิบายความคิดนักเรียนอย่างละเอียด กระบวนการของ MEAs จะเปิดโอกาสที่ดีให้กับครูในการตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากหลักการประเมินตนเอง และหลักการจัดการเอกสารซึ่งสามารถดึงข้อมูลกระบวนการทางความคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพหลังจากได้รับข้อมูลตามสภาพจริงนี้แล้วครูสามารถนำไปออกแบบการเรียนการสอนต่อได้ MEAs จึงนับเป็นเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก

จากการศึกษาลักษณะสำคัญของ MEAS ข้างต้นจะกล่าวสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมตามแนวทางของ MEAS นั้นต้องคำนึงใน 5 ลักษณะสำคัญโดยต้องมีการใช้ความรู้ในเรื่องอื่น ๆ เพื่อมาช่วยในการแก้ปัญหาที่มีกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจนโดยผ่านกระบวนการกลุ่ม และปัญหาที่มอบหมายนั้นต้องเป็นปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริงโดยครูเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนทุกระดับ และได้รับความสนใจในการศึกษาวิจัยอย่างแพร่หลายจากกลุ่มนักวิชาการครู/อาจารย์นักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์รวมถึงหน่วยงานที่เป็นหลักสำคัญในการส่งเสริม และพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ทั่วโลก ซึ่งจากการศึกษาสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปมโนทัศน์สำคัญได้ทั้งหมด 5 ประเด็นดังนี้

3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำว่า“ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์” หรือ “mathematical connection ability” ได้รับการให้ความหมายจากกลุ่มองค์การนักวิชาการ และนักวิจัยไว้อย่างสอดคล้องกันในแง่ของการสร้าง “ความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับสิ่งต่าง ๆ ” โดยมีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) กล่าวโดยสรุปว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่วิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังกล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่สามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบของหัวข้อต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เพราะวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีความเชื่อมโยงกันทั้งหมด และวิชาคณิตศาสตร์นั้นก็ไม่สามารถแยกออกจากศาสตร์วิชาอื่น ๆ และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้เช่นเดียวกัน

กฤษณา ไสยาศรี (2551) กล่าวโดยสรุปว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการระลึกเนื้อหา และความคิดรวบยอดในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้โดยวิเคราะห์ว่ามีเนื้อหา และความคิดรวบยอดใดบ้างที่เกี่ยวข้องแต่ละเนื้อหา และความคิดรวบยอดนั้นสัมพันธ์กันอย่างไรรวมทั้งนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และขยายแนวคิดไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกัน

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของ ผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้ หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ปัญหา หรือสถานการณ์ อื่นที่ตนเองพบการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และพัฒนาความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มใน การนำความรู้เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็น ผลระหว่างความรู้ และทักษะ และกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อ นำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

นอกจากนี้ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีการให้ความหมายที่ คล้ายคลึงกันจากนักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้หลักการวิธีการ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาสัมพันธ์กับความรู้ปัญหาหรือสถานการณ์ อื่น ๆ เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ที่นักเรียนพบได้ทำ ให้ นักเรียนเห็นคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ (เกศินี เพ็ชรรุ่ง, 2556; บุญญา แซ่หล่อ, 2550; สุบรรณ ตั้งศรีเสรี, 2556)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการนำความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาสัมพันธ์ กับความรู้ ปัญหา หรือ สถานการณ์ที่พบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือแก้ สถานการณ์ปัญหาอื่น ที่พบได้ง่ายยิ่งขึ้น

3.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการส่งเสริม และพัฒนาในนักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ได้นั้นได้มีการกล่าวถึงไว้อย่างชัดเจนในทางเดียวกันคือ "ช่วยสร้างคุณค่า และความ สนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น" โดยมีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้กล่าวในหนังสือหลัก การ และมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต้องเป็น จุดเน้นที่สำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พร้อมทั้งได้นำเสนอหลักการ และแนวคิดต่าง ๆ ที่ มีความเกี่ยว ข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนเพื่อส่งเสริมให้เกิด ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยมีความเชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอน

คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพราะจะช่วยให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา คณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้นสามารถสร้างความเข้าใจเนื้อหาเดิมได้มากขึ้น และนักเรียน จะได้รับความรู้คณิตศาสตร์ในลักษณะที่มีโครงสร้างของความสัมพันธ์ในเนื้อหาต่าง ๆ ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกได้หันมาสนใจศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับของหลักสูตร คณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2554) ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปการเชื่อมโยงมีความสำคัญ และจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียน เข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้นตลอดจนมองเห็นความสำคัญ และคุณค่าของ คณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ทำ ให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบทกฎสูตรนิยามเพื่อใช้แก้ปัญหา คณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้อธิบายความสำคัญของ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องเรียนรู้ฝึกฝนทักษะ และพัฒนา ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนไว้ว่าการที่นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้นักเรียน เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทาง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง และยาวนานขึ้นตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่าน่าสนใจและ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

สุบรรณ ตั้งศรีเสรี (2556) กล่าวโดยสรุปว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็น อย่างยิ่งในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพราะจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้ง และ ยาวนานเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาทั้งกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และจะทำให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่น่าสนใจมีประโยชน์ และนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

Karakoç and Alacaci (2015) กล่าวโดยสรุปว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดย เฉพาะการเชื่อมโยงในโลกจริงสามารถช่วยพัฒนาทักษะ และสติปัญญาของนักเรียนช่วยพัฒนา มโนทัศน์ให้มีความคงทนมากขึ้นช่วยให้สามารถสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดหรือเนื้อหาทาง คณิตศาสตร์ด้วยตนเองมากขึ้นช่วยทำให้ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ดี ขึ้นโดยเฉพาะด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล อีกทั้งช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงการนำคณิต

ศาสตร์ไปใช้ในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ในอนาคต และทำให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์เกิดแรงจูงใจ และความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์

จากความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นลึกซึ้งขึ้นยาวนานมากขึ้น และมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนจะสามารถรับรู้ได้ว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญ และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

3.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากความหมาย และความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ มากมายซึ่งได้มีการจำแนกลักษณะ หรือประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างเป็นระบบโดยมีรายละเอียดของลักษณะสำคัญการเชื่อมโยงรูปแบบต่าง ๆ ตามแนวคิดของกลุ่มองค์กรและนักวิชาการ สามารถสรุปได้ดังนี้

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

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริงช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ และทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมายมากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมเอาศาสตร์วิชาต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ภายใต้อำนาจเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไปจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงตามสภาพชีวิตจริง

ทั้งนี้ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. เพื่อขยายความรู้ของนักเรียนเพราะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันซึ่งแตกต่างจากการเรียนโดยปกติ คือ นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งแบบแยกส่วนชัดเจน

2. เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นโครงสร้าง หรือความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ได้ว่าเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันไม่ได้แยกออกจากกันเป็นแต่ละส่วนโดยจะทำให้ นักเรียนสามารถมีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้

3. เพื่ออธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้อง และเป็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์กับสิ่งต่าง ๆ ทั้งภายใน และภายนอกโรงเรียนเพราะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยสอนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมีแนวคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องสาขาอื่น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2554) อธิบายลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายแต่ที่นิยมนำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนมี 3 ลักษณะคือ 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และ 3) การเชื่อมโยงระหว่าง คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวนระบบพิกัดจากคู่ลำดับกราฟความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องสัญกรณ์วิทยาศาสตร์กับนำโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสอธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินทางโดยเส้นทางปกติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) อธิบายถึงลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าอาจจำแนกได้ได้ 2 ลักษณะคือ 1) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และ 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในที่นี้หมายถึงรวมถึงการนำเอาความรู้ และทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งแต่ละลักษณะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้ทักษะ และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี หรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับ

นักเรียนมากยิ่งขึ้นโดยมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในด้านเนื้อหาสาระด้านการนำไปใช้ในชีวิต และด้านการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การเชื่อมโยงด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงระหว่าง สาระเรขาคณิตที่ประกอบไปด้วยทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทำเป็นต้องใช้ในการอ้างเหตุผล และ แก้ปัญหากับสาระพีชคณิตในการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการหาคำตอบการเชื่อมโยงระหว่างสาระจำนวนกับการวิเคราะห์ข้อมูลในการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ ที่สนใจ ศึกษา และรวบรวมข้อมูลนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิรูปร่างกลมที่ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับจำนวนเรื่องการคำนวณร้อยละการคำนวณพื้นที่ต่าง ๆ ในแผนภูมิวงกลม

1.2 การเชื่อมโยงสาระทางคณิตศาสตร์กับการนำไปใช้ในชีวิต เช่น การคำนวณ ดอกเบี้ยเงินฝากที่ต้องอาศัยความรู้เรื่องอัตราส่วนร้อยละ และเลขยกกำลัง

1.3 การเชื่อมโยงด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตที่ไม่สามารถหาได้โดยใช้สูตรการหาพื้นที่โดยตรงจึงอาศัยความรู้เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตเข้ามาช่วย หรือการแก้ปัญหาเกี่ยวกับกับการหาพื้นที่น้อยที่สุด หรือมากที่สุด ซึ่งอาจทำได้โดยอาศัยการหาคำตอบจากการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด หรืออาศัยความรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการกำลังสอง และการวิเคราะห์กราฟของสมการกำลังสองในการ แก้ปัญหา

2. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ และทักษะ และ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหา และความรู้ของ ศาสตร์อื่น ๆ เช่นวิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ฯ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างน่าสนใจมีความหมาย และเห็นความสำคัญของการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการคิดค้นหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เช่น สาขาฟิสิกส์ สาขาเคมี สาขาชีววิทยา และสาขาทางการแพทย์การใช้ คณิตศาสตร์ในเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์การลงทุน การใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการ เรียนรู้ และแก้ปัญหาทางเทคโนโลยี เช่น การวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าที่ผลิตจาก “วัสดุนาโน” หรือเทคโนโลยีที่เรียกว่า “นาโนเทคโนโลยี” การใช้คณิตศาสตร์ในสถาปัตยกรรม ศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ เช่น ในการออกแบบคำนวณเกี่ยวกับโครงสร้าง หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือการตรวจสอบผลที่ได้จากการทำงานในแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ การใช้คณิตศาสตร์ในทาง มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ตรวจสอบการใช้ภาษาในกรรมธรรม์ประกันภัย การใช้ทฤษฎีเกมมาวิเคราะห์ผลการเจรจาทางการค้าการเขียนภาพโดยใช้ความรู้ทางเรขาคณิตมา

ช่วยกำหนดลักษณะรูปร่าง และตำแหน่งของบุคคลหรือวัตถุในภาพ การใช้ตาราง และกราฟกับการใช้สถิติในการวิเคราะห์ทางการกีฬา การสำรวจการกระจายของประชากร หรือการสำรวจความคิดเห็นทางการเมือง

จากลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะสำคัญคือ 1) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับเนื้อหาศาสตร์วิชาอื่น ๆ และ 3) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ระบุว่าทักษะ และกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ นั้นครูสามารถจัดกิจกรรม หรือใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นเพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งในโรงเรียนมัธยมศึกษาจะมีลักษณะเป็นดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ
2. การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นเนื้อหาในการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์กับหัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน
4. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ในวิชาคณิตศาสตร์เป็น

ทฤษฎีโกลวน (Chaos Theory)

5. การพัฒนา และเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริงผ่านการเชื่อมโยงมากกว่าจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาง่าย ๆ

กรมวิชาการ (2545) ได้เสนอว่าหลักการที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยงให้แก่เด็กนักเรียนมี 5 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้ และทักษะ/ กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย

4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย

5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผลในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

จรรยา ภูอุดม (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับการคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์แบบองค์รวมมีการบูรณาการเนื้อหาเน้นมโนคติ หรือแนวคิดหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่แยกเป็นส่วน ๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมและนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมจากส่วนย่อย ๆ ได้แต่จะจำเฉพาะลักษณะที่เป็นส่วนย่อย ๆ ในทางตรงกันข้ามเมื่อมโนคติถูกนำเสนอในลักษณะที่เป็นภาพรวมนักเรียนจะหาวิธีการสร้างความหมายโดยการแยกภาพรวมออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้สามารถมองเห็น และเข้าใจได้ ส่วนการเน้นมโนคติหลักก็เนื่องมาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกจุดประสงค์ไม่ได้มีความสำคัญเท่ากันทั้งหมดบางจุดประสงค์เป็นเพียงกรณีเฉพาะ หรือเป็นผลที่ได้โดยอ้อมจากการเรียนรู้บางจุดประสงค์ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นความสำคัญทุกจุดประสงค์จะทำให้เวลาที่มีในหลักสูตรไม่เพียงพอสำหรับจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดอย่างจริงจังการจัดการบรรยากาศการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้โดยการกระทำจะต้องไม่เป็นบรรยากาศที่อัดแน่นด้วยเนื้อหาแต่เป็นการเน้นที่แนวคิดใหญ่ ๆ จึงต้องมีการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกจุดประสงค์ใดที่เป็นจุดประสงค์หลักสำหรับจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยอาจใช้การสร้างแผนผังมโนคติเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เนื่องจากแผนผังมโนคติเป็นระบบการแทนความรู้ที่มีโครงสร้างเป็นลำดับขั้นมีความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันระหว่างมโนคติต่าง ๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่ขึ้นต่อกันอย่างชัดเจนโดยมโนคติที่เป็นกรณีทั่วไปที่สุดจะเป็นมโนคติหลักส่วนมโนคติที่เฉพาะเจาะจงเป็นมโนคติของแผนผังมโนคติจึงสามารถแสดงให้เห็นถึงมโนคติหลัก และความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี

2. ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาสอดคล้อง และตรงตามสภาพจริงในชีวิตประจำวันไม่เป็นเพียงข้อมูลที่แต่งขึ้นจากประสบการณ์ที่ผ่านมาเรามักพบว่า นักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้กับสถานการณ์จริงได้เพราะสถานการณ์ในชีวิตจริงส่วนใหญ่มีลักษณะซับซ้อนมีการผสมผสานกันของเนื้อหาต่าง ๆ มากกว่าที่จะแยกออกเป็นส่วน ๆ ด้วยเหตุนี้สถานการณ์ปัญหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรมีลักษณะแบบองค์รวมมีการบูรณาการของเนื้อหา และมีความซับซ้อนตรงตามความเป็นจริงมากกว่าเป็นการแต่งขึ้นการฝึกให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงย่อมทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์เห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันการให้โอกาสนักเรียนได้แก้ปัญหาแบบนี้จะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริงได้ และเห็นว่าการเรียนรู้ต่อไปอีกเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง

3. เป็นสถานการณ์ปัญหาที่อยู่รอบตัวนักเรียนเหมาะกับวัยความสนใจ และมีความหมายต่อนักเรียนเนื่องจากการใช้สถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัยความสนใจ และความหมายเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะผลักดันให้นักเรียนเกิดความอยากแก้ปัญหา หรือการกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้

4. เป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจการอภิปราย และการตัดสินใจเนื่องจากสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจการอภิปราย และตัดสินใจเป็นสถานการณ์ที่มีประสิทธิภาพต่อการเร้าให้นักเรียนรู้จักคิดอันเป็นจุดเริ่มต้นของการสำรวจอย่างนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจการอภิปราย และการตัดสินใจยังเป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้เกิดการใช้ระบบสัญลักษณ์ในการสื่อสารเกิดปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในสังคมที่สำคัญคือการใช้สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจการอภิปราย และตัดสินใจจะช่วยส่งเสริม และพัฒนาความสามารถของนักเรียนทางด้านทักษะ / กระบวนการทั้งทางด้านสื่อสารการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลได้เป็นอย่างดี

5. เป็นสถานการณ์ที่ท้าทายสามารถหาคำตอบได้หลายวิธีนักเรียนแต่ละคนมีระดับความรู้ทักษะ และความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหาแตกต่างกันการใช้สถานการณ์ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้หลายวิธีจึงเชื่อต่อการใช้วิธีการของนักเรียนในการหาคำตอบซึ่งจะส่งเสริมการคิด และอภิปรายของนักเรียนประกอบกับปัญหาในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้หลายวิธีดังนั้นการใช้สถานการณ์ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้หลายวิธีจึงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสอดคล้องกับความเป็นจริงได้มากขึ้น นอกจากนี้การแก้ปัญหาเพียงไม่กี่ปัญหาแต่มีวิธีการแก้ที่หลากหลายเป็นสิ่งที่มีประโยชน์กว่าการแก้ปัญหาหลาย

ข้อแต่ใช้วิธีเดียวกัน เพราะการใช้เพียงวิธีเดียวมีความเสี่ยงสูงต่อความล้มเหลวในการแก้ปัญหาของนักเรียน

อัมพร ม้าคนอง (2557) อธิบายถึงประเด็นสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนที่ครูต้องตระหนักถึง และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนต้องมีความรู้ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดีมีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะในการเชื่อมโยง หรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์

2. ครูควรสอนเนื้อหาที่สัมพันธ์กันรวมกันไปเพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง เช่น การสอนทั้งจำนวน และการดำเนินการพีชคณิตเรขาคณิตเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และสามารถเลือกความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยมีความตระหนักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของ MEAs ซึ่งต้องมีการใช้สถานการณ์ที่มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่น ๆ ใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดมองเห็นความสัมพันธ์ และสร้างแบบจำลองหรือสูตรในการแก้ปัญหาของสิ่งที่จะเชื่อมโยงจนส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.5 การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีแนวทางในการวัดและประเมินตามมาตรฐานของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหา หรือสาระคณิตศาสตร์ในเรื่องใดมีความสัมพันธ์ หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใด และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่

2. สำรวจปัญหา และอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลได้

3. สร้างแนวคิดใหม่ หรือแนวทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากการเชื่อมโยง ความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้

4. ประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหา ความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือในชีวิตประจำวัน

5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่ในชีวิตประจำวันสามารถเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

Hendriana, Slamet and Sumarmo (2014) ได้อธิบายถึงตัวชี้วัดที่ใช้สำหรับการประเมิน ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 6 ตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

1. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนทางความคิดมโนทัศน์ และขั้นตอน วิธีการในรูปแบบที่แตกต่างกันได้

2. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของหัวข้อต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้

3. สามารถใช้ความรู้แนวคิดทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ วิชาอื่น ๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. สามารถอธิบายความคล้ายคลึงกันของมโนทัศน์ และขั้นตอนวิธีการต่าง ๆ ได้

5. สามารถเชื่อมโยงขั้นตอนวิธีการเดิมกับขั้นตอนวิธีการอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้

6. สามารถใช้การเชื่อมโยงหัวข้อทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ หัวข้อ และเชื่อมโยง ระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ได้

(NCTM, 2000) ได้ให้แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา เนื่องจากมีความสอดคล้อง กับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงทำให้สามารถสังเกตพฤติกรรมหรือร่องรอย การคิดของนักเรียนได้ทั้งในระหว่าง และหลังการทดลองซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักดังนี้

1. การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความ สามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาที่พบโดย วัดจากการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และอธิบายรายละเอียดของ การนำความรู้คณิตศาสตร์ในรูปทฤษฎีบทกฎสูตร และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องไปใช้ ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ คือความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบจากการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์โดยวัดจากการอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหานักเรียนพบ และต้องดำเนินการแก้ปัญหา

3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ คือความสามารถในการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทอื่น ๆ ได้โดยวัดจากการระบุตัวอย่างสถานการณ์ หรือสร้างโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ในบริบทอื่นที่ใกล้เคียงกับความรู้ที่นักเรียนได้ระบุไว้

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินของ (NCTM, 2000) มาประยุกต์ให้สอดคล้องกับปัญหาของการวิจัย ซึ่งแบ่งความสามารถออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ
2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ
3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ

ซึ่งวัดได้จากใบกิจกรรม (ในส่วนของคำถาม) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยทั้งใน และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสอนแบบ MEAs หรือวิธีการที่ใกล้เคียงที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

4.1 งานวิจัยในประเทศ

กฤษณา ไสยาศรี (2551) ได้ทำการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญญา แซ่หล่อ (2550) ได้ศึกษาการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลการนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความลึกในการเข้าใจเนื้อหาเจตคติด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง และ

ความสามารถในการเชื่อมโยงที่มีผลต่อความลึกในการเข้าใจเนื้อหาผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนด้วยการบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิฬาร์ เลิศสมิตพร (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model - Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model - Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model - Eliciting Activities มีพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

สกกล ตั้งเก้าสกุล (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเน้นการนำสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาในชีวิตจริงมาเป็นสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้คิด และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และนำไปสู่การแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยที่ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Chamberlin และ Moon (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ Model - Eliciting Activities เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในด้านการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์พบว่า Model-Eliciting Activities สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและประกอบกับเอกสารที่ให้นักเรียนเขียนวิธีการคิดในกิจกรรมทำให้สามารถวัดระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในด้านการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

Quin Showalter (2008) ได้ศึกษาผลของ Model - Eliciting Activities ที่มีต่อกระบวนการในการแก้ปัญหาและทัศนคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 คนที่ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มแล้วให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม MEAs 3 กิจกรรมเป็นเวลา 9 สัปดาห์ได้ผลสรุปว่า MEAs ทำให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองผ่านการร่วมกิจกรรมและนักเรียนมีเจตคติที่ดีเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากขึ้น

Jeffrey Phillip Georgette (2013) การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นโดยใช้ Model - Eliciting Activities และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานของนักเรียนระดับปริญญาตรีได้ผลสรุปว่าจากการใช้กิจกรรมนี้ส่งผลต่อนักเรียนในด้านการเรียนรู้ในทัศนทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติให้พัฒนาขึ้นในเชิงบวก และ MEAs ยังเป็นกิจกรรมที่จัดเตรียมบริบทที่เหมือนจริงได้ดีกว่าวิธีการจัดกิจกรรมแบบทั่วไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ศึกษาคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ รวมถึงแนวทางการวัด และการประเมินผลความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการทดลอง One group Post-test Design โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างมา 1 กลุ่ม แล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs และทำการทดสอบหลังการทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	X	T_2

สัญลักษณ์ในการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน (post - test)

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนทุ่งโพธิ์ทะเลพิทยาสังเกตสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน

4. การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

- 4.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities
- 4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 4.3 ใบกิจกรรม

ผู้วิจัยแสดงเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 2

ตาราง 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 70	แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาผลของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs)	1. ใบกิจกรรม 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

4.1 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 4 แผน เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยดำเนินการดังนี้

4.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับมาตรฐาน และสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐาน และตัวชี้วัดช่วงชั้นดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต และ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดช่วงชั้นดังนี้

ค 4.2 ม 3/3 เขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ค 4.2 ม 3/4 อ่าน และแปลความหมายกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และกราฟอื่น ๆ

ค 4.2 ม 3/5 แก่ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และนำไปใช้แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ค 6.1 ม 1-3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม 1-3/2 ใช้ความรู้ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม 1-3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม 1-3/4 ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ ความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

ค 6.1 ม 1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

ค 6.1 ม 1-3/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4.1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จากหนังสือ และคู่มือการจัดการ เรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหาในการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) โดย แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 แสดงรายละเอียดของเนื้อหาส่วนที่ใช้ในแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

แผนที่	เนื้อหา เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวนชั่วโมง
1	บทความเกี่ยวกับ การสั่งทำหนังสือ	2
2	บทความเกี่ยวกับ ทำธุรกิจชนะด้วยการตั้งราคา	2
3	บทความเกี่ยวกับ วิธีคิดระบบการจ่ายค่าคอมมิชชั่น	2
4	บทความเกี่ยวกับ รู้ลึกค่าน้ำค่าไฟ	2
รวม		8

โดยผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities ใน เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร และมีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมการเชิงเส้นสองตัวแปร กำไร ขาดทุน เปอร์เซนต์ ร้อยละ อัตราส่วน สัดส่วน ทศนิยม เป็นต้น

4.1.3 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities พบว่า Model-Eliciting Activities เป็นการ เรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ

ชีวิตจริง ซึ่ง Lesh et al., (2000) ได้เสนอวิธีการนำ Model-Eliciting Activities ไปใช้ในชั้นเรียน โดยให้มีการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การอ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม

จุดประสงค์ของบทความ และคำถามเตรียมความพร้อม คือ การนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหา โดยครูอ่านบทความให้นักเรียนฟังเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบ และให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามเตรียมความพร้อมด้วยตนเอง และจากนั้นครูนำสู่การอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบที่นักเรียนตอบ

ขั้นที่ 2 การดำเนินการในส่วนของปัญหา

ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 - 4 คน แล้วให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา โดยครูอาจเป็นผู้อ่านให้ฟัง แล้วให้นักเรียนร่วมกันระบุ 1) สิ่งที่ต้องแก้ปัญหา และ 2) วิธีแก้ปัญหา ที่นักเรียนต้องสร้างขึ้น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันทำงานในบริบทของปัญหา ขณะที่นักเรียนทำงาน บริบทของครู คือ ผู้ที่ช่วยเหลือและสังเกตการณ์ครูต้องหลีกเลี่ยงการถาม หรือ แสดงความคิดเห็นที่จะชักจูงนักเรียนไปสู่วิธีการใดวิธีการหนึ่งและพยายามสังเกตว่านักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ไข้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการที่สร้างขึ้นหน้าชั้นเรียน ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอ ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนไม่เพียงแต่ฟังการนำเสนอของกลุ่มเพื่อนแต่ยังต้อง 1) พยายามทำความเข้าใจถึงวิธีการที่เพื่อนนำเสนอ และ 2) พิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นดี และตรงจุดประสงค์ของปัญหาอย่างไร ครูอาจจะให้นักเรียนที่ตั้งคำถามถามเพื่อนกลุ่มอื่นได้ หรือครูอาจให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการปรับปรุงแก้ไขวิธีการของกลุ่มตนเองหลังจากได้ฟังการนำเสนอของกลุ่มอื่น จากนั้นครู และนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหานั้นที่ต่างกัน

ขั้นที่ 4 การประเมินผล

เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จครูจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นของกลุ่มเพื่อนว่า เหมาะสมกับ และตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่พร้อมเหตุผล จากนั้นจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย แล้วให้นักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มตนเองจากนั้นนักเรียนจะได้ประเมินความรู้และทักษะกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหานั้น

4.1.4 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities จำนวน 4 แผน ซึ่ง แต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐาน

ฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้
บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และใบกิจกรรม

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้/กิจกรรมการ
จัดการเรียนรู้/ต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ขั้นการจัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	ความสามารถใน การเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์
ขั้นที่ 1 อ่าน บทความ และ ตอบคำถาม เตรียมความ พร้อม	1. ครูกระตุ้นความสนใจโดยให้นักเรียนอ่าน บทความ ในใบกิจกรรม แล้วทำความเข้าใจ ด้วยตนเอง แล้วจึงอภิปรายร่วมกัน 2. ครูให้นักเรียนให้พิจารณา และตอบคำถาม เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับบทความ โดยการ อภิปรายร่วมกัน	
ขั้นที่ 2 จัดการ สถานการณ์ ปัญหา	3. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3- 4 คน แล้วให้เผชิญกับสถานการณ์ ปัญหา 4. นักเรียนร่วมกันคิดวิธีการแก้ปัญหา แล้วทำ การสร้างสูตรหรือโมเดล 5. ครูคอยช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบ คำถามที่นักเรียนถาม แล้วให้นักเรียนคิด คำตอบในทิศทางของพวกเขาเองโดยหลีกเลี่ยง คำถาม หรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำ นักเรียน พร้อมทั้งสังเกตนักเรียน ศึกษาถึง วิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้ ถามในระหว่างการนำเสนอ และใช้เป็นข้อมูล ในการประเมินผล	1. การระบุความรู้ คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการ แก้ปัญหาที่พบ 2. การระบุขั้นตอน การแก้ปัญหาที่พบ

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา</p>	<p>6. เมื่อนักเรียนสร้างสูตรหรือโมเดลเสร็จแต่ละกลุ่มเขียนวิธีการสร้างสูตรในรูปแบบเอกสาร แล้วออกไปนำเสนอวิธีการหน้าชั้นเรียน โดยครูจะสังเกตกลุ่มที่มีแนวการแก้ปัญหาเดียวกัน ออกไปนำเสนอพร้อมกัน</p> <p>7. นักเรียนทุกคนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสูตร หรือโมเดลที่แตกต่างกัน มโนทัศน์ คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลของวิธีการ</p> <p>8. ในขณะที่นำเสนอครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียน ตั้งใจฟัง และทำความเข้าใจสูตร หรือโมเดลของกลุ่มอื่น และพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหานั้นว่า ตรงกับความต้องการหรือไม่ มีข้อดี และข้อด้อยอย่างไร โดยให้บันทึกลงใน"แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง"</p>	<p>2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ</p> <p>3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ</p>
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>ประเมินผล</p>	<p>9. ครูให้นักเรียนประเมินการสร้างสูตรของกลุ่มตนเองว่ามีข้อดี และข้อด้อยอย่างไร รวมถึงวิธีการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยให้บันทึกลงใน"แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง"</p>	<p>3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้นการจัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	ความสามารถในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์
ชั้นที่ 4 ประเมินผล (ต่อ)	10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และ ทักษะที่ใช้แล้วบันทึกลงใน "แบบประเมิน กิจกรรม และประเมินตนเอง"	

4.1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
เพื่อพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข

4.1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting
Activities เรื่อง การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน
ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์
ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
จำนวน 1 ท่าน (ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ)

เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแผน และการประเมินคุณภาพ ตรวจสอบ
ความถูกต้อง ซึ่งให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข และเพื่อหาค่าระดับ
ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert, 1967) โดยถือเกณฑ์การ
ประเมินดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน
เหมาะสมมากที่สุด	5
เหมาะสมมาก	4
เหมาะสมปานกลาง	3

เหมาะสมน้อย	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	1

4.1.7 นำผลการตรวจประเมินให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย (รัตนะ บัวสนธิ, 2556) ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน
เหมาะสมมากที่สุด	4.51 – 5.00
เหมาะสมมาก	3.51 – 4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51 – 3.50
เหมาะสมน้อย	1.51 – 2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00 – 1.50

โดยค่าเหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร พบว่ามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ได้โดยผลการประเมินผลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข

4.1.8 ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดตามข้อเสนอแนะ ของอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นดังต่อไปนี้

1. ปรับจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม
2. ปรับเกณฑ์การประเมินให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ปรับคำถามในแบบประเมินกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

4.1.9 นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities เรื่อง การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

4.1.10 ปรับปรุงแผนอีกครั้ง และนำไปทดลองใช้กลุ่มตัวอย่าง

4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 4 สถานการณ์ ใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของ NCTM. (2000) โดยเนื้อหาที่ใช้ในแบบทดสอบแต่ละสถานการณ์เป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่างการทำกิจกรรมสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ได้ในชีวิตจริงอย่างชัดเจน นอกจากนี้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทุกสถานการณ์มีเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่สอดคล้องกัน ประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ เนื้อหา เรื่องเศษส่วน ทศนิยม อัตราส่วน ร้อยละ สัดส่วน และในส่วนของเนื้อหา เรื่อง เวลา ความเร็ว และระยะทาง การแปลงหน่วย ซึ่งต้องนำความรู้เหล่านี้มาใช้ในการแก้ปัญหา ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

สำหรับขั้นตอนการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการสร้าง และพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง ผู้วิจัยสร้างตามองค์ประกอบของ NCTM. (2000) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

4.2.1.1 การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหา

4.2.1.2 การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ คือความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.2.1.3 การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ คือ ความสามารถในการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทอื่น ๆ

4.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยเขียนแสดงวิธีทำ แบ่งโครงสร้างออกเป็น 2 ส่วน คือบทความสถานการณ์ปัญหา และคำถามย่อย 3 ข้อ คำถามแบ่งตามองค์ประกอบการวัดของ NCTM. (2000) และมีเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามที่ได้กำหนดไว้ และสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบที่กำหนด โดยให้ข้อสอบแต่ละสถานการณ์มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน แบ่งเป็นข้อย่อยละ 2 คะแนน ตามเกณฑ์ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำถามย่อยที่ 1 : จงระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายความรู้นั้นให้ชัดเจน	2 – ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
คะแนน / เกณฑ์การพิจารณา	1 – ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
	0 – ระบุ หัวเรื่องคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุ
คำถามย่อยที่ 2 : จงเขียนอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหา	2 – อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
คะแนน / เกณฑ์การพิจารณา	1 – อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้บางส่วนแต่ไม่ชัดเจน
	0 – อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่ไม่นำไปสู่การแก้ปัญหา หรือไม่อธิบาย
คำถามย่อยที่ 3 : จงระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือบริบทอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ จากความรู้ที่ระบุไว้ในข้อที่ 1 และข้อที่ 2	2 – ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ทั้งหมด
คะแนน / เกณฑ์การพิจารณา	1 – ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้บางส่วน
	0 – ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ หรือไม่ระบุ

4.2.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 1 ท่าน (ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ)

เพื่อพิจารณา และประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา (ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนั้นสามารถวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนั้นไม่สามารถวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อนั้นสามารถวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 3 ข้อย่อย โดยผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ พบว่า มีค่า IOC เท่ากับ +1 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ค

4.2.4 ปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นต่อไปนี้

1. ปรับข้อความในสถานการณ์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้มีความเหมาะสม

2. ปรับข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้มีความเหมาะสมกับเกณฑ์การประเมิน

4.2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การยุกต์ ใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ไปตรวจสอบคุณภาพโดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้

4.2.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยใช้สูตรของ (Whitney and Sabers, 1970) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.66 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.37 - 0.60

4.2.7 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงที่มีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (cronbach,1990) โดยค่าความเที่ยงที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.74

4.2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัย

4.3 ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นสำหรับให้นักเรียนฝึกความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่ม และมีลักษณะคำถามปลายเปิด โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.3.1 ศึกษาเอกสาร และตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และใบกิจกรรมสำหรับวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์เพื่อสร้างกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่การสร้างสถานการณ์ปัญหา

4.3.2 ออกแบบ และสร้างใบกิจกรรมที่มีข้อความคำถามจากสถานการณ์ จำนวน 3 ข้อ ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 ด้าน สำหรับรายละเอียดของใบกิจกรรม แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และชื่อสถานการณ์ในใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์ในใบกิจกรรม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (2 ชั่วโมง)	การส่งทำหนังสือ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (2 ชั่วโมง)	การตั้งราคาสินค้า
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (2 ชั่วโมง)	การคิดเงินเดือนพนักงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (2 ชั่วโมง)	การตรวจค่าน้ำค่าไฟ

โดยผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities ในเรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร และมีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมการเชิงเส้นสองตัวแปร กำไร ขาดทุน เปอร์เซ็นต์ ร้อยละ อัตราส่วน สัดส่วน ทศนิยม เป็นต้น

ทั้งนี้ผู้วิจัยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในสถานการณ์ของใบกิจกรรมกับองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดัง ตาราง 7

ตาราง 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในใบกิจกรรมกับองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถามในใบกิจกรรม	องค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
1. นักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร	1. การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ
2. นักเรียนเขียนโครงสร้างสูตร โดยอธิบายถึงวิธีการสร้างองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการ และวิธีการใช้งานสูตรอย่างละเอียด	2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ
3. นักเรียนระบุยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2	3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ

4.3.3 พัฒนาเกณฑ์การจัดกลุ่มของคำตอบจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3 ระดับ ที่ปรับปรุงจากงานวิจัยของ รุจิราพร รามศิริ (2556) แสดงดังตาราง 8 และ 9

ตาราง 8 เกณฑ์การจัดกลุ่มคำตอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำถามที่ 1 : นักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้าง และใช้ความรู้นั้นทำอะไร	
กลุ่มของคำตอบ	2 – ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	1 – ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
	0 – ระบุ หัวข้อคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุ

ตาราง 8 (ต่อ)

คำถามที่ 2 : นักเรียนเขียนโครงสร้างสูตร โดยอธิบายถึงวิธีการสร้างองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการ และวิธีการใช้งานสูตรอย่างละเอียด	
กลุ่มของคำตอบ	2 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
	1 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้บางส่วน แต่ไม่ชัดเจน
	0 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่ไม่นำไปสู่การแก้ปัญหาหรือไม่อธิบาย
คำถามที่ 3 : นักเรียนระบุยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้ และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2	
กลุ่มของคำตอบ	2 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอน การแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ทั้งหมด
	1 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอน การแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้บางส่วน
	0 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอน การแก้ปัญหาที่ระบุไว้ หรือไม่ระบุ

ตาราง 9 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5.00 - 6.00	มากที่สุด
4.00 - 4.99	มาก
3.00 - 3.99	ปานกลาง
2.00 - 2.99	น้อย
1.00 - 1.99	น้อยที่สุด

4.3.4 นำไปกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพร้อมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่านประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 1 ท่าน (ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ)

4.3.5 ปรับปรุงไปกิจกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญตามประเด็นต่อไปนี้

1. ปรับบทความในใบกิจกรรมให้นำสนใจมากยิ่งขึ้น
2. ปรับคำถามในใบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.3.6 นำไปกิจกรรมไปใช้วิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากการเขียนตอบ และการแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 นำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ไปทดลองจัดกิจกรรมกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนรู้ใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการจัดกิจกรรมในห้องเรียนจริงตามแผนการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้น

5.2 ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ได้พัฒนาขึ้น กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลาจัดกิจกรรม 4 คาบต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

5.3 ในระหว่างการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละแผนนักเรียนจะต้องบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรม แล้วผู้วิจัยนำข้อมูลจากใบกิจกรรมมาวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

5.4 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นครบทั้ง 4 แผน หลังการทดลองผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลาประมาณ 120 นาที

5.5 ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล สำหรับการดำเนินการทดลองทั้งหมด แบ่งออกเป็น 4 ครั้ง แต่ละครั้งจะประกอบไปด้วย 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นครั้งละ 120 นาที โดยใช้เครื่องมือในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทดสอบ เป็นการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงหลังการทดลอง โดยใช้ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science: SPSS) โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities (MEAs) โดยนำคะแนนทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมากำหนดหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสถิติแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (t-test for one sample) โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.2 ศึกษาผลของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มาดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาที่มีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 ผู้วิจัยทำการตรวจคำตอบ และวิธีคิดคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อตามเกณฑ์การจัดกลุ่มคะแนนที่ได้กำหนดไว้

6.2.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเนื้อหาโดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 ,1 และ 2 คะแนน ข้อคำถามมีจำนวน 3 ข้อ คิดเป็นคะแนนรวม 6 คะแนน จากนั้นนับจำนวนนักเรียน และหาค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ

6.2.3 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความสามารถโดยรวมจากคะแนนเต็ม 6 คะแนน โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถ ดังตาราง 9

6.2.4 เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้วผู้วิจัยพิจารณาความสอดคล้องของผลการวิจัยจากทั้งสองเครื่องมือ และสรุปผลการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS โดยรายละเอียดของสถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

7.1 สถิติที่ใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

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

7.1.2 ค่าความเที่ยง (reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับหลังการทดลอง โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ของครอนบาค (cronbach)

7.1.3 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้สูตรของ (Whitney and Sabers)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อบรรยายข้อมูลต่าง ๆ ด้วยสถิติพื้นฐานได้แก่ ร้อยละ (percent) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

7.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ด้วยสถิติอนุमान ได้แก่ การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (t-test for one sample)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ในนักเรียนจำนวน 32 คน มีดังต่อไปนี้ ตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนของนักเรียน				
		\bar{X}	S.D.	t	Sig	ร้อยละ
32	24	18.91	2.29	5.20	.000	78.78

*มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 18.91$) คิดเป็นร้อยละ 78.78 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง MEAs นักเรียนจะได้เรียนรู้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 4 แผน นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs โดยใช้ใบกิจกรรม และแบบประเมินใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน โดยพิจารณาจากข้อคำถามในใบกิจกรรมที่วัดองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดจำแนกตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังต่อไปนี้

1.1 ผลการของจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในสถานการณ์ปัญหาการสั่งทำหนังสือ ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการ
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ความสามารถใน การเชื่อมโยง	จำแนกตามระดับความสามารถตามองค์ประกอบ 3 ด้าน				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	รวม	ระดับ
กลุ่มที่1	2	1	1	4	มาก
กลุ่มที่2	1	2	2	5	มากที่สุด
กลุ่มที่3	2	2	1	5	มากที่สุด
กลุ่มที่4	1	2	1	4	มาก
กลุ่มที่5	1	2	1	4	มาก
กลุ่มที่6	2	2	0	4	มาก
กลุ่มที่7	2	1	1	4	มาก
กลุ่มที่8	1	1	1	3	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.5	1.63	1	4.13	มาก

จากตาราง 11 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวม พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 62.50 และเมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ และความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ครบถ้วนตามข้อคำถาม ส่วนความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ก็ยังระบุในสิ่งที่โจทย์ถามไม่ครบถ้วน และขาดการขยายความในคำตอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและแสดงแนวคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถบางด้าน ดังภาพ 1 – 6

1. ถ้าอยากทราบว่าการพิมพ์พิมพ์หนังสือ
ความรู้นั้นอย่างไร

1. ใช้ความรู้เรื่อง การถักสมการ

2. ใช้ความรู้เรื่อง การแก้สมการ

3. การวิเคราะห์ โจทย์

4. พหุคูณ

5. เศษส่วน

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 1

1. ถ้าอยากทราบว่าการพิมพ์หนังสือ 190 เล่ม มีค่าใช้จ่ายเท่าไรนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้
ความรู้นั้นอย่างไร

1. การแก้สมการ เพื่อหาผลลัพธ์

2. การวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา เพื่อมาสร้างสมการในการแก้ปัญหา

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 1
ที่นักเรียนระบุข้อมูลได้เพียงบางส่วน

จากภาพ 1 เป็นการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้เพียงบางส่วนขาดการขยายความในส่วนของการนำความรู้ไปใช้อย่างไร เช่นเดียวกับกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ที่ระบุข้อมูลได้เพียงบางส่วนที่โจทย์ต้องการจากภาพที่ 2 ส่งผลให้ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 1 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2

$x = \text{หนังสือพิมพ์ 50 หน้า 145 บาท}$
 $y = \text{หนังสือพิมพ์ 30 หน้า 150 บาท}$

$$\begin{cases} 45x + 150(y) = 13,150 & \text{--- (1)} \\ 45(x+y) = 90(145) & \text{--- (2)} \end{cases}$$

$$145x + 145y = 13,050 \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{(1) - (3)} \quad 7y = 100$$

$$y = 14$$

แทนค่า y ลงในสมการ (1)

$$45(x) + 150(14) = 13,150$$

$$15x + 6000 = 13,150 - 6000$$

$$15x = 7150$$

$$x = 476.66$$

$$x = 477$$

$$y = 14$$

$45(47) + 150(14) = 13,150$ --- (1)
 $45(47+14) = 90(145)$ --- (2)
 $145x + 145y = 13,050$ --- (3)
 $(1) - (3) \quad 7y = 100$
 $y = 14$
 แทนค่า y ลงในสมการ (1)
 $45(x) + 150(14) = 13,150$
 $145(x+14) = 90(145)$
 $145x + 145(14) = 13,050$ --- (3)
 $(1) - (3) \quad 7y = 100$
 $y = 14$
 $b = 21$
 แทนค่า y ลงในสมการ (1)
 $45(x) + 150(14) = 13,150$
 $145x + 145(14) = 13,050$
 $145x = 13,050 - 20,300$
 $145x = -7,250$
 $x = -50$
 $a = 100$
 $(1) \quad 45(100) + 150(20) = 13,150$
 $27,500 + 3,000 = 27,500$
 จำนวนหนังสือพิมพ์ 100 เล่ม และหนังสือพิมพ์อีกชนิด

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 "การสั่งทำหนังสือ" ในข้อคำถามที่ 2

$x = \text{หนังสือพิมพ์ 50 หน้า 145 บาท}$
 $y = \text{หนังสือพิมพ์ 30 หน้า 150 บาท}$

$$\begin{cases} 45x + 150(y) = 13,150 & \text{--- (1)} \\ 45(x+y) = 90(145) & \text{--- (2)} \end{cases}$$

$$145x + 145y = 13,050 \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{(1) - (3)} \quad 7y = 100$$

$$y = 14$$

แทนค่า y ลงในสมการ (1)

$$45(x) + 150(14) = 13,150$$

$$145(x+14) = 90(145)$$

$$145x + 145(14) = 13,050$$

$$(1) - (3) \quad 7y = 100$$

$$y = 14$$
 $b = 21$

แทนค่า y ลงในสมการ (1)

$$45(x) + 150(14) = 13,150$$

$$145(x+14) = 90(145)$$

$$145x + 145(14) = 13,050$$

$$(1) - (3) \quad 7y = 100$$

$$y = 14$$
 $a = 100$

$(1) \quad 45(100) + 150(20) = 13,150$
 $27,500 + 3,000 = 27,500$
 จำนวนหนังสือพิมพ์ 100 เล่ม และหนังสือพิมพ์อีกชนิด

ภาพ 4 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 "การสั่งทำหนังสือ" ในข้อคำถามที่ 2 ที่ขาดการเขียนหัวข้อในการคำนวณจากสมการของแต่ละขั้น

จากภาพ 3 เป็นการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุวิธีการขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจนเช่นเดียวกับกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ที่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ขาดการเขียนหัวข้อในการคำนวณจากสมการของแต่ละขั้นดังภาพที่ 4 ได้แก่ การคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการทำหนังสือ 120 เล่ม (นักเรียนไม่ได้แยกในการเขียนหัวข้อของการคิดคำนวณ) ส่งผลให้ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 2 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2

โจทย์แบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____

เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ เวลาส่งเอกสาร

อื่นๆ _____

.....
เวลาที่เรารั้งส่งเอกสารถึงที่รถเมล์ และคิดราคาปกติ
แก้หาเวลาที่ส่งเอกสารในปริมาณถึงรถเมล์ และคิดว่าจะลดราคาให้

ภาพ 5 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 3

ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ กรณีศึกษาที่โรงเรียน แม่แตง เชียงใหม่

โจทย์แบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____

เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ การทำหนังสือ ของจ้าง

อื่นๆ _____

ภาพ 6 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ในข้อคำถามที่ 3
ที่นักเรียนขาดในส่วนของการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจน

จากภาพ 5 เป็นการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 1 “การสั่งทำหนังสือ” ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง และกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่จะขาดในส่วนของการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจนกับสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหา ได้แก่ การทำหนังสือขาย (ขาดการขยายความ) ดังภาพที่ 6 ส่งผลให้ความสามารถในการ

ระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 3 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1

1.2 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในสถานการณ์ปัญหาการทำธุรกิจขณะด้วยการตั้งราคา ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ความสามารถในการเชื่อมโยง	จำแนกตามระดับความสามารถตามองค์ประกอบ 3 ด้าน				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	รวม	ระดับ
กลุ่มที่ 1	2	1	1	4	มาก
กลุ่มที่ 2	2	1	2	5	มากที่สุด
กลุ่มที่ 3	2	2	0	4	มาก
กลุ่มที่ 4	2	1	1	4	มาก
กลุ่มที่ 5	2	2	1	5	มากที่สุด
กลุ่มที่ 6	1	1	2	4	มาก
กลุ่มที่ 7	1	2	1	4	มาก
กลุ่มที่ 8	1	2	1	4	มาก
ค่าเฉลี่ย	1.63	1.5	1.13	4.26	มาก

จากตาราง 12 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวม พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก จำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75 และเมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ และความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ตามข้อคำถามแต่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์

การอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ นั้นยังระบุในสิ่งที่โจทย์ถามไม่ครบถ้วน และขาดการขยายความในคำตอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบ และแสดงแนวคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางด้าน ดังภาพ 7 – 12

สูตรการตั้งราคาสินค้า

1.การที่เราคำนวณว่าต้องใช้กาแฟแต่ละชนิดชนิดละ กิโลกรัมละ 200 บาทแล้วยังได้กำไร 25% นั้นนักเรียน

1. คิดในหัว
 2. คิดเลข
 3. อธิบาย
 4. คิดเลข
 5. คิดเลข-หาจุด
 6. คิดเลข

ภาพ 7 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 1

สูตรการตั้งราคาสินค้า

1.การที่เราคำนวณว่าต้องใช้กาแฟแต่ละชนิดชนิดละกิโลกรัม เพื่อให้ กิโลกรัมละ 200 บาทแล้วยังได้กำไร 25% นั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้

- เปอร์เซ็นต์ การคิดกำไรในการตั้งราคา
 สูตรสั้น การหาค่าในกรณีกำไร
 การหา ใช้แก้สมการ
 กิโลกรัม การคิดหาต้นทุนและกำไรจาก
 การคิดกำไร การหาต้นทุนราคาหากกำไรไม่ได้

ภาพ 8 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 1
 ที่นักเรียนสามารถระบุข้อมูลได้ครบถ้วน

จากภาพ 7 เป็นการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้เพียงบางส่วนขาดในส่วนของการนำความรู้ นั้นไปใช้อย่างไร แต่ในกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ นั้นสามารถระบุข้อมูลได้ครบถ้วนดังภาพที่ 8 ส่งผลให้

ความสามารถในการระบุนิยามคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบมีในข้อคำถามที่ 1 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2

2. ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า โดยอธิบายวิธีการสร้าง องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการ และวิธีการใช้งานสูตรอย่างละเอียด

ให้ x แทนปริมาณที่ผลิตได้ต่อวัน $170x$ บาท
 y แทนปริมาณที่ผลิตได้ต่อวัน $150y$ บาท

$$170x + 150y = 4900 \quad \text{--- ①}$$

$$x + y = 30 \quad \text{--- ②}$$

$$150y + 150x = 4500 \quad \text{--- ③}$$

$$\text{--- ①} - \text{--- ③}$$

$$20x = 300$$

$$x = 15$$

แทน $x = 15$ ใน ②

$$15 + y = 30$$

$$y = 15 \#$$

ภาพ 9 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 2 ในส่วนแรก

2. ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า โดยอธิบายวิธีการสร้าง องค์ประกอบ ค และ การดำเนินการ และวิธีการใช้งานสูตรอย่างละเอียด

ปริมาณที่ผลิตได้ต่อวัน $x = 170$
 $y = 150$

$$x = 170 \quad \text{--- ①}$$

$$y = 150 \quad \text{--- ②}$$

$$x + y = 30 \quad \text{--- ③}$$

$$\text{--- ①} - \text{--- ③}$$

$$90x = 300$$

$$x = 15$$

แทน $x = 15$ ใน ③

$$15 + y = 30$$

$$y = 15 \#$$

ภาพ 10 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 2 ในส่วนที่สอง

จากภาพ 9 เป็นการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ซึ่งจะแบ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้เป็นสองส่วนส่วนแรก และส่วนที่สองดังภาพที่ 10 ซึ่งนักเรียนทั้งสองส่วนนั้นสามารถแสดงวิธีการหาสูตรของการตั้งราคาสินค้าได้ครบถ้วน แต่ในส่วนของการหาต้นทุนในการตั้งสมการของแต่ละกลุ่มนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอเพื่อหาสูตรของการตั้งราคาสินค้า และได้มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้สูตรการตั้งราคาสินค้าที่ถูกต้องดังตัวอย่างในภาพที่ 10 โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงวิธีการขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากสมการที่นักเรียนในกลุ่มกำหนดได้ถูกต้อง ส่งผลให้ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 2 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
- โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
- เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ ซื้อของตามห้าง
- อื่นๆ _____

คิดหาเวลาซื้อของประมาณ 25% จะเหลือเงินที่ค่อนข้างมาก และซื้อของก็คุ้ม

ภาพ 11 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 3

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
- โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
- เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ การลดเปอร์เซ็นต์ตามห้าง, ส่วนลดสินค้า
- อื่นๆ _____

ภาพ 12 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ในข้อคำถามที่ 3
ที่นักเรียนขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจน

จากภาพ 11 เป็นการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 2 “การตั้งราคาสินค้า” ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง มีการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นแต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจน กับสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาดังภาพที่ 12 ได้แก่ การซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้า

(ขาดการขยายความ) ส่งผลให้ความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 3 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1

1.3 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในสถานการณ์ปัญหาวิธีคิดระบบการจ่ายค่าคอมมิชชั่นแบบง่าย ๆ ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ความสามารถในการเชื่อมโยง	จำแนกตามระดับความสามารถตามองค์ประกอบ 3 ด้าน				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	รวม	ระดับ
กลุ่มที่1	2	2	2	6	มากที่สุด
กลุ่มที่2	2	1	2	5	มากที่สุด
กลุ่มที่3	2	2	1	5	มากที่สุด
กลุ่มที่4	1	2	1	4	มาก
กลุ่มที่5	1	2	1	4	มาก
กลุ่มที่6	1	2	1	4	มาก
กลุ่มที่7	2	1	1	4	มาก
กลุ่มที่8	1	1	2	4	มาก
ค่าเฉลี่ย	1.5	1.63	1.38	4.50	มาก

จากตาราง 13 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวม พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 62.50 และเมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่าความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบบกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง ส่วนความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบบของนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ครบถ้วนตามข้อคำถาม

ส่วนความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ก็ยังระบุในสิ่งที่โจทย์ถามไม่ครบถ้วนมีขาดการขยายความในคำตอบของกลุ่มตนเอง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบ และแสดงแนวคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางด้าน ดังภาพ 13-18

สูตรการคิดเงินเดือนพนักงาน

1.การที่เราคำนวณเงินเดือนพนักงานนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ความรู้นั้นอย่างไร

1. เปรียบเทียบ เงินให้รู้ว่าเป็นเงินเท่าใด
2. สมการ/แก้สมการ เงินให้รู้ค่าของตัวตั้ง
3. การคาดคะเน เงิน คิดราคาของเครื่องใช้
4. กี่ไร - ทอนเงิน เงิน วัลลภก็ได้มี ที่เอาตามไปเท่าไร
5. วิชาค. ให้เงินให้เงินเท่าไร.

ภาพ 13 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 1 ที่ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาและข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน

สูตรการคิดเงินเดือนพนักงาน

1.การที่เราคำนวณเงินเดือนพนักงานนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ความรู้นั้นอย่างไร

1. เปรียบเทียบ เงินให้รู้ค่า
2. การคาดคะเน
3. การแก้สมการ
4. คอยระวัง

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 1 ที่นักเรียนไม่ได้อธิบายว่านำความรู้นั้นไปทำอะไร

จากภาพ 13 เป็นการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วนมีการระบุว่าสามารถนำความรู้ที่ไปทำอะไร แต่มีนักเรียนเพียงบางกลุ่มที่ระบุข้อมูลแต่ไม่ได้อธิบายว่านำความรู้ที่ไปทำอะไรดังภาพ 14 ส่งผลให้ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 1 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2

5.1

ให้ x แทนเงินเดือน
 y แทนเงินโบนัส

$$x + y(15\%) = 15,000 \quad \text{--- ①}$$

$$x + y(20\%) = 17,000 \quad \text{--- ②}$$

$$\text{②} - \text{①}; 5\%y = 2,000$$

$$y = \frac{2,000}{0.05}$$

$$y = 40,000$$

แทน $y = 40,000$ ใน ①

$$x + 0.05(40,000) = 17,000$$

$$x + 2,000 = 17,000$$

$$x = 17,000 - 2,000$$

$$x = 15,000$$

หรือ $y = 40,000$ ใน ②

$$x + 0.05(40,000) = 17,000$$

$$x + 2,000 = 17,000$$

$$x = 17,000 - 2,000 = 15,000$$

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 2 ที่ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน

5.2

ให้ x แทนเงินเดือน
 y แทนเงินโบนัส

$$x + y(15\%) = 15,000 \quad \text{--- ①}$$

$$x + y(20\%) = 17,000 \quad \text{--- ②}$$

$$\text{②} - \text{①}; 5\%y = 2,000$$

$$y = \frac{2,000}{0.05}$$

$$y = 40,000$$

แทน $y = 40,000$ ใน ①

$$x + 0.05(40,000) = 17,000$$

$$x + 2,000 = 17,000$$

$$x = 17,000 - 2,000$$

$$x = 15,000$$

หรือ $y = 40,000$ ใน ②

$$x + 0.05(40,000) = 17,000$$

$$x + 2,000 = 17,000$$

$$x = 17,000 - 2,000 = 15,000$$

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 2 ที่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน

จากภาพ 15 เป็นการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีการกำหนดวิธีการขั้นตอนการคำนวณหาสูตรใน

การคิดเงินเดือนพนักงานจากค่าคอมมิชชั่นให้ได้ถูกต้องครบถ้วน และมีการสรุปสูตรในตอนสุดท้าย ได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ขาดการเขียน หัวข้อสรุปในคำนวณสูตรการคิดเงินเดือนดังภาพ 16 ได้แก่ การคำนวณหาเงินเดือนพนักงาน (นักเรียนขาดการสรุปในแต่ละขั้นตอน) ส่งผลให้ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ พบในข้อคำถามที่ 2 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ ภาควิชาการ - ทดทุนจากกทพยจผ
 โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
 เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ พนักงานขายประกัน เซลล์มือถือ ขายผลไม้
 อื่นๆ _____

ภาพ 17 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 3 ที่ระบุได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาแต่ยังขาดการขยายความ

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
 โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
 เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ _____
 อื่นๆ _____
- 1 คนขายประกัน
 2 เซลล์มือถือ
 3 พนักงานขายผลไม้
 4 พนักงานขายบ้าน

ภาพ 18 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ในข้อคำถามที่ 3 ที่ขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจน

จากภาพ 17 เป็นการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 3 “การคิดเงินเดือนพนักงาน” ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุปัญหาที่ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ขาดการขยายความใน สิ่งที่ระบุให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่นเดียวกับกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ที่ขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ ชัดเจนกับสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาดังภาพที่ 18 ได้แก่ คนขายประกัน

พนักงานขายผงซักฟอก (ขาดการขยายความในส่วนของคำตอบ) ส่งผลให้ความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 3 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1

1.4 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหาสัญลักษณ์ค่าไฟฟ้าของคอนโด ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ความสามารถในการเชื่อมโยง	จำแนกตามระดับความสามารถตามองค์ประกอบ 3 ด้าน				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	รวม	ระดับ
กลุ่มที่ 1	2	2	1	5	มากที่สุด
กลุ่มที่ 2	2	2	2	6	มากที่สุด
กลุ่มที่ 3	2	2	1	5	มากที่สุด
กลุ่มที่ 4	2	1	1	4	มาก
กลุ่มที่ 5	2	2	1	5	มากที่สุด
กลุ่มที่ 6	1	1	2	4	มาก
กลุ่มที่ 7	1	2	1	4	มาก
กลุ่มที่ 8	1	2	1	4	มาก
ค่าเฉลี่ย	1.63	1.75	1.25	4.63	มาก

จากตาราง 14 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวม พบว่า กลุ่มนักเรียนมีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50 และระดับมากจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ และความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่

พบของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ครบถ้วนตามข้อคำถาม ส่วนความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ของกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ก็ยังระบุในสิ่งที่โจทย์ถามไม่ครบถ้วนมีบางกลุ่มที่ยังขาดการขยายความในคำตอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและแสดงแนวคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถบางด้าน ดังภาพ 19 – 24

สูตรการคำนวณเพื่อตรวจหน่วยค่าไฟและค่าน้ำ

1. การที่เราคำนวณเพื่อตรวจหน่วยค่าไฟและค่าน้ำนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ความรู้นั้นอย่างไร

1. การคำนวณ - หน่วยค่าไฟ
2. หน่วยการคิดค่าน้ำไฟ - คิดค่าน้ำค่าไฟ
3. สมการหรือเส้นสองจุดแปร - ตัวสมการ

ภาพ 19 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 1 ระบุข้อมูลได้เพียงบางส่วน

สูตรการคำนวณเพื่อตรวจหน่วยค่าไฟและค่าน้ำ

1. การที่เราคำนวณเพื่อตรวจหน่วยค่าไฟและค่าน้ำนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้

1. หน่วยการคิดค่าน้ำ - ไฟ
2. การแปลงการ
3. ทศนิยม

ภาพ 20 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 1 ที่นักเรียนตอบแนวทางคล้าย ๆ กัน

จากภาพ 19 เป็นการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ปัญหา และข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้เพียงบางส่วนขาดในส่วนของการขยายความ และตอบคำถามแนวทางคล้าย ๆ กันดังภาพ 20 ส่งผลให้ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 1 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2

Sol. ให้ x แทนจำนวนหน้า
 y แทนจำนวนกระดาษ
 $15x + 4y = 672$ — ①
 $x + y = 119$ — ②
 $4x + 4y = 476$ — ③
 ① - ③; $11x = 210$
 $x = \frac{210}{11}$
 $x = 20$
 แทน $x = 20$ ใน ②
 $20 + y = 119$
 $y = 119 - 20$
 $y = 99$ #

สรุป

ด้าน → 15 (จำนวนหน้า) = ด้านต่อหน้า

ด้าน → 4 (จำนวนหน้า) = ด้านต่อหน้า

∴ หน้า + ด้าน = ได้ข้อสรุปทั้งหมด #

ภาพ 21 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 2 ที่มีการระบุขั้นตอนได้ถูกต้องมีการสรุปเป็นสูตรในขั้นตอนสุดท้าย

Sol. ให้ x แทนจำนวนหน้า
 y แทนจำนวนหน้า
 $x + y = 119$ — ①
 $4(x) + 15(y) = 672$ — ②
 $4x + 4y = 476$ — ③
 ② - ③; $11y = 210$
 $y = \frac{210}{11}$
 $y = 20$
 แทน $y = 20$ ในสมการ ①
 $x + 20 = 119$
 $x = 119 - 20$
 $x = 99$
 $∴ 99 + 20 = 119$

สรุป	$4(\text{จำนวนหน้า}) + 15(\text{จำนวนกระดาษ})$ = ด้านต่อหน้า
------	---

∴ ด้าน 99 หน้า
 ด้าน 20 หน้า

ภาพ 22 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 “การตรวจค่าน้ำค่าไฟ” ในข้อคำถามที่ 2 ที่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน

จากภาพ 21 เป็นการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 4 "การตรวจค่าน้ำค่าไฟ" ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่สามารถเขียนวิธีการขั้นตอนในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องมีการสรุปเป็นสูตรในขั้นตอนสุดท้าย แต่ยังเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ซึ่งกลุ่มนักเรียนที่นำมาเสนอดังภาพที่ 22 นี้ นั้นยังเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ขาดการเขียนหัวข้อในการคำนวณจากสมการของแต่ละขั้นตอนเพื่อแยกการคำนวณ ได้แก่ การคำนวณหาจำนวนหน่วยของค่าน้ำ ค่าไฟ (นักเรียนไม่ได้แยกในการเขียนหัวข้อของการคิดคำนวณ) ส่งผลให้ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 2 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
- โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
- เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ ค่าเงินแลกเปลี่ยน, ค่าเงินทองมีตรา,
- อื่นๆ _____

ภาพ 23 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 "การตรวจค่าน้ำค่าไฟ" ในข้อคำถามที่ 3 ที่ขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุ

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
- โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
- เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ _____
- อื่นๆ _____

จำนวนโทรทัศน์ - เวลาเราเนี่ยกินไป จะมีการคิดค่าบริการมี

ค่ารถแท็กซี่ - เวลาเราเดินทาบไปลมพวกนี้มันแพง

ภาพ 24 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 4 "การตรวจค่าน้ำค่าไฟ" ในข้อคำถามที่ 3 ที่ขยายความในสิ่งที่ระบุได้ชัดเจน

จากภาพ 23 เป็นการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 4 "การตรวจค่าน้ำค่าไฟ" ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ แต่ขาดการขยายความในสิ่งที่ระบุให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นมีนักเรียนเพียงบางกลุ่มที่ขยายความในสิ่งที่ระบุได้ชัดเจน กับสถานการณ์

อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาดังภาพ 24 ได้แก่ การจ่ายเงินค่า โทรศัพท์ ตามจำนวนในการโทร ส่งผลให้ความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบในข้อคำถามที่ 3 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

หลังการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 32 คน โดยใช้เวลาทั้งหมด 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยมีรายละเอียดจำแนกตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจำแนกตามสถานการณ์

2.1.1 สถานการณ์ที่ 1 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวม และระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน จากสถานการณ์ที่ 1 “FUN RUN และ MINIMARATHON” ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ดังตาราง 15 -16

ตาราง 15 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1

ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
โดยรวม 3 ด้าน	24(75.00)	5(15.63)	2(6.25)	1(3.12)	0(0.00)

จากตาราง 15 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมจากการทำแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 24 คน คิดเป็น

ร้อยละ 75.00 ระดับมาก จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 15.63 ระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 ระดับน้อย จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.12

ตาราง 16 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			เฉลี่ย
	2	1	0	
1.การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ	17 (53.13)	15 (46.88)	0 (0.00)	1.53
2.การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ	29 (90.63)	2 (6.25)	1 (3.12)	1.88
3.การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่นๆที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ	17 (53.13)	14 (43.75)	1 (3.12)	1.50
รวม				4.91

จากตาราง 16 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ด้านความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และด้านความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยในภาพรวม มีค่า 4.91 มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

2.1.2 สถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวม และระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน จากสถานการณ์ที่ 2 “รถทัวร์ กรุงเทพฯ – กำแพงเพชร” ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ดังตาราง 17 -18

ตาราง 17 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2

ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
โดยรวม 3 ด้าน	26(81.25)	5(15.63)	1(3.12)	0(0.00)	0(0.00)

จากตาราง 17 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมจากการทำแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ระดับมาก จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 15.63 ระดับปานกลาง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.12

ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			
	2	1	0	เฉลี่ย
1.การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ	29 (90.63)	3 (9.37)	0 (0.00)	1.91
2.การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ	30 (93.75)	2 (6.25)	0 (0.00)	1.94
3.การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ	12 (37.50)	19 (59.38)	1 (3.12)	1.34
รวม				5.19

จากตาราง 18 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ด้านความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และด้านความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 ส่งผลให้คะแนน

เฉลี่ยในภาพรวม มีค่า 5.19 มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

2.1.3 สถานการณ์ที่ 3 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวม และระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน จากสถานการณ์ที่ 3 "5 วิธีการลงทุน สำหรับมนุษย์เงินเดือน" ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ดังตาราง 19 -20

ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3

ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
โดยรวม 3 ด้าน	20(62.50)	9(28.13)	2(6.25)	1(3.12)	0(0.00)

จากตาราง 19 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมจากการทำแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ระดับมาก จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 28.13 ระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 ระดับน้อย จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.12

ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 3

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			
	2	1	0	เฉลี่ย
1.การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ	13 (40.63)	18 (56.25)	1 (3.12)	1.38
2.การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ	31 (96.88)	1 (3.12)	0 (0.00)	1.97

ตาราง 20 (ต่อ)

ความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์รายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			
	2	1	0	เฉลี่ย
3.การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ	16 (50.00)	13 (40.63)	3 (9.37)	1.41
รวม				4.76

จากตาราง 20 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 ด้านความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และด้านความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยในภาพรวม มีค่า 4.76 มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

2.1.4 สถานการณ์ที่ 4 ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวม และระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน จากสถานการณ์ที่ 4 “ค่าโดยสารรถแท็กซี่” ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ดังตาราง 21-22

ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยรวมจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 4

ระดับความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
โดยรวม 3 ด้าน	10(31.25)	14(43.75)	8(25.00)	0(0.00)	0(0.00)

จากตาราง 21 เมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมจากการทำแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ

ละ 31.25 ระดับมาก จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 ระดับปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00

ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 4

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			เฉลี่ย
	2	1	0	
1.การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ	19 (59.38)	13 (40.62)	0 (0.00)	1.59
2.การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ	13 (40.62)	19 (59.38)	0 (0.00)	1.41
3.การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ	4 (12.50)	27 (84.38)	1 (3.12)	1.10
รวม				4.10

จากตาราง 22 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ด้านความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 และด้านความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยในภาพรวม มีค่า 4.10 มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสอดคล้องในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากทั้ง 4 ใบกิจกรรม และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 สถานการณ์ โดยพิจารณาตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.25 มีความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 62.50 มีความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 68.75 มีความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 จะเห็นได้ว่าในระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระ

ดับมาก และเมื่อพิจารณาตามระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.94 มีความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 80.47 มีความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 57.03 มีความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 จะเห็นได้ว่าในระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่าง และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวโน้มของข้อมูลสอดคล้องกันแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจำแนกตาม 3 องค์ประกอบรายด้านของสถานการณ์

2.2.1 ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ตามระดับความสามารถจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์ดังตาราง 23

ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์

ความสามารถรายด้าน	สถานการณ์ที่	จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			เฉลี่ย
		2	1	0	
การระบุความรู้	1	17(53.13)	15(46.88)	0(0.00)	1.53
คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้อง	2	29(90.63)	3(9.37)	0(0.00)	1.91
ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ	3	13(40.63)	18(56.25)	1(3.12)	1.38
	4	19(59.38)	13(40.62)	0(0.00)	1.59

จากตาราง 23 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบทั้งสี่สถานการณ์จากแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีจำนวนนักเรียน 17 คนคิดเป็นร้อยละ 53.13 ในขณะที่สถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีจำนวนนักเรียน 29 คน

คิดเป็นร้อยละ 90.63 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มของความสามารถรายด้านนั้นเพิ่มมากขึ้น และมีจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของความสามารถในการระบุนิยามรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบที่ดีขึ้น ซึ่งความสามารถในการระบุนิยามรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบของแต่ละสถานการณ์ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดข้อมูล หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในสถานการณ์ชีวิตจริง โดยสถานการณ์ที่ 3 มีข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ซับซ้อนทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถระบุข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วนขาดการขยายความในส่วนของ การนำความรู้ไปใช้ และจากสถานการณ์ที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบในสถานการณ์ที่ 4 นักเรียนที่สามารถระบุนิยามรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 คะแนนมีเพิ่มมากขึ้นจากสถานการณ์ที่ 3 จึงส่งผลให้ความสามารถดังกล่าวของนักเรียนในสถานการณ์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดใน 4 สถานการณ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบ และการแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการระบุนิยามรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบดังภาพ 25- 29

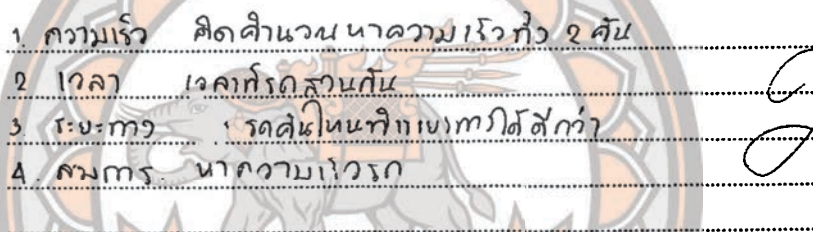
คำสัมภาษณ์ของนางละออง นิ่งใจ ในกรณีตัวอย่างที่ 2
 ในภาพสัมภาษณ์ของนาง นิ่งใจ ในการตั้งคำถาม
 สมมติว่าเราใส่ของเข้ารถ เมื่อรถก็จอดในลานจอดรถแล้ว
 จำนวนผู้สัมภาษณ์ 1 เมื่อทราบจำนวนผู้สัมภาษณ์แต่ละวัน

ภาพ 25 ภาพความสามารถในการระบุนิยามรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 1 ที่อยู่ในระดับ 2

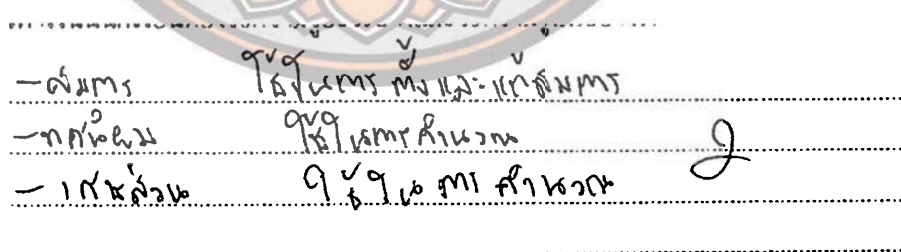
1. การแก้สมการ
 2. ค่าเฉลี่ย
 3. มันทวมทั้งหมด
 4. งานที่เินด.

ภาพ 26 ภาพความสามารถในการระบุนิยามรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 1 ที่อยู่ในระดับ 1

จากภาพ 25 เป็นคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน ส่งผลให้ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และเมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนดังภาพ 26 พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อมูลได้ แต่ไม่สามารถขยายความว่านำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ทำอะไร ส่งผลให้ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 นอกจากนี้ข้อมูล หรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 2 มีความชัดเจนจากสถานการณ์มากกว่าสถานการณ์ที่ 1 จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับที่ดีกว่าสถานการณ์ที่ 1 ดังภาพ 27

- 
1. ความเร็ว คิดคำนวณ หาความเร็วทั่ว 2 คัน
 2. เวลา เวลาที่รถสวนกัน
 3. ระยะทาง ระยะสั้นในทันทีแบบทวีคูณได้เร็วกว่า
 4. สมการ หาความเร็วรถ

ภาพ 27 ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 2 ที่อยู่ในระดับ 2

- 
- สมการ ใช้ในสมการ พหุนาม และ แก้มสมการ
 - ทศนิยม ใช้ในสมการ คำนวณ
 - เลขส่วน ใช้ในสมการ คำหาผล

ภาพ 28 ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 4 ที่อยู่ในระดับ 2

1. ง่ายกว่า
2. ใกล้เคียง
3. ก้ำกึ่ง
4. ยากกว่า
5. ยากมาก
6. ทรนั้กั้หมกั้

ภาพ 29 ภาพความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการ
แก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 3 ที่อยู่ในระดับ 1

จากภาพ 28 เป็นคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน ส่งผลให้ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และเมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนดังภาพ 29 พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อมูลได้ แต่ไม่สามารถขยายความว่านำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ทำอะไร ส่งผลให้ความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 นอกจากนี้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 4 มีความชัดเจนจากสถานการณ์มากกว่าสถานการณ์ที่ 3 จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 4 อยู่ในระดับที่ดีกว่าสถานการณ์ที่ 3

2.2.2 ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ตามระดับความสามารถจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์ ดังตาราง 24

ตาราง 24 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์

ความสามารถรายด้าน	สถานการณ์ที่	จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			
		2	1	0	เฉลี่ย
การระบุขั้นตอนการ	1	29(90.63)	2(6.25)	1(3.12)	1.88
แก้ปัญหาที่พบ	2	30(93.75)	2(6.25)	0(0.00)	1.94

ตาราง 24 (ต่อ)

ความสามารถรายด้าน	สถาน การณ์ที่	จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			
		2	1	0	เฉลี่ย
การระบุขั้นตอนการ	3	31(96.88)	1(3.12)	0(0.00)	1.97
แก้ปัญหาที่พบ	4	13(40.62)	19(59.38)	0(0.00)	1.41

จากตาราง 24 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ ทั้งสี่สถานการณ์ในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีจำนวนนักเรียน 29 คนคิดเป็นร้อยละ 90.63 ในสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีจำนวนนักเรียน 30 คนคิดเป็นร้อยละ 93.75 ในสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีจำนวนนักเรียน 31 คนคิดเป็นร้อยละ 96.88 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสามารถรายด้านนั้นเพิ่มมากขึ้น และจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบที่ดีขึ้น ซึ่งความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบของแต่ละสถานการณ์ขึ้นอยู่กับ การสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จากข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในสถานการณ์ชีวิตจริง โดยสถานการณ์ที่ 4 นั้นมีวิธีการตั้งสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่มีความซับซ้อน ทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วนถูกต้อง จึงส่งผลให้ความสามารถดังกล่าวของนักเรียนส่วนใหญ่ในสถานการณ์ที่ 4 อยู่ในระดับ 1 ซึ่งน้อยที่สุดใน 4 สถานการณ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบ และการแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ ดังภาพ 30 – 32

2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด หรือ ขั้นตอน ในการคำนวณความเร็วของรถหัวรถทั้งสองคันในการเดินทาง

x หมายความว่า ความเร็วของรถหัวรถคันที่ 1 (๕๓๓ กม./ชม.) อัตราเร็ว - ระยะทาง \times เวลา
 y หมายความว่า ความเร็วของรถหัวรถคันที่ 2 (๕๐๓ กม./ชม.)
 $4x - 5y = 44$

$\textcircled{1} - \textcircled{2}$ $6y = 306$ $4x = 56 - 306$
 $y = \frac{306}{6} = 51$ $4x = 149$
 $x = \frac{149}{4} = 37.25$

แทนค่า $y = 51$ ลงใน $\textcircled{1}$
 $4x + 5(51) = 346$
 $4x + 255 = 346$

หมายความว่า รถหัวรถคันที่ 1 มีอัตราเร็ว 37 กม./ชม.
 รถหัวรถคันที่ 2 มีอัตราเร็ว 51 กม./ชม.

ภาพ 30 ภาพความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 2 ที่อยู่ในระดับ 2

x หมายความว่า จำนวนการจอด ๒๕๐ เมตร ๓ นาที
 y หมายความว่า จำนวนการจอด ๓๕๐ เมตร 1.5 นาที

$x + y = 9$ $\textcircled{1}$
 $35 + \frac{1000x}{950} + \frac{1500y}{200} = 106$ $\textcircled{2}$

$\frac{1000x}{950} + \frac{1500y}{200} = 71$ $\textcircled{3}$

$\textcircled{1} \times \frac{2000}{150}$; $\frac{2000x}{150} + \frac{2000y}{150} = \frac{18000}{150}$ $\textcircled{4}$

$\textcircled{3} - \textcircled{4}$; $\frac{1500y}{300} - \frac{2000y}{150} = \frac{72}{1} - \frac{18000}{150}$

$\left[\frac{1500 \times 5}{300 \times 5} \right] y - \left[\frac{2000 \times 5}{150 \times 5} \right] y = \left[\frac{72 \times 150}{1 \times 150} \right] - \frac{18000}{150}$

$\frac{7500y}{1500} - \frac{12000y}{1500} = \frac{10800}{150} - \frac{120000}{150}$ $1.5y = 9$ $\textcircled{5}$
 $x + y = 9$
 $x = 9 - 3$
 $x = 6$
 $-3y = 1$ $y = -\frac{1}{3}$ \therefore จำนวนที่จอด ๓.๖ กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ภาพ 31 ภาพความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 4 ที่อยู่ในระดับ 1

จากภาพ 30 เป็นคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน ส่งผลให้ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และเมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนดังภาพ 31 พบว่า นักเรียนสามารถสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากโจทย์ได้ แต่มีการเขียนลำดับขั้นตอนการแก้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรผิด ส่งผลให้ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 นอกจากนี้วิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาจากนักเรียนที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ที่ 3 มีความชัดเจนมากกว่าสถานการณ์ที่ 2 จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 3 อยู่ในระดับที่ดีกว่าสถานการณ์ที่ 2 ดังตัวอย่างสถานการณ์ ดังภาพ 32

Sol. ให้ x เป็นไก่ที่แบ่งลงกับขนากร
 y เป็นเป็ดที่ลงกับขนากร
 $x + y = 120,000$ — ①
 $0.02x + 0.04y = 4,000$ — ②
 $0.04 \times ①$ $0.04x + 0.04y = 4,800$ — ③
 $③ - ②$ $0.02x = 800$
 $x = \frac{800}{0.02}$
 $x = 40,000$
 ให้ $x = 40,000$ แทนใน ①
 $40,000 + y = 120,000$
 $y = 80,000$
 \therefore ไก่ที่แบ่งลงกับขนากรเป็นจำนวนเงิน 40,000 บาท
 เป็ดที่แบ่งลงกับขนากรเป็นจำนวนเงิน 80,000 บาท

ภาพ 32 ภาพความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 3 ที่อยู่ในระดับ 2

2.2.3 ความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ตามระดับความสามารถจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์ดังตาราง 25

ตาราง 25 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือ
สถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบจากแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์

ความสามารถรายด้าน	สถานการณ์ที่	จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)			
		2	1	0	เฉลี่ย
การระบุตัวอย่างหรือ	1	17(53.13)	14(43.75)	1(3.12)	1.50
สถานการณ์อื่น ๆ ที่	2	12(37.50)	19(59.38)	1(3.12)	1.34
ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ	3	16(50.00)	13(40.63)	3(9.37)	1.41
	4	4(12.50)	27(84.38)	1(3.12)	1.10

จากตาราง 25 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบทั้งสี่สถานการณ์ในแบบทดสอบมีแนวโน้มที่ไม่สม่ำเสมอ เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีจำนวนนักเรียน 17 คนคิดเป็นร้อยละ 53.13 สถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 มีจำนวนนักเรียน 19 คนคิดเป็นร้อยละ 59.38 สถานการณ์ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีจำนวนนักเรียน 16 คนคิดเป็นร้อยละ 50.00 และ สถานการณ์ที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 มีจำนวนนักเรียน 27 คนคิดเป็นร้อยละ 84.38 จึงไม่สามารถบอกแนวโน้มการพัฒนาการได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในสถานการณ์ที่ 2 ระดับความสามารถดังกล่าวลดลงจากสถานการณ์ที่ 1 และเพิ่มขึ้นในสถานการณ์ที่ 3 เนื่องจากในสถานการณ์ที่ 2 เป็นปัญหาเกี่ยวกับความเร็ว นักเรียนส่วนใหญ่มักมองเป็นเพียงปัญหาการเคลื่อนที่ เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์ เป็นต้น ส่วนสถานการณ์ที่ 4 ระดับความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบลดลงเนื่องจากนักเรียนมองการคิดค่ามิเตอร์ของแท็กซี่เป็นปัญหาการคิดค่าเดินทางเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้นักเรียนบางคนไม่สามารถนำความรู้ หรือแนวคิดเกี่ยวกับการคิดค่ามิเตอร์แท็กซี่ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่สถานการณ์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ และแปลกใหม่ได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและการแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบดังภาพ 33-35

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
- โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
- เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ การตีความภาพวาด
- อื่นๆ _____

..... เช่น การตีความภาพ เมื่อตีความภาพที่เกี่ยวกับ การแก้ไข โจทย์
..... ที่มีความหมาย และ ความหมาย ของ ที่ ต่ำกว่า

ภาพ 33 ภาพความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับ
ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 3 ที่อยู่ในระดับ 2

จากภาพ 33 เป็นคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ
ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบได้หลากหลายส่งผลให้ความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถาน
การณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ ความยาวของจุดต่าง ๆ
- โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
- เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ ภาพที่แสดงจุดในกราฟ
- อื่นๆ _____

ภาพ 34 ภาพความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียง
กับปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่ 2 ที่อยู่ในระดับ 1

จากภาพ 34 เป็นคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ
ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบได้ แต่ไม่มีการขยายความในส่วนของคำตอบเพิ่มเติม ส่งผลให้
ความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
 โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
 เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ ข้อสอบโดยสรวรรณแก้ว
 อื่นๆ _____

ภาพ 35 ภาพความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับ
ปัญหาที่พบ ในสถานการณ์ที่ 4 ที่อยู่ในระดับ 0

จากภาพ 35 เป็นคำตอบของนักเรียนที่ไม่สามารถระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์
อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบได้ ไม่มีความแตกต่างจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ส่งผลให้
ความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 0



บทที่ 5

บทสรุป

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาผลของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model Eliciting Activities (MEAs) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 32 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปัญหาเกี่ยวกับการส่งทำหนังสือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปัญหาเกี่ยวกับการทำธุรกิจขณะด้วยการตั้งราคา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัญหาเกี่ยวกับวิธีคิดระบบการจ่ายค่าคอมมิชชั่นแบบง่าย ๆ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัญหาเกี่ยวกับบวกลบค่าน้ำค่าไฟของคอนโด โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 8 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีผลการวิจัยดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.91 คิดเป็นร้อยละ 78.78 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิจัยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จาก 4 ใบกิจกรรมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถโดยรวมในใบกิจกรรมที่ 1 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 5 กลุ่ม ในใบกิจกรรมที่ 2 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 6 กลุ่ม ในใบกิจกรรมที่ 3 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 5 กลุ่ม และในใบกิจกรรมที่ 4 กลุ่มของนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 4 กลุ่ม ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมดีขึ้นตามลำดับ และอยู่ในระดับมาก และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 สถานการณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และ ความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถโดยรวมในสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 24 คน ในสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 26 คน ในสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 20 คน และในสถานการณ์ที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 14 คน ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมดีขึ้นในสถานการณ์ที่ 1 และ 2 ส่วนสถานการณ์ที่ 3 และ 4 นักเรียนบางส่วนมีความสามารถโดยรวมลดลง และคงที่ อย่างไรก็ตามระดับความสามารถของนักเรียนส่วนใหญ่คงอยู่ในระดับเดิม และอยู่ในระดับมากขึ้นไป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกันโดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากขึ้นไป

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิจัยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จาก 4 ใบกิจกรรมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถโดยรวมในใบกิจกรรมที่ 1 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 5 กลุ่ม ในใบกิจกรรมที่ 2 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 6 กลุ่ม ในใบกิจกรรมที่ 3 กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 5 กลุ่ม และในใบกิจกรรมที่ 4 กลุ่มของนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 4 กลุ่ม ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมดีขึ้นตามลำดับ และอยู่ในระดับมาก และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 สถานการณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 2 และ ความสามารถในการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบอยู่ในระดับ 1 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถโดยรวมในสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 24 คน ในสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 26 คน ในสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 20 คน และในสถานการณ์ที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับมากจำนวน 14 คน ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมดีขึ้นในสถานการณ์ที่ 1 และ 2 ส่วนสถานการณ์ที่ 3 และ 4 นักเรียนบางส่วนมีความสามารถโดยรวมลดลง และคงที่ อย่างไรก็ตามระดับความสามารถของนักเรียนส่วนใหญ่คงอยู่ในระดับเดิม และอยู่ในระดับมากขึ้นไป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกันโดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากขึ้นไป

อภิปรายผล

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) มีการจัดกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และสามารถสรุปองค์ความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนทราบความรู้ที่ต้องนำไปใช้นักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สกล ตั้งเก้าสกุล. (2560) ที่ได้ทดลองจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้อภิปรายผลของการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามผลการวิจัย จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และใบกิจกรรม ดังนี้

1. การระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง MEAs พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบจากปัญหา ทั้งสี่สถานการณ์ในแบบทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในสถานการณ์ที่ 1 และ 2 และลดลงในสถานการณ์ที่ 3 แล้วกลับมาเพิ่มขึ้นในสถานการณ์ที่ 4 เนื่องจากสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนบางคนไม่สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง หรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจนเมื่อเทียบกับสถานการณ์อื่น อย่างไรก็ตามในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในส่วนของใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเด็นคำถามที่

ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถดังกล่าว และมีการสะท้อนผลหลังการตรวจใบกิจกรรมในแต่ละครั้ง ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ตรงประเด็น นอกจากนี้ในขั้นที่ 2 การดำเนินการในส่วนของปัญหา นักเรียนได้มีกระบวนการรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบจนเกิดความชำนาญจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางแก้ปัญหา หรือการเลือกใช้แนวคิด หรือความรู้มาเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ความสามารถในการกระบวนการรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Kennedy and Tipps (1994) ที่กล่าวว่า การฝึกเลือก และใช้แนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องศึกษาแนวคิดให้เข้าใจ และการเลือกใช้แนวคิดได้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาจะทำให้เห็นแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาจนสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง

2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบจากปัญหาทั้งสี่สถานการณ์ ในแบบทดสอบ นักเรียนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นสถานการณ์ที่ 4 เนื่องจากสถานการณ์ที่ 4 มีความซับซ้อนในการสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปร แต่โดยรวมนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบได้ครบถ้วน และถูกต้อง ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ได้ว่าจำนวนนักเรียนในระดับความสามารถดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากในขั้นระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาในส่วนของใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเด็นคำถามที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถดังกล่าว และการออกแบบสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และใกล้ตัวนักเรียนทำให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างปัญหาในโลกแห่งความจริงสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง นอกจากนี้ในขั้นที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถทำความเข้าใจตลอดจนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ภายในกลุ่ม และภายในชั้นเรียนจนเกิดความคุ้นเคยกับการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบตามลักษณะดังกล่าว และเป็นพื้นฐานสำคัญในการทำแบบทดสอบทั้งสี่สถานการณ์ ส่งผลให้ความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบของนักเรียนมีพัฒนาการที่สูงกว่าความสามารถรายด้านอื่น ซึ่งสอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2544) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ และมีประสิทธิภาพสูงนั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่าง ผสมผสานกันนักเรียนต้องใช้ความคิดทางสมองใช้ความรู้ที่ได้เล่าเรียนมาใช้ประสบการณ์ และการตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใด หรือแนวทางใดในการแก้ปัญหานั้น

3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง MEAs พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบจากปัญหาทั้งสี่สถานการณ์ในแบบทดสอบมีลักษณะไม่สม่ำเสมอจึงไม่สามารถบอกแนวโน้มการพัฒนาการได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในสถานการณ์ที่ 2 และ 4 มีระดับคะแนนความสามารถดังกล่าวลดลงจากสถานการณ์ที่ 1 และ 3 เนื่องจากสถานการณ์ที่ 2 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการตอบคำถามในคำตอบที่แตกต่างไปจากสถานการณ์เดิม ส่งผลให้นักเรียนบางคนไม่สามารถนำความรู้ หรือแนวคิดไปใช้ในการแก้ปัญหาที่สถานการณ์อื่นที่มีลักษณะแตกต่างจากเดิม และแปลกใหม่ได้ แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากในส่วนของใบกิจกรรมการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบนักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างที่หลากหลายจากที่เพื่อนนักเรียนที่ได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน และในชั้นที่ 4 การประเมินผล นั้นส่งผลให้นักเรียนนำตัวอย่างสถานการณ์ดังกล่าวมาปรับ และประยุกต์ใช้ในการเขียนตอบในแบบทดสอบได้ซึ่งพบว่า ความสามารถในการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบของนักเรียนมีพัฒนาการที่ต่ำกว่าความสามารถรายด้านอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณา ไสยาศรี (2551) กล่าวโดยสรุปว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการระลึกเนื้อหา และความคิดรวบยอดในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้โดยวิเคราะห์ว่ามีเนื้อหา และความคิดรวบยอดใดบ้างที่เกี่ยวข้องของแต่ละเนื้อหา และความคิดรวบยอดนั้นสัมพันธ์กันอย่างไรรวมทั้งนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และขยายแนวคิดไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่มีอยู่ในชีวิตจริง พบปัญหาว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ซึ่งต้องอาศัยความรู้มาระดมความคิด ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ดังนั้นครูผู้สอนควรทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ร้อยละ ความเร็ว

1.2 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการวิจัยปฏิบัติการในชั้นปฏิบัติการต้องใช้เวลาในการจัดการกิจกรรม ควรมีการยืดหยุ่นเวลาในการจัดการกิจกรรมเนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีทักษะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

1.3 ควรมีการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ด้วย จะได้ทราบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการกิจกรรมตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) เป็นช่องทางในการสะท้อนผลของนักเรียน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

1.4 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model - Eliciting Activities (MEAs) ครูผู้สอนสามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ นอกเหนือจากใบสถานการณ์ เช่น การใช้วีดิทัศน์หรือคลิปวิดีโอแสดงสถานการณ์ปัญหา การแสดงบทบาทสมมติ เป็นต้น เพื่อดึงดูดความสนใจในการเรียนรู้ให้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษากลยุทธ์เพิ่มเติมที่ช่วยในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) ที่ช่วยส่งเสริม หรือพัฒนาองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในด้านของการระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities (MEAs) ที่ส่งเสริมความสามารถอื่น ๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของนักเรียนในยุคปัจจุบัน เช่น การคิดเชิงคำนวณ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ภุชญา ไสยาศรี. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มี
ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต) สาขา
การศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เกศินี เพ็ชรรุ่ง. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่
สอดคล้อง กับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมในทัศนและความสามารถในการเชื่อมโยง
ความรู้คณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จรรยา ภูอุดม. (2545). แนวการจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลที่สอดคล้องกับ
สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 46 (524-526),
23-24.
- บุญญา แซ่หล่อ. (2550). การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การ
วิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง
สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต)
สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ไพศาล วรรคำ. (2552). การวิจัยทางการศึกษา. กอ์สินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2556). วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุจิราพร รามศิริ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัย
เป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ
จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. กศ.ด. มหาวิทยาลัยศิลปากร,
นครปฐม.

- วิฬาร์ เลิศสมิตพร. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- สกล ตั้งแก้วสกุล. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. สมุทรปราการ : บริษัทแอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558). สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สมุทรปราการ: บริษัท แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.
- สุบรรณ ตั้งศรีเสรี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบกับเทคนิคTHINK-PAIR-SHAREที่มีต่อความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2557). คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนา นวัตกรรม ตารา และเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Chamberlin, S. A. and S. M. Moon. (2005). "Model-Eliciting Activities as a Tool to Develop and Identify Creatively Gifted Mathematicians. " *Journal of Advanced Academics* 17: 37-47.
- Chamberlin, S. A., and Moon, S. M. (2008). How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics?. [Online]. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*.
- Chamberlin, S. A. and Coxbill, E. (2012). Using model-eliciting activities to introduce upper elementary students to statistical reasoning and mathematical modeling. In L. Hatfield & R. Mayes (eds.), *Quantitative reasoning and mathematical modeling: A driver for STEM integrated education and teaching in context*. Wyoming Institute for the Study of Mathematics Education, Laramie, WY.
- Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of Psychology Testing*. 5th ed. New York: Harper Collins Publishers Inc.
- Dossey, J. A. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom; A Contemporary Approach to Teaching Grade 7-12*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Georgette, J. P. (2013). *Active Learning using Model-Eliciting Activities and Inquiry-Based Learning Activities in Dynamics.*, The Faculty of California Polytechnic State University. Master of Science in Mechanical Engineering.
- Hamilton, E., et al. (2008). Model-Eliciting Activities (MEAs) as a Bridge Between Engineering Education Research and Mathematics Education Research. 1(2).
- 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.
- Karakoç, G., & Alacaci, C. (2015). Real World Connections in High School Mathematics Curriculum and Teaching. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(1), 31-46.
- Kennedy, L.M. and Tipps, S. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics International*. Thomson Publishing.

- Lesh, R., Landau, M. & Hamilton, E. (1983). Conceptual models in applied mathematical problem solving. In R. Lesh, & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (pp. 263-343). New York: Academic Press.
- Lesh, R., et al., (2000). *Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers*. In A. Kelly, R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education*. (pp. 591-646). Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey.
- Lesh, R. & English, L. D. (2005). Trends in the evolution of models and modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. In H. Chick & J. Vincent (Eds.), *Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group f.*
- Lesh, R., et al. (2010). *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*, Springer New York Dordrecht Heidelberg London.
- Likert, Rensis. (1967). "The Method of Constructing and Attitude Scale". In Reading in Fishbein, M (Ed.), *Attitude Theory and Measurement* (pp. 90-95). New York: Wiley & Son.
- Mousoulides, N., et al. 2006. *Improving Mathematical Knowledge through Modeling in Elementary Schools*. *PME* 30: 201-208.
- NCTM. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Virginia, Reston.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Virginia, Reston.
- OECD. (2015). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*: OECD Publishing.
- Showalter, Q. (2008). *The effect of model-eliciting activities on problem solving process and student disposition toward mathematics*. Mathematics Education, University of Kansas. graduate degree program in Education: 112
- Stohlmann, M. (2013). *Integrated STEM Model-Eliciting Activities- Developing 21st Century Thinkers*.
- Whitney, D.R. and D.L.Sabers. 1970. "Improving Essay Examination III. Use of Item Analysis", *Technical Bulletin* 11. Mimeographed. (Iowa City : University Evaluation and Examination Service).



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ไทยเลิศ
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
นางมลิวัดย์ ขาวทอง
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนตะคร้อพิทยา อำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม
แนวทาง MEAs หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ตามแนวทาง MEAs หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	\bar{X}	<i>S.D.</i>	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐาน และตัวชี้วัด	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
1.2 ครอบคลุมด้านความรู้	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	0.49	มาก
1.3 ครอบคลุมความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
1.4 ครอบคลุมด้าน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย				4.42	0.49	มาก
2. สาระสำคัญ							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	0.49	มาก
2.2 มีความกระชับและ ถูกต้อง	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย				4.17	0.49	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และสามารถ นำไปปฏิบัติได้จริง	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
3.3 สอดคล้องและเหมาะสม กับเนื้อหา	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	แผน ที่1	แผน ที่2	แผน ที่3	แผน ที่4	\bar{X}	<i>S.D.</i>	ระดับความ เหมาะสม
3. กิจกรรมการเรียนรู้(ต่อ)							
3.4 สอดคล้องและเหมาะสมกับ เวลาที่กำหนด	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
3.5 เน้นให้ผู้เรียนเกิดความ สามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					4.67	0.49	มากที่สุด
4. สื่อการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	3.67	4.00	3.67	4.00	3.83	0.71	มาก
4.2 สอดคล้องสาระการเรียนรู้	3.67	4.00	3.67	4.00	3.83	0.71	มาก
4.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					4.11	0.64	มาก
5. การวัดและประเมินผล							
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	3.67	4.00	3.67	4.00	3.83	0.71	มาก
5.2 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.49	มากที่สุด
5.3 เครื่องมือที่ใช้มีความหลาย หลาย	3.67	4.00	3.67	4.00	3.83	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ย					4.11	0.64	มาก
ค่าเฉลี่ยของทุกด้าน					4.30	0.55	มาก

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านซึ่งระดับความคิด มี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

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

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด					
1.2 ครอบคลุมด้านความรู้					
1.3 ครอบคลุมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์					
1.4 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
2. สาระสำคัญ					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 มีความกระชับและถูกต้อง					
3. กิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง					
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.3 สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3. กิจกรรมการเรียนรู้					
3.4 สอดคล้องและเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
3.5 เน้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์					
4. สื่อการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์					
4.2 สอดคล้องสาระการเรียนรู้					
4.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
5. การวัดและประเมินผล					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา					
5.3 เครื่องมือที่ใช้มีความหลากหลาย					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ตาราง 27 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ที่	ชื่อสถานการณ์	ข้อ ที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
			คนที่1	คนที่2	คนที่3			
1	FUN RUN และ MINIMARATHON	1	+1	+1	+1	2	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	speed boat	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	5 วิธีการลงทุน สำหรับมนุษย์ เงินเดือน	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	ค่าโดยสารรถแท็กซี่	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	รถทัวร์ กรุงเทพฯ – กำแพงเพชร	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	รถเกี่ยวนวดข้าว	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้

**ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ฉบับนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การ เรียนรู้	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 1 : FUN RUN และ MINIMARATHON ในการแข่งขัน HALF MARATHON BANGKOK 2019 มีรายละเอียดดังนี้ - FUN RUN 6 Km. ปล่อยตัวเวลา 04.45 น. รับสมัคร 1,500 คนค่าสมัคร 400 บาท - MINI MARATHON 10.5 Km.ปล่อยตัวเวลา 04.30 น. รับสมัคร 3,000 คน ค่าสมัคร 500 บาท หากยอดเงินค่าสมัครจากผู้เข้าแข่งขันทั้งสองรายการ รวมเป็นเงิน 1,776,300 บาท แล้วมีผู้สมัครทั้งสองรายการ รวมกัน 3,800 คน อยากรทราบว่าผู้เข้าแข่งขันของแต่ละประเภทมีจำนวนเกิน หรือขาดจากยอดที่รับสมัครแต่ละ ประเภทเป็นจำนวนกี่คน					
1. นักเรียนระบุความรู้ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้ง อธิบายความรู้นั้นได้	1. การที่เราจะคำนวณว่าผู้เข้าร่วม แข่งขันของแต่ละประเภทมีจำนวนเท่าไร และแต่ละประเภทขาดหรือเกินจากยอด รับสมัครเท่าไรนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้ อะไรบ้างและใช้ความรู้นั้นอย่างไร				
2. นักเรียนอธิบายวิธีการ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้โดยใช้สมการเชิง เส้นสองตัวแปรได้	2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด หรือ ขั้นตอน ในการคำนวณว่าผู้เข้าร่วม แข่งขันของแต่ละประเภทมีจำนวนเท่าไร				

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้	3. ให้นักเรียนระบุว่านักเรียนเคยมีประสบการณ์หรือเคยพบเห็นสิ่งที่คล้ายกันจากที่ไหนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2				
<p>สถานการณ์ที่ 2 : speed boat มาดูจัก speed boat กันก่อน คำนี้รู้จักกันเป็นอย่างดีในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น เป็นต้น ความหมายคือ เรือเร็ว เนื่องจากเรือจำพวกนี้ เครื่องยนต์ให้ความเร็วรอบ RPM (Revolution Per Minute) สูงมาก ๆ จึงทำให้เรือวิ่งได้เร็วคนโดยทั่วไปจึงเรียกว่าเรือเร็ว หรือ สปีดโบ๊ท ปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ในการท่องเที่ยวเดินทางจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี และไปเกาะเต่า นั้นหลีกเลี่ยงไม่ได้เลย คือการที่เราจะต้องใช้บริการเรือสปีดโบ๊ท โดยเรือสปีดโบ๊ทลำหนึ่งเดินทางทวนน้ำในขาไปในระยะทาง 44 กิโลเมตร ใช้เวลา 120 นาที แล้วเดินทางตามน้ำในขากลับในระยะทาง 56 กิโลเมตรใช้เวลา 120 นาที อยากรทราบอัตราเร็วของกระแสน้ำ และอัตราเร็วของเรือที่เดินทางในน้ำนิ่งว่ามีอัตราเร็วเป็นเท่าใด</p>					
1. นักเรียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายความรู้นั้นได้	1. การที่เราจะทราบอัตราเร็วของกระแสน้ำและอัตราเร็วของเรือในน้ำนิ่งนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ความรู้นั้นอย่างไร				
2. นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดหรือขั้นตอน ในการคำนวณอัตราเร็วของกระแสน้ำและอัตราเร็วของเรือที่เดินทางในน้ำนิ่ง				
3. นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้	3. ให้นักเรียนระบุว่านักเรียนเคยมีประสบการณ์หรือเคยพบเห็นสิ่งที่คล้ายกันจากที่ไหนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2				

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>สถานการณ์ที่ 3 : 5 วิธีการลงทุนสำหรับมนุษย์เงินเดือน</p> <p>5 วิธีการลงทุนสำหรับมนุษย์เงินเดือน โดยแนวคิดจะเป็นการสะสมเพื่อเป้าหมายระยะยาวและใช้วิธีการทยอยสะสมเงินทุกเดือนในจำนวนเท่า ๆ กัน 1. ฝากประจำ / กองทุนรวมตลาดเงินหรือตราสารหนี้ระยะสั้น 2. กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ / กองทุนบำเหน็จบำนาญข้าราชการ 3. สหกรณ์ออมทรัพย์ 4. กองทุนรวม 5. ออมหุ้น</p> <p>สมมุติหากนักเรียนเป็นมนุษย์เงินเดือนต้องการที่จะลงทุนเพื่อหาทำกำไรจากเงินเก็บที่สะสมมาจำนวน 120,000 บาท โดยเลือกลงทุนโดยการฝากธนาคารรับดอกเบี้ย 2% อีกส่วนเป็นการออมหุ้น เพื่อรับเงินปันผล 4% โดยสิ้นปีมีรายได้จากการลงทุนทั้งสองประเภทรวมกัน 4,000 บาทอยากทราบว่านักเรียนนำเงินไปลงทุนแต่ละประเภทเท่าใด</p>					
1. นักเรียนระบุความรู้ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายความรู้นั้นได้	1. การที่เราจะทราบว่านักเรียนนำเงินไปลงทุนแต่ละประเภทเป็นจำนวนเงินเท่าใด นั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ความรู้นั้นอย่างไร				
2. นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด หรือ ขั้นตอน ในการคำนวณหาจำนวนเงินที่ไปลงทุนของแต่ละประเภทเป็นจำนวนเงินเท่าใด				
3. นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตร หรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้	3. ให้นักเรียนระบุว่านักเรียนเคยมีประสบการณ์หรือเคย พบเห็นสิ่งที่คล้ายกันจากที่ไหนยกตัวอย่างหรือ สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2				
<p>สถานการณ์ที่ 4 : ค่าโดยสารรถแท็กซี่</p> <p>ค่าโดยสารรถแท็กซี่ ในการคิดค่าโดยสารรถแท็กซี่มีรายละเอียด ดังนี้ - ราคาเริ่มต้นเมื่อขึ้นรถ 35 บาท - จะคิดราคาเพิ่มขึ้นตามค่าของตัวเลขที่ปรากฏในมิเตอร์ (ระยะทาง) - มิเตอร์จะขึ้นครั้งละ 2 บาท ทุก ๆ ระยะทาง 250 เมตร แต่ถ้าวิ่งเกินระยะทางที่มีมิเตอร์กำหนดจะปรับขึ้นครั้งละ 2.5 บาท ทุก ๆ 300 เมตร หากนักเรียนใช้บริการโดยสารรถแท็กซี่จากบ้านไปถึงโรงเรียนเสียค่าโดยสารเป็นเงิน 134 บาท โดยระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนรวมเป็นระยะทาง 9 กิโลเมตร อยากทราบว่าค่าของมิเตอร์แท็กซี่นั้นจะคิดค่าโดยสาร 2.5 บาท ทุก ๆ 300 เมตร ตั้งแต่กี่โลเมตรที่เท่าไร</p>					

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ								
		+1	0	-1									
1. นักเรียนระบุความรู้ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ ต้องใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายความรู้ นั้นได้	1. การที่เราจะทราบการตั้งค่าของมิเตอร์ แท็กซีในการคิดค่าโดยสาร 2.5 บาท ทุก ๆ 300 เมตร ตั้งแต่กิโลเมตรที่เท่าไรนั้น นักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ ความรู้นั้นอย่างไร												
2. นักเรียนอธิบายวิธีการ แก้ปัญหาจากสถาน การณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ สมการเชิงเส้นสองตัว แปรได้	2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด หรือ ขั้นตอน ในการคำนวณดูระบบการตั้งค่า ของมิเตอร์แท็กซีในการคิดค่าโดยสาร 2.5 บาท ทุก ๆ 300 เมตรตั้งแต่กิโลเมตรที่ เท่าไร												
3. นักเรียนระบุตัวอย่าง สถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความ สัมพันธ์ขององค์ ประกอบสำคัญของสูตร หรือสมการในการ แก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้	3. ให้นักเรียนระบุว่านักเรียนเคยมี ประสบการณ์หรือเคย พบเห็นสิ่งที่ คล้ายกันจากที่ไหนยกตัวอย่างหรือ สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับ ที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2												
<p>สถานการณ์ที่ 5: รถทัวร์ กรุงเทพฯ – กำแพงเพชร</p> <p>ระยะทางระหว่าง สถานีขนส่งกำแพงเพชร – สถานีขนส่งหมอชิต เท่ากับ 346 กิโลเมตร โดยรถทัวร์ ใช้เวลาโดยประมาณ 5-6 ชั่วโมงในการเดินทาง มีรอบเวลาเดินทางดังนี้</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>กำแพงเพชร – กรุงเทพ</th> <th>กรุงเทพ – กำแพงเพชร</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>รอบ 6.00</td> <td>รอบ 7.00</td> </tr> <tr> <td>รอบ 10.30</td> <td>รอบ 9.00</td> </tr> <tr> <td>รอบ 12.00</td> <td>รอบ 11.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>หากนักเรียนสองคน ใช้บริการรถทัวร์ คนแรกเดินทางจาก กำแพงเพชรรอบเวลา 6.00 น. คนที่สอง เดินทาง จากกรุงเทพรอบเวลา 7.00 แล้ว รถทัวร์ทั้งสองสวนกัน ในเวลา 10.00 โดยรถที่ออกเดินทางรอบ 6.00 ทำ ระยะทางได้มากกว่า 40 กิโลเมตร อยากทราบความเร็วของรถทัวร์ทั้งสองคันในการเดินทาง</p>						กำแพงเพชร – กรุงเทพ	กรุงเทพ – กำแพงเพชร	รอบ 6.00	รอบ 7.00	รอบ 10.30	รอบ 9.00	รอบ 12.00	รอบ 11.00
กำแพงเพชร – กรุงเทพ	กรุงเทพ – กำแพงเพชร												
รอบ 6.00	รอบ 7.00												
รอบ 10.30	รอบ 9.00												
รอบ 12.00	รอบ 11.00												

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. นักเรียนระบุความรู้ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ ต้องใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายความรู้ นั้นได้	1. การที่เราจะทราบความเร็วของรถทัวร์ ทั้งสองคันในการเดินทางนั้นนักเรียนต้อง ใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ความรู้ อย่างไร				
2. นักเรียนอธิบายวิธีการ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ สมการเชิงเส้นสองตัว แปรได้	2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด หรือ ขั้นตอน ในการคำนวณความเร็วของ รถทัวร์ทั้งสองคันในการเดินทาง				
3. นักเรียนระบุตัวอย่าง สถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความ สัมพันธ์ขององค์ ประกอบสำคัญของสูตร หรือสมการในการ แก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้	3. ให้นักเรียนระบุว่านักเรียนเคยมี ประสบการณ์หรือเคย พบเห็นสิ่งที่ คล้ายกันจากที่ไหนยกตัวอย่างหรือ สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับ ที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2				
<p>สถานการณ์ที่ 6 : รถเกี่ยวนวดข้าว</p> <p>เป็นที่ยอมรับกันว่าการให้บริการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในปัจจุบันนับว่าเป็นตลาดปัจจัยการผลิตที่จำเป็นสำหรับเกษตรกร ทั้งนี้เพราะในกิจกรรมการทำนาที่ต้องอาศัยแรงงานพร้อมๆกันจำนวนมาก ซึ่งรถเกี่ยวนวดข้าว KUBOTA เป็นรถเกี่ยวนวดข้าวที่เป็นที่นิยมของเกษตรกรไทย โดยมีหลายรุ่นแต่รุ่นที่เป็นยอดนิยม มี 2 รุ่นได้แก่ DC-70G ซึ่งมีแรงขับ 69 แรงม้า บรรจุข้าวได้ 1 ตัน DC-105x ซึ่งมีแรงขับ 105 แรงม้า บรรจุข้าวได้ 1.4 ตัน ในทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูกาลเก็บเกี่ยวนั้น มีพื้นที่นาข้าว ในการเก็บเกี่ยวตกปีละกว่าแสน ไร่จากสถิติ ของ KUBOTA ในการเก็บเกี่ยวพื้นที่นาข้าวจำนวน 1,000 ไร่ รถเกี่ยวข้าว 105 แรงม้า 8 คันร่วมกับรถเกี่ยวข้าว 69 แรงม้า 3 คัน จะเสร็จภายใน 4 วัน แต่ถ้ารถเกี่ยวข้าว 105 แรงม้า 5 คันร่วมกับรถเกี่ยวข้าว 69 แรงม้า 5 คัน จะเสร็จภายใน 6 วัน อยากรทราบ ว่า ถ้า มีรถเกี่ยว 105 แรงม้าและ 69 แรงม้า อย่างละ 6 คัน ที่จะเก็บเกี่ยวที่นา 1,000 ไร่ จะแล้วเสร็จประมาณกี่วัน</p>					
1. นักเรียนระบุความรู้ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ ต้องใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายความรู้ นั้นได้	1. การที่เราจะทราบว่ารถเกี่ยว 105 แรงม้า และ 69 แรงม้า อย่างละ 6 คัน ที่จะเก็บเกี่ยว ที่นา 1,000 ไร่ จะแล้วเสร็จประมาณกี่วันนั้น นักเรียนต้องใช้ความรู้อะไรบ้างและใช้ ความรู้นั้นอย่างไร				

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดหรือขั้นตอน ในการคำนวณเวลาในการทำงานของรถเกี่ยววนวดข้าว				
3. นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้	3. ให้นักเรียนระบุว่านักเรียนเคยมีประสบการณ์หรือเคย พบเห็นสิ่งใดคล้ายกัน จากที่ไหนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ให้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสอง
ตัวแปร

ตาราง 28 แสดงผลการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพของ ข้อสอบ
1	0.66	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.56	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.63	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.66	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.66	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.56	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้

ค่าความยากง่ายของข้อสอบ มีค่า $p = 0.20 - 0.80$

ค่าอำนาจจำแนก มีค่า $r = 0.20$ ขึ้นไป

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ตาราง 29 แสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

Case Processing Summary		
	N	%
Cases	Valid	30 100.0
	Excluded ^a	0 .0
	Total	30 100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.741	6

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธี
สัมประสิทธิ์แอลฟา มีค่าเท่ากับ 0.741

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ตาราง 30 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

One-Sample Statistics						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean		
score	32	18.9063	2.29107	.40501		

One-Sample Test						
Test Value = 16.8						
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
score	5.201	31	.000	2.10625	1.2802	2.9323

ภาคผนวก ช เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง Model-Eliciting Activities
2. ใบกิจกรรม
3. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs ที่มีต่อความสามารถใน
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค23102
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น	เวลา 8 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร	เวลา 2 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		ภาคเรียนที่ 2
สอนวันที่	เดือน.....พ.ศ.....	

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์(mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ม.3/5 แก่ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและนำไปใช้แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้(K)

1. นักเรียนแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
2. นักเรียนตรวจดูความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

ทักษะ(P)

1. นักเรียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายความรู้นั้นได้
2. นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

- นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้

เจตคติ(A)

- นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และเห็นถึงคุณค่าของเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและฟังความคิดเห็นของเพื่อน
- นักเรียนกล้าคิด กล้าเสนอแนวคิด หรือ แสดงความคิดเห็น และนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้
- นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ครูได้มอบหมาย

สาระสำคัญ

การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้วิธีการกำจัดตัวแปร สามารถทำได้โดยใช้สมบัติการบวกและสมบัติการคูณ ซึ่งจะกำหนดระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

$$ax + by = c \dots\dots\dots (1)$$

$$dx + ey = f \dots\dots\dots (2)$$

การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้วิธีการกำจัดตัวแปร มีวิธีการดังนี้

- ทำสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ต้องการกำจัดให้เป็นจำนวนที่เท่ากัน หรือตรงข้ามกัน โดยใช้สมบัติการคูณ
- ถ้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ต้องการกำจัดเท่ากันให้ใช้การลบ จะทำให้ตัวแปรนั้นหมดไป ถ้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ต้องการกำจัดเป็นจำนวนตรงข้ามกันให้ใช้การบวก จะทำให้ตัวแปรนั้นหมดไป
- ให้สมบัติการเท่ากันหาค่าตัวแปรที่เหลือ
- นำค่าของตัวแปรที่ได้จากข้อ 3 ไปแทนค่าในสมการ จะได้ค่าของตัวแปรที่เหลืออีกตัวหนึ่ง

การจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 อ่านบทความ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม

1. ครูกระตุ้นความสนใจของโดยให้นักเรียนอ่านบทความเรื่อง ทำธุรกิจชนะด้วยการตั้งราคาในใบ กิจกรรมที่ 2 แล้วทำความเข้าใจด้วยตนเอง แล้วจึงอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนให้พิจารณาและตอบคำถามเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับ ทำธุรกิจชนะด้วยการตั้งราคา โดย การอภิปรายร่วมกัน จากใบกิจกรรมที่ 2

ขั้นที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา

3. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน แล้วให้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาซึ่งเป็นการวางแผนการ คำนวณปริมาณของกาแฟของแต่ละชนิด จากใบกิจกรรมที่ 2
4. นักเรียนร่วมกันคิดวิธีการสร้าง สูตรการตั้งราคาสินค้า ภายในกลุ่ม
5. ครูคอยช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถามแล้วให้นักเรียนคิดคำตอบในทิศทาง ของพวกเขาเองโดยหลีกเลี่ยงการถามหรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำนักเรียนไปสู่ สูตรการตั้งราคาสินค้า ที่เฉพาะเจาะจง พร้อมทั้งสังเกตนักเรียน ศึกษาถึงวิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้ถามในระหว่างการนำเสนอ และใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

ขั้นที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

6. เมื่อนักเรียนสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า เสร็จ แต่ละกลุ่มเขียนวิธีการสร้างสูตรสูตรการตั้งราคาสินค้า ในรูปแบบเอกสาร แล้วออกไปนำเสนอวิธีการหน้าชั้นเรียน โดยครูจะสังเกตกลุ่มที่มีแนวทาง แก้ปัญหาเดียวกันออกไปนำเสนอพร้อมกัน
7. นักเรียนทุกคนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสูตรการตั้งราคาสินค้า ที่แตกต่างกัน และ ประสิทธิภาพของวิธีการที่ตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียน
8. ในขณะที่นำเสนอ ครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจฟังและทำความเข้าใจสูตรสูตรการตั้งราคาสินค้า ของ กลุ่มอื่น และพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหานั้นว่าตรงกับความต้องการหรือไม่ มีข้อดี และข้อด้อย อย่างไร โดยให้บันทึกลงใน”แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง”

ขั้นที่ 4 ประเมินผล

9. ครูให้นักเรียนประเมินการสร้างสรรค์การตั้งราคาสินค้า ของกลุ่มตนเองว่ามีข้อดีและข้อด้อยอย่างไร รวมถึงวิธีการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยให้บันทึกลงใน"แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง"

10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ และทักษะที่ใช้ แล้ว บันทึกลงใน"แบบประเมินกิจกรรมและ ประเมินตนเอง"

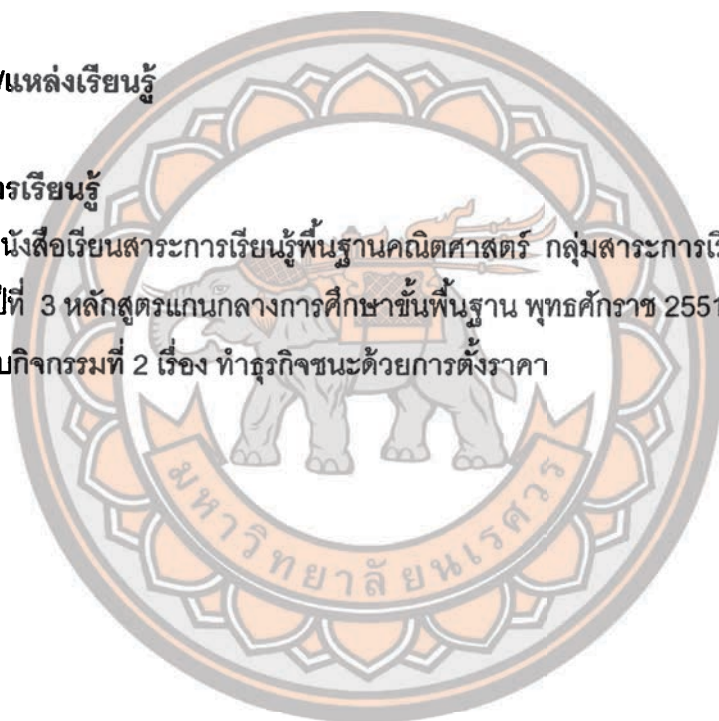
11. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาที่มีวิธีแก้ปัญหาค้างกันกับปัญหาในกิจกรรม

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ทำธุรกิจชนะด้วยการตั้งราคา



การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ประเมิน
<u>ความรู้</u>	ตรวจใบ	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์
1. นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	กิจกรรม	แบบประเมิน	อย่างน้อย 70 % ขึ้นไป
2. นักเรียนตรวจดูความสมเหตุสมผลของคำตอบได้	ตรวจแบบประเมิน	ตนเอง	70 % ขึ้นไป
<u>ทักษะ</u>	ตรวจใบ	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์
1. นักเรียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายความรู้ที่ได้นั้นได้	กิจกรรม		อย่างน้อย 70 % ขึ้นไป
2. นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้			
3. นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงเพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้			
<u>เจตคติ</u>	สังเกต	แบบสังเกต	ผ่านเกณฑ์
1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และเห็นถึงคุณค่าของเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรม	พฤติกรรมนักเรียน	ระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและฟังความคิดเห็นของเพื่อน			
3. นักเรียนกล้าคิด กล้าเสนอแนวคิด หรือแสดงความคิดเห็น และนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้			
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ครูได้มอบหมาย			

บันทึกการสอน

ผลการสอน

ชั้นที่ 1 อ่านบทความ

ชั้นที่ 2 ตอบคำถามเตรียมความ

พร้อม

ชั้นที่ 3 จัดการสถานการณ์

ชั้นที่ 4 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา

ชั้นที่ 5 ประเมินผล

การวัดและประเมินผล

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ทำธุรกิจชนะ
ด้วยการตั้งราคา

ลงชื่อ

ผู้สอน

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องทำธุรกิจชนะด้วยการตั้งราคา

คงไม่ผิดนักถ้าจะกล่าวว่า กำไรเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้ธุรกิจดำเนินอยู่ต่อไปได้ ผู้ประกอบการเอสเอ็มอี ทุกคนจึงตั้งหน้าตั้งตาदनยอดขายหวังได้กำไรสูงๆ โดยปัจจัยที่มีผลทำให้ธุรกิจมีกำไรอย่างน้อยแค่ไหนนั้น นอกจากเรื่องต้นทุนแล้ว ก็มีเรื่องราคาสินค้า ซึ่งผู้ประกอบการหลายคนคงมีข้อสงสัยว่า เราควรตั้งราคาขายเท่าไรดี?

ก่อนที่จะตั้งราคาสินค้านั้น เราต้องรู้ต้นทุนธุรกิจของตัวเองให้ครบไม่ตกหล่น เพราะเราต่างก็รู้ว่ากำไรเกิดจากรายได้ที่เหลือหลังหักค่าใช้จ่ายต่างๆ หากลืมนำต้นทุนตัวใดตัวหนึ่งมาคิด เราอาจวางแผนการขายผิดพลาดจนธุรกิจขาดทุน สำหรับการตั้งราคานั้นเรามักจะมีพื้นฐานมาจากต้นทุนของธุรกิจ โดยทั่วไปมี 2 วิธี ดังนี้

1. การตั้งราคาจากต้นทุนของสินค้า (Markup on Cost) เป็นวิธีที่หลายคนรู้จักและนิยมใช้กันอยู่ คือการตั้งราคาโดยการบวกเพิ่มจากต้นทุนไปเลยว่าอยากได้กำไรเท่าไร เช่น สินค้าชนิดหนึ่งมีต้นทุนรวมแล้วชิ้นละ 120 บาท ต้องการกำไร 20% จากต้นทุน จะต้องตั้งราคาดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ราคาขายต่อชิ้น} &= \text{ต้นทุนรวมต่อชิ้น} + \% \text{ กำไรที่ต้องการจากต้นทุน} \\
 &= \text{ต้นทุนรวมต่อชิ้น} + \frac{\text{กำไรที่ต้องการ} \times \text{ต้นทุนรวมต่อชิ้น}}{100} \\
 &= 120 + \frac{20 \times 120}{100} \\
 &= 144 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

2. การตั้งราคาจากราคาขายของสินค้า (Markup on Selling Price) วิธีนี้ส่วนใหญ่อาจไม่คุ้นเคยกันเท่าไรนัก เพราะออกจะมีวิธีการคำนวณซับซ้อนอยู่สักหน่อย แต่ก็ไม่ยากเกินไป ตัวอย่างเช่น สินค้ามีต้นทุนรวมชิ้นละ 120 บาท ถ้าต้องการกำไร 20% ของราคาขาย แล้วจะต้องกำหนดราคาขายเท่าใด ซึ่งคิดได้จาก

$$\begin{aligned} \text{ราคาขายต่อชิ้น} &= \frac{100 \times \text{ต้นทุนรวมต่อชิ้น}}{100 - \text{กำไรที่ต้องการ}} \\ &= \frac{100 \times 120}{100 - 20} \\ &= 150 \text{ บาท} \end{aligned}$$

จะเห็นว่าราคาขายที่ได้จากทั้ง 2 วิธีนั้นแตกต่างกัน พออ่านมาถึงตรงนี้คุณคงมีคำถามในใจว่า แล้วควรเลือกใช้การตั้งราคาขายจากวิธีไหนดีกว่ากัน เราอยากให้คุณลองคิดเล่น ๆ ว่าถ้าวันหนึ่งคุณจัดโปรโมชั่นลดราคาให้ลูกค้า 20% จะเกิดอะไรขึ้นกับทั้ง 2 วิธีนี้บ้าง

วิธีที่ 1 ราคาขาย 144 บาท ลด 20% เหลือ 115.20 บาท

วิธีที่ 2 ราคาขาย 150 บาท ลด 20% เหลือ 120 บาท

ที่นี่เห็นความแตกต่างแล้วใช่ไหมว่า ถ้าคุณตั้งราคาขายด้วยวิธีที่ 1 พอลดราคาคุณจะได้ขาดทุนทันที 4.80 บาท เพราะต้นทุนคือ 120 บาท แต่คุณขายราคา 115.20 บาทนั่นเอง แต่ถ้าตั้งราคาด้วยวิธีที่ 2 เมื่อคุณลดราคา คุณจะขายเท่าราคาทุน ซึ่งในความเป็นจริงกรณีแบบนี้ไม่ได้เกิดขึ้นแค่การจ้ดโปรโมชั่นลดราคาเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการให้ค่าคอมมิชชั่นแก่พนักงานขาย และค่าการตลาดอื่นๆ ด้วย การใช้วิธีตั้งราคาจกยอดขายจึงช่วยป้องกันการชั้หน้าไม่ถึงหลังเพราะการคำนวณกำไรผิด นอกจากนี้ในการบริหารธุรกิจเราจะวัดกันที่ยอดขายเป็นหลัก การตั้งราคาด้วยวิธีนี้จึงทำให้การบริหารงานง่ายกว่า เนื่องจากเมื่อเห็นตัวเลขยอดขายก็สามารถบอกได้ทันทีว่าตอนนี้ธุรกิจทำยอดขายไปแล้วเท่าไร และต้องทำอีกเท่าไรจึงจะได้ตามเป้าหมายนั่นเอง

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่มีผลต่อการตั้งราคาอีกมาก เช่น ราคาตลาด ลักษณะของสินค้าและบริการ เป็นสินค้าหายาก เป็นสินค้าเฉพาะกลุ่ม หรือมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง รวมถึงการตั้งราคาให้สามารถแข่งขันได้นั้นต้องอยู่บนพื้นฐานความสมดุลระหว่างความพึงพอใจของผู้ซื้อและผู้ขายด้วย

หลังจากอ่านบทความแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1) ในการตั้งราคาขาย นักเรียนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

2) นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสำคัญที่สุดในการตั้งราคาขาย และสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของธุรกิจนักเรียนจะคำนวณราคาที่จะติดป้ายราคาสินค้าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง

1. ให้นักเรียนเลือกกลุ่มที่สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องเหมาะสม และดีที่สุด และกลุ่มที่อยากแก้ไขมากที่สุด อย่างละกลุ่มพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ (โดยไม่เกี่ยวกับวิธีการนำเสนอ)

กลุ่ม _____

กลุ่ม _____

ส่วนที่นักเรียนชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

ส่วนที่นักเรียนชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ส่วนที่นักเรียนไม่ชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

ส่วนที่นักเรียนไม่ชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

2. หลังจากฟังการนำเสนอสูตรการตั้งราคาสินค้า ของเพื่อน นักเรียนอยากจะปรับปรุงวิธีการของตนเองหรือไม่ อย่างไร และถ้านักเรียนไม่ต้องการปรับปรุงให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

3. นักเรียนใช้เนื้อหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า อะไรบ้าง

.....

.....

.....

4. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ใช้ในการสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้ามากน้อยแค่ไหน ให้นักเรียนอธิบาย

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบประเมินใบกิจกรรม (รายกลุ่ม)
การกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทาง MEAs
เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง ให้ผู้วิจัยบันทึกคะแนนลงในแบบประเมินใบกิจกรรมตามเกณฑ์การให้คะแนน

กลุ่มที่

สมาชิก

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....

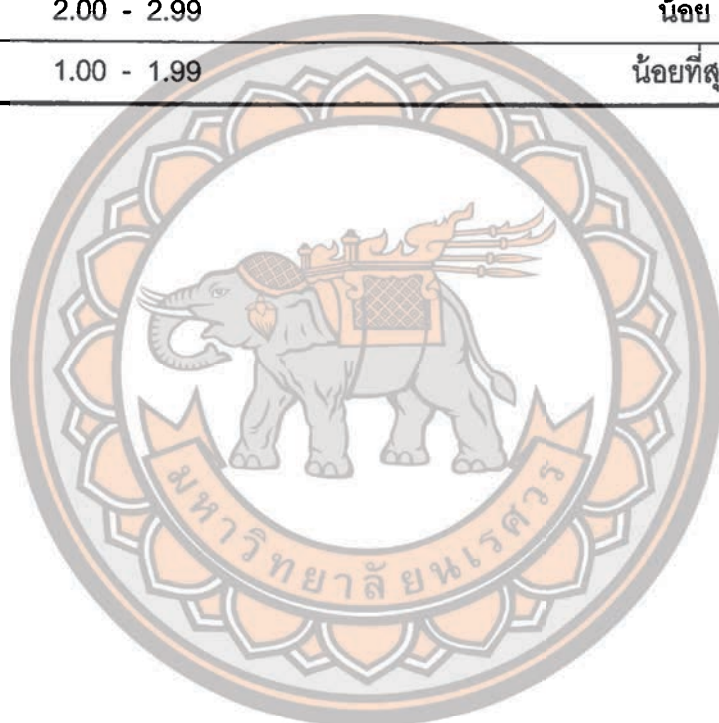
ใบกิจกรรม	คะแนนของรายการประเมิน			คะแนนรวม
	คำถามที่ 1	คำถามที่ 2	คำถามที่ 3	
1				
2				
3				
4				
คะแนนเฉลี่ย				

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำถามย่อยที่ 1 : จงระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายความรู้นั้นให้ชัดเจน	2 - ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
คะแนน / เกณฑ์การพิจารณา	1 - ระบุ และอธิบายหัวข้อคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
	0 - ระบุ หัวเรื่องคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุ
คำถามย่อยที่ 2 : จงเขียนอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหา	2 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
คะแนน / เกณฑ์การพิจารณา	1 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้บางส่วนแต่ไม่ชัดเจน
	0 - อธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนที่ไม่นำไปสู่การแก้ปัญหา หรือไม่อธิบาย
คำถามย่อยที่ 3 : จงระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือบริบทอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ จากความรู้ที่ระบุไว้ในข้อที่ 1 และข้อที่ 2	2 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ทั้งหมด
คะแนน / เกณฑ์การพิจารณา	1 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้บางส่วน
	0 - ระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ หรือไม่ระบุ

เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

โดยรวม	ระดับความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5.00 - 6.00	มากที่สุด
4.00 - 4.99	มาก
3.00 - 3.99	ปานกลาง
2.00 - 2.99	น้อย
1.00 - 1.99	น้อยที่สุด



2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด หรือขั้นตอนในการคำนวณความเร็วของรถทัวร์ทั้งสองคันในการเดินทาง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. ให้นักเรียนระบุว่านักเรียนเคยมีประสบการณ์หรือเคย พบเห็นสิ่งทีคล้ายกันจากที่ไหน ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกับที่ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2

- ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ _____
- โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
- เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ _____
- อื่นๆ _____

.....

.....

.....



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล ทศพล สุดดี
วัน เดือน ปี เกิด 15 ตุลาคม 2534
ที่อยู่ปัจจุบัน 22/2 หมู่ที่7 ตำบลสมอแข อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000
ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนทุ่งโพธิ์ทะเลพิทยฯ ตำบลนิคมทุ่งโพธิ์ทะเล
อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2559 กศ.บ.การศึกษา (สาขาวิชาคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร

