

ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันของนักเรียน
โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

ปริญญานิพนธ์
ของ
เยาวพร วรรณทิพย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2548
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒10.76
๒542๓
๙.3

ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันของนักเรียน
โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ
ของ
เยาวพร วรรณทิพย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2548

๒ 276424

เยาวพร วรรณทิพย์ . (2548).ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันของนักเรียนโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร . ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ , อาจารย์ ดร. ละเอียด รักษ์เฝ้า.

การวิจัยในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 150 คน เป็นนักเรียนหญิงจำนวน 75 คน และนักเรียนชายจำนวน 75 คน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางด้านคณิตศาสตร์ , แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางด้านคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดวัดเนื้อหาเรื่องสมการ และแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่าความสามารถของตนเองว่าตนเองมีการรับรู้ความสามารถเพียงใด

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนหญิงมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้งในด้านการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01/และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองระดับปานกลาง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก็ได้ผลทำนองเดียวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

MATHEMATICS ABILITY IN REASONING AND COMMUNICATION WITH DIFFERENT
SELF EFFICACY ON MATHEMATICS OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS
IN SAMSANWITTAYALAI SCHOOL , BANGKOK

AN ABSTRACT
BY
YAOWAPORN WANATIP

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Education Measurement
at Srinakharinwirot University
May 2005

Yaowaporn Wanatip. (2005). Mathematics Ability in *Reasoning and Communication with Different Self efficacy on Mathematics of Mathayomsuksa III students in Samsanwittayalai School, Bangkok.*. Master Thesis, M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok : Graduate school , Srinakharinwirot University.
Advisor Committee : Assoc.Prof.Chusri Wongrattana , Dr. La-iad Ruckpau.

The purpose of the research was to study a comparison learning outcomes of reasoning and communication mathematics of mathayomsuksa III students with sex and level of self-efficacy on mathematics. The sample consisted of 150 (Female 75 , Male 75) Mathayomsuksa III students in Samsanwittayalai school , Bangkok. The instrument for reasoning mathematics test and communication mathematics test : The characteristic test were open-ended question with algebra knowledge and questionnaires of self-efficacy on mathematics is collecting the data

The results were as follow :

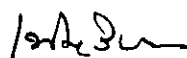
1. There was no interaction effect between sex and self-efficacy on mathematics ability in reasoning and communication.
2. Female students had mathematics ability in reasoning and communication higher than male students statistically significant at .01 level.
3. Student in high self-efficacy on mathematics group had reasoning mathematics higher than both middle self-efficacy on mathematics group and low self-efficacy on mathematics group ; student in middle self-efficacy on mathematics group had reasoning mathematics higher than low self-efficacy on mathematics group were statistically significant difference at .01 level.

For mathematics ability in communication it was found the same result on mathematics ability in reasoning

ปริญญานิพนธ์เรื่อง
ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันของนักเรียน
โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

ของ
นางสาวเยาวพร วรรณทิพย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่.....4.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ละเอียด รัชส์เผ่า)

..... กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญนนท์พงษ์)

..... กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. งามใจ นัยพัฒน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร. ละเอียด รักษาเผ่า กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อความถูกต้อง และสมบูรณ์ให้กับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. งามอาจ นัยพัฒน์ คณะกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสน อาจารย์รุจิเรข จิระเสวี อาจารย์จงดี แซ่ตัน และอาจารย์ยุวรินทร์ ธนกันญา ที่กรุณาสละเวลาในการตรวจสอบ และให้คำแนะนำที่ดีในการ สร้างเครื่องมือ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ และชอบใจนักเรียนโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ที่ได้ให้ความ ร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และอาจารย์นันทนา พิษฟู ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวม รวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน น้อง เอกการวัดผลการศึกษาทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ รวมทั้งมิตรไมตรีอันดีที่ทุกคนมีให้ ขอขอบคุณเพื่อนสนิททุกคน ที่คอยให้กำลังใจ คอยห่วงใย เวลาที่รู้สึกเหนื่อย ท้อแท้และทุกข์ใจ

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณความรัก ความห่วงใย การดูแลเอาใจใส่ กำลังใจ คำปรึกษา และการสนับสนุนในทุกๆด้าน จากคุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย น้องสาว และญาติๆทุกคน

คุณค่าและประโยชน์ใดๆจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ คุณบิดา มารดา ที่ให้ กำเนิดและอบรมสั่งสอน คุณครู – อาจารย์ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้แก่ผู้วิจัย และผู้มี พระคุณทุกท่าน

เยาวพร วรรณทิพย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดประสงค์ของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	7
ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	9
ความสามารถในการให้เหตุผล.....	10
- ความสำคัญของการให้เหตุผล.....	10
- ความหมายของการให้เหตุผล.....	11
- ประเภทของการให้เหตุผล.....	13
- แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล.....	14
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	18
- ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	18
- การส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	20
- การสื่อสารแนวความคิดโดยการเขียน.....	24
การวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	24
- คำถามปลายเปิด.....	24
- กฎเกณฑ์การให้คะแนน.....	27
การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์.....	37
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3. วิธีการดำเนินการค้นคว้า.....	51
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	51
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
5. สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	81
สังเขป จุดประสงค์ของการวิจัย.และวิธีการดำเนินการวิจัย.....	81
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
อภิปรายผล.....	83
ข้อเสนอแนะ.....	86
บรรณานุกรม.....	87
ภาคผนวก.....	96
ภาคผนวก ก คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	97
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือ.....	106
ภาคผนวก ค เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	117
ภาคผนวก ง เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	136
ภาคผนวก จ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	149
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	151

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และวิธีในการประเมินความสามารถ.....	53
2 แสดงการกำหนดเนื้อหาแบบทดสอบ.....	53
3 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามด้าน.....	74
4 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามด้าน.....	75
5 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเฉลี่ยและคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบ ทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ กลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ และระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง คณิตศาสตร์.....	76
6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างระดับการรับรู้ความสามารถแตกต่างกัน.....	78
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์จำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	78
8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างระดับการรับรู้ความสามารถแตกต่างกัน.....	79
9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์จำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	80
10 ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง ด้านคณิตศาสตร์.....	98
11 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์.....	99
12 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์.....	100
13 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้าน คณิตศาสตร์.....	101

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ค่าความยากละอานาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	102
15 ค่าความยากละอานาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	103
16 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	104
17 ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	105

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1. ลำดับขั้นการคิดของครูรักและรูตติค..... 11

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศไทย ซึ่งกำหนดสาระและมาตรฐานในแต่ละช่วงชั้น เป็นแกนกำหนดคุณภาพของผู้เรียน โดยหลักสูตรแกนกลางนั้นเป็นตัวกำหนดในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรแกนกลางที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้ในการจัดการศึกษาทั้งในระบบ นอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้เป็นตัวกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (กรมวิชาการ.2544ค : คำนำ) นอกจากนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 นั้นได้ กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษา โดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วย พัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิด เป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ.2544ข : 1) ทั้งนี้เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด การมีระบบระเบียบขั้นตอน ในการคิด มีเหตุผล จะเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน หลักสูตรแกนกลางของกลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยทั้งหมด 6 สาระ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนและการ ดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละสาระการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็นมาตรฐานต่างๆ สำหรับ สาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการนั้นมีทั้งหมด 5 มาตรฐาน คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในแต่ละมาตรฐานได้กำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังไว้อย่างชัดเจน

ในการจัดการเรียนการสอนนั้นครูผู้สอนจะเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการ พัฒนาด้านความรู้ ความคิด หลักการ วิธีการ รวมทั้งทักษะ/กระบวนการ แต่การที่จะทราบได้ ว่าเมื่อทำการสอนแล้วผู้เรียนเกิดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ คาดหวัง การวัดพฤติกรรมที่แสดงออก กระบวนการ ผลผลิต แฟ้มสะสมงานและแบบทดสอบ

เพื่อที่จะพัฒนาการของผู้เรียน สำหรับแบบทดสอบที่ใช้ในการเขียนเพื่อสะท้อนให้เห็นวิธีคิดของนักเรียนมากขึ้นนั้น การเขียนสะท้อนความคิดของผู้เรียนโดยคำถามหรืองานอาจอยู่ในรูปสถานการณ์หรือปัญหาปลายเปิด (จรรยา ภูอุดม.2545 : 27)

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์นั้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการประเมินผลทักษะ/กระบวนการนั้นควรใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ โครงงาน ภาระงาน การสังเกต รวมทั้งแบบทดสอบด้วย สำหรับแบบทดสอบที่เหมาะสม ในการประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้น จะต้องเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะคำถามที่ให้ผู้เรียนเขียนคำตอบเอง เป็นคำถามระดับสูงและเป็นคำถามแบบเปิดที่มีคำตอบหลายคำตอบ มีวิธีคิดหลายวิธี และการตอบคำถามจะต้องเสนอเหตุผลหรือเงื่อนไขในการคิดคำตอบตามหลักคณิตศาสตร์ (ส.วาสนา ประवालพฤกษ์. ม.ป.ป:4-5) เพื่อจะได้ตรวจสอบความเข้าใจและกระบวนการคิดของผู้เรียนได้ จากผลงานของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) และจากบทความต่าง ๆ พบว่าคำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่น่าสนใจ และเป็นคำถามเพื่อใช้ตรวจสอบความเข้าใจ ตรวจสอบวิธีการคิด รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ของคำถามได้เป็นอย่างดี จะเห็นได้ว่า คำถามปลายเปิด เป็นคำถามที่นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบได้หลายวิธี ทำให้ผู้เรียนแสดงความคิดได้อย่างอิสระ หลากหลาย คำถามปลายเปิดสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อ ความหมาย ความเข้าใจในเรื่องนั้นๆอย่างอิสระและเต็มความสามารถ โดยนักเรียนนำความรู้ หรือนิยามที่มีอยู่หาความสัมพันธ์หรือกฎ ก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาแล้วมีการตรวจสอบความถูกต้องด้วย การใช้คำถามปลายเปิดสามารถที่จะตรวจสอบความคิดและความเข้าใจของผู้เรียน คำถามที่ใช้สามารถปรับลักษณะของคำถามได้หลากหลาย นอกจากนี้ลักษณะของคำถามสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งการใช้คำถาม ปลายเปิดจึงสอดคล้องกับหลักการประเมินสภาพจริงตามแนวการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบัน (สุนีย์ เงินยวง. 2546: 34-35)

การประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบสอบปลายเปิดทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นอกจากนี้การประเมินผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความสามารถตามที่ผู้สอนจะประเมินได้นั้นจริงหรือไม่ผู้สอนควรทำการตรวจสอบระดับการรับรู้ความสามารถของผู้เรียนก่อนเพื่อจะช่วยให้ผู้สอนพัฒนาผู้เรียนได้ดีและรวดเร็วขึ้น เพราะการที่ผู้เรียนรับรู้ความสามารถของตนเองว่ามี ความสามารถระดับใด ผู้สอนก็จะสามารถจัดกิจกรรมได้เหมาะสมตามความสามารถและทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถได้ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวัง และพัฒนาผู้เรียนได้เต็มตามศักยภาพของผู้เรียน

การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้นคือการที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองว่าสามารถกระทำพฤติกรรมบางอย่างในสภาพการณ์ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับทักษะที่บุคคลมีอยู่ในขณะนั้นหากแต่ขึ้นอยู่กับ

ตัดสินใจของบุคคลว่าเขาสามารถทำอะไรได้ด้วยทักษะที่เขามีอยู่ ดังนั้นผู้เรียนจะต้องทราบถึงระดับความสามารถของตนเองว่ามีความสามารถในระดับใด แบนดูรา (Bandura .1986) เชื่อว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองนั้น มีผลต่อการกระทำของบุคคล ซึ่งบุคคล 2 คนอาจมีความสามารถไม่ต่างกัน แต่อาจแสดงออกในคุณภาพที่แตกต่างกัน ในการแสดงออก จะขึ้นอยู่กับ การรับรู้ความสามารถของตนเองในสภาวะการณั้ นั้นคือ ถ้าผู้สอนทราบว่าผู้สอนมีความสามารถ ผู้สอนก็จะแสดงถึง ความสามารถนั้นออกมา นอกจากนี้ การรับรู้ความสามารถของตนเองยังเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคล เนื่องจากการรับรู้ความสามารถของตนเองมีผลต่อแรงจูงใจในการเรียน ความพยายามในการเรียน และการทำให้บรรลุเป้าหมาย

ธรรมชาติของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านสติปัญญา ซึ่งมีผลต่อความสำคัญของการเรียนรู้ของบุคคล การที่บุคคลรับรู้ว่าคุณมีความสามารถในด้านใดมากก็จะให้ความสนใจ และทำกิจกรรมนั้นมากกว่าปกติ ในขณะที่เดียวกันถ้าบุคคลรับรู้ว่าคุณมีความสามารถด้านใดต่ำหรือไม่มีความสามารถก็จะหลีกเลี่ยงการกระทำกิจกรรมนั้น นอกจากนี้การรับรู้ความสามารถของตนเองจะมีอิทธิพลต่อความพยายาม ความมานะอดทนและการเลือกกิจกรรมของผู้เรียนอีกด้วย การรับรู้ความสามารถของตนเองมีหลายด้าน และในแต่ละด้านก็มีลักษณะแตกต่างกันไป เช่นการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านกีฬา ด้านอาชีพ ด้านการเรียน เป็นต้น และในบุคคลเดียวกัน มักมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในแต่ละด้านไม่เท่ากัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

จากคำกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงปานกลาง ต่ำ ว่าจะมีสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ และเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิงว่ามีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพของผู้เรียน นอกจากนี้นำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆที่เกี่ยวข้อง

จุดประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษา ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งได้กำหนดจุดประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง จากกลุ่มที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ

1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่าง นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงและระหว่างนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง ต่ำ

1.2 เพื่อศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับการรับรู้ความสามารถทางด้าน คณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางด้านคณิตศาสตร์

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและ นักเรียนหญิง จากกลุ่มที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่าง นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงและระหว่างนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง ต่ำ

2.2 เพื่อศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับการรับรู้ความสามารถทางด้าน คณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางด้านคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้แบบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระที่ 6 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 และทำให้ทราบว่านักเรียนที่มีเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง คณิตศาสตร์แตกต่างกัน จะมีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและ แนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน นอกจากนี้นำไปใช้ในการ ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษา 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 10 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 542 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษา 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 150 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 เพศ จำแนกเป็น

3.1.1.1 ชาย

3.1.1.2 หญิง

3.1.2 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น

3 ระดับ คือ

3.1.2.1 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง

3.1.2.2 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง

3.1.2.3 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงและนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง ต่ำ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
2. เพศและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางด้านคณิตศาสตร์
3. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงและนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง ต่ำ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
4. เพศและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการสื่อสารทางด้านคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง การแสดงแนวคิด วิธีการในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสร้างหลักความรู้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ ประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
- 1.2 ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์
- 1.3 ความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล

สมผล

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำเสนอแนวความคิด อธิบายแนวความคิด โดยอาศัยหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบาย บรรยายวิธีการแก้ปัญหา ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ และแผนภูมิ รูปภาพ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม ประกอบด้วย

- 2.1 ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
- 2.2 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
- 2.3 ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)

3. การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกรู้สีกของบุคคลที่มีต่อตนเองว่ากระทำกิจกรรมหรืองานด้านการเรียนคณิตศาสตร์ ให้ประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ ระดับใด ซึ่งได้แก่ มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน มีความสามารถในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยผ่านกระบวนการเรียน การคิด การจำ และการตัดสินใจ โดยการวัดจากแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน โดยแบ่งระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ คือ

3.1 นักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ 41-60

3.2 นักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ 21-40

3.3 นักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ 0 - 20

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความสามารถในการให้เหตุผล
 - 2.1.1 ความสำคัญของการให้เหตุผล
 - 2.1.2 ความหมายของการให้เหตุผล
 - 2.1.3 ประเภทของการให้เหตุผล
 - 2.1.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล
 - 2.2 ความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 2.2.2 การส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 2.2.3 การสื่อสารแนวความคิดโดยการเขียน
3. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 คำถามปลายเปิด
 - 3.2 กฎเกณฑ์การให้คะแนน
4. การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้เน้นการจัดการศึกษาโดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ในการพัฒนาผู้เรียนตามระดับพัฒนาการของผู้เรียนเป็น 4 ช่วงชั้น คือ ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 และช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 และกำหนดสาระการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่างๆเข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สำหรับช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 หลักสูตรมุ่งเน้นการศึกษาเพื่อสำรวจ ตรวจสอบความสามารถ ความถนัดของตนเอง สาระและมาตรฐานที่กำหนดไว้ เป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดโครงสร้างหลักสูตรออกเป็นสาระการเรียนรู้แต่ละกลุ่มวิชา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้แบ่งสาระการเรียนรู้ออกเป็น 6 สาระ โดยที่สาระที่ 1-5 เป็นสาระในเชิงเนื้อหา ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้
สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนำภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นจะช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ไว้ว่า จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับสูง โดยหลักเกณฑ์การจบหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ได้กำหนดไว้ว่าผู้เรียนเมื่อเรียนคณิตศาสตร์แล้วต้องมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากคำกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตรงตามพฤติกรรมที่คาดหวังของหลักสูตรหรือไม่ โดยมีการกำหนดแนวทางในวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับความสามารถที่แท้จริง เนื่องจากทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่กำหนดความสามารถที่จำเป็นของผู้เรียนในด้านต่างๆ

2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ (กรมวิชาการ.2544ข : 5)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้

2. ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

1. สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือสร้าง

แผนภาพ

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้

1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และในการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

จากมาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้สนใจที่จะศึกษาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพียง 2 มาตรฐาน คือ ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะเป็นความสามารถที่น่าสนใจและสามารถสร้างแบบวัดได้ชัดเจน เพราะความสามารถในการเชื่อมโยงกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงานนั้นจะนิยมทำการประเมินผู้เรียนในรูปของการทำโครงการ เป็นการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนโดยใช้คำถามปลายเปิดซึ่งเป็นแนวทางในการประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนอีกแนวทางหนึ่ง และจากการวิจัยนี้ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยคือทำให้ทราบถึงความสามารถของผู้เรียนจากแบบวัดที่จะใช้ในการประเมินความสามารถว่าผู้เรียนมีความสามารถตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เหมาะสมและเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน

2.1 ความสามารถในการให้เหตุผล

2.1.1 ความสำคัญของการให้เหตุผล

การให้เหตุผลนั้นเป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล การให้เหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่นักเรียนหาคำตอบได้ถูกต้อง (NCTM.1989:

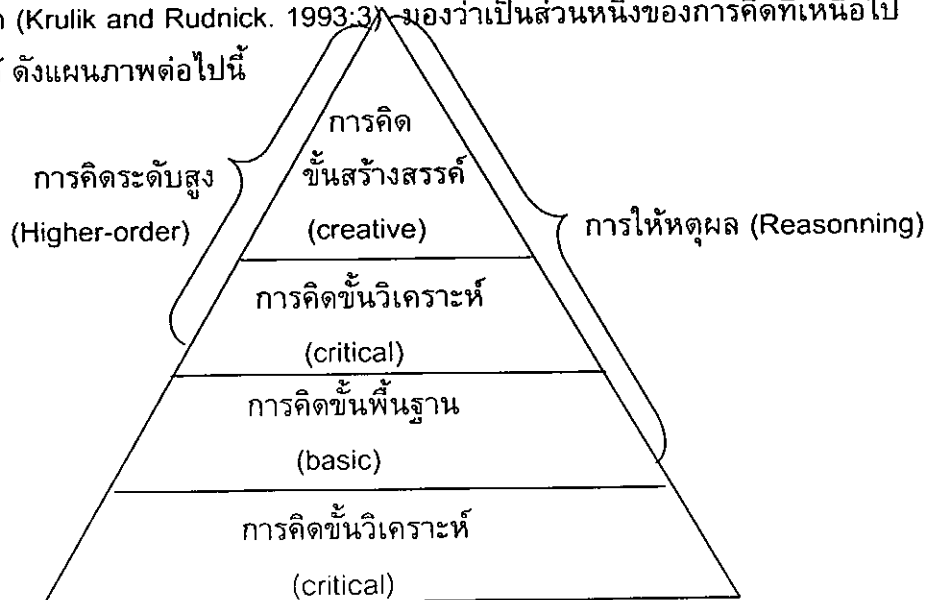
6, 29, 81) ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น เพราะการให้เหตุผลช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนานอกเหนือไปจากการจดจำข้อเท็จจริง กฎ และการดำเนินการ การเน้นการให้เหตุผลช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่สามารถให้เหตุผลได้อย่างเป็นระเบียบและมีความหมาย และทักษะการให้เหตุผลในคณิตศาสตร์ สามารถประยุกต์ไปใช้ในสาขาอื่นๆ ได้ (Baroody.1993 :2-59 - 2-60) การเรียนรู้ในสิ่งต่างๆ การแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือในงานอาชีพของบุคคล จะไม่มีใครคอยบอกว่าถูกหรือผิด จะต้องพิจารณาด้วยตนเอง ด้วยเหตุและผล (Lappan and Scharm. 1989:18) ดังนั้นในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้นั้น ต้องพัฒนาให้เขาสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการพัฒนาตัดสินใจได้

2.1.2-ความหมายของการให้เหตุผล

จากความสำคัญของการให้เหตุผลข้างต้น หลักสูตรคณิตศาสตร์จึงกำหนดให้การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นจุดเน้นหลัก และเป็นเป้าหมายที่สำคัญอันหนึ่งของการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน นักจิตวิทยาและนักการศึกษาพยายามชี้ให้เห็นว่า การให้เหตุผลและการคิดมีส่วนเกี่ยวข้องกัน โดยมีผู้ให้ความหมายของคำทั้งสองดังนี้

ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993:3-5) ได้กล่าวว่า การคิด หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด โดยนักเรียนต้องสร้างข้อความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผลอธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปก็คือแนวคิดหรือความรู้ใหม่

ครูลิกและรูดนิค ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดขั้นระลึกได้(recall) การคิดขั้นพื้นฐาน(basic) การคิดขั้นวิเคราะห์(critical) และการคิดสร้างสรรค์(creative) ส่วนการให้เหตุผลครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993:3) มองว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่เหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นของการคิด (Krulik and Rudnick. 1993:3)

ครูลิขิตและรุตนิก อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพมิได้แยกขาดกันเลยทีเดียว แต่ละขั้นอาจจะคาบเกี่ยวกันบ้าง จากแผนภาพดังกล่าวจะเห็นว่าการให้เหตุผลจะรวมถึงการคิดขั้นพื้นฐาน การคิดขั้นวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิเคราะห์และการคิดขั้นสร้างสรรค์ ครูลิขิตและรุตนิก เรียกว่าเป็นการคิดระดับสูง(Higher-order thinking)

โอดาฟเฟอร์ และธอร์ควิสต์ (O'Daffer and Thornquist.1993 : 43) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ การคิดทางคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดนั้น

กรีนวูด (Greenwood.1993 : 144) กล่าวว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เน้นผลของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่ามุ่งเพียงผลลัพธ์หรือคำตอบ กรีนวูดยังกล่าวย่ำว่า ถ้าสนับสนุนจุดเน้นให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

ส่วน โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer.1990 : 378) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำนองเดียวกันกับครูลิขิตและรุตนิก คือ มองว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์เช่นกัน และเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

สำหรับคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผล สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM.2000:57) ได้กำหนดให้ การให้เหตุผลและการพิสูจน์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนอนุบาล-ระดับ 12 ดังนี้

1. เข้าใจและตระหนักในคุณค่าของการเรียนเกี่ยวกับการให้เหตุผลและการพิสูจน์สิ่งที่สำคัญที่จะทำให้เด็กนักเรียนมีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ต่อไป
2. สามารถที่จะคาดการณ์และสืบสวนการคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
3. สามารถพัฒนาและประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และสามารถพัฒนาการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น
4. สามารถเลือกและใช้วิธีการในการให้เหตุผลต่างๆที่มีความเหมาะสมได้

จากความหมายของการคิด และความสัมพันธ์ระหว่างการคิดและการให้เหตุผล และคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลดังกล่าว รวมถึงมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ สรุปเป็นความหมายของการให้เหตุผล ดังนี้

การให้เหตุผล หมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆในงานวิจัยนี้ ความสามารถในการให้เหตุผล ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
2. ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์
3. ความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล

2.1.3 ประเภทของการให้เหตุผล

สำหรับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer.1990 : 378) กล่าวว่า มีทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย(Inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมาชิกบางสมาชิกในเซตๆหนึ่ง เพื่อนำไปสู่สมาชิกทุกตัวในเซตนั้น
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย(Deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อความหรือแบบรูปที่เป็นจริงหรือสมเหตุสมผลอยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

บาร์ดี้ (Baroody.1993 : 2-61) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภท โดยเพิ่มการให้เหตุผลเชิงหยั่งรู้(Intuitive reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้(insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ จึงตัดสินใจจากข้อมูลที่เห็นหรือจากความรู้สึกภายใน เหตุผลเชิงหยั่งรู้จึงเป็นเหตุผลที่วางอยู่บนสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสมมติฐาน ซึ่งสิ่งที่ปรากฏอาจถูกหรือผิดก็ได้ ส่วนอีก 2 ประเภท การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย เช่นเดียวกับ โอดาฟเฟอร์

เมื่อพิจารณาถึงความเกี่ยวข้องกันระหว่างการให้เหตุผลทั้ง 3 ประเภท บาร์ดี้ (Baroody.1993 : 2-59) กล่าวว่าในกระบวนการสืบค้นทางคณิตศาสตร์มักเริ่มด้วยการสรุปจากการให้เหตุผลเชิงหยั่งรู้ หรือการให้เหตุผลแบบอุปนัยที่เรียกว่าการสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบข้อความคาดการณ์โดยการพิสูจน์ซึ่งก็คือการให้เหตุผลแบบนิรนัยนั่นเอง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา(NCTM.1989 : 81) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทำนองเดียวกันกับบาร์ดี้ โดยกล่าวว่า ในการสร้างข้อความคาดการณ์และตรวจสอบข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ที่กำหนดจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัย

การให้เหตุผลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ จะเน้นการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยมุ่งให้นักเรียนได้รวบรวมและหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ค้นหาข้อสรุปหรือสร้างข้อความคาดการณ์ แต่ยังไม่เน้นให้นักเรียนพิสูจน์ว่าข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

2.1.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

การคิดกับการให้เหตุผลมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น โดยได้พยายามศึกษา ทดลอง เพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล สอนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น ได้มีการกล่าวถึงการสอนไว้ 3 แนวทาง คือ แนวทางเพื่อให้เกิด (teaching for thinking) แนวทางการสอนการคิด (teaching of thinking) และแนวทางการสอนที่เกี่ยวกับการคิด (teaching about thinking) แบรินทร์(สมเดช บุญประจักษ์.2540 : 39 ; อ้างอิงจาก Brandt.1984 : 3) โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

1. การสอนเพื่อคิด การสอนตามแนวทางนี้เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชา โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน
2. การสอนการคิด การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ โดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือเป็นแนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางในการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทางตามความเชื่อพื้นฐานของผู้จัดสร้างแนวทางการสอน
3. การสอนเกี่ยวกับการคิด การสอนแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้ผู้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด (metacognition) ของตนเอง แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิดนี้เราเป็นที่สนใจของนักการศึกษาทั่วไปเพิ่มขึ้น โดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนได้ ทั้งนี้เพื่อหาแนวทางแก้ไขได้ถูกต้อง

จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือการให้เหตุผล” (NCTM.1989 :29) และ การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody.1993 : 2-25) เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิถีทางที่ดีที่จะทำความเข้าใจโลกที่เป็นจริง จำเป็นต้องจัดให้การให้เหตุผลแทรกอยู่ในทุกกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้เวลาและประสบการณ์ที่หลากหลาย ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในสถานการณ์ที่กำหนดและประเมินข้อสรุปของบุคคลอื่น (NCTM.1989 : 81)

เนื่องจากความสามารถในการคิดให้เหตุผล เป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึก และฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน ดังนั้น ในการพัฒนาความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหา วิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิดโดยการอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลองและการตอบคำถามต่างๆเช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” “สามารถที่จะใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ถ้าการดำเนินการเดิมไม่บรรลุผล” ล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้างข้อคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง(modeling) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ (Lappan and Schram.1989 : 18-19)

นอกจากเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และแสดงพฤติกรรมที่เป็นการฝึกทักษะและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแล้ว โรเวนและมอร์โรว์ (Rowan and Morrow.1993 : 16-18) ยังได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่า เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศในชั้นเรียนว่า เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดที่ได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น

สำหรับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guilford and Hoepfner.1971 : 28 –32) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น จะต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยการสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติหรือในสถานการณ์ต่างๆที่เหมาะสมสอดคล้อง

กรมวิชาการ (2544ข : 198-200) กล่าวว่า การให้นักเรียนรู้จักคิดและรู้จักเหตุผลองค์ประกอบที่ทำให้สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักใช้เหตุผล คือ

1. ควรให้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และการให้เหตุผลของตนเอง
3. ให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป แล้วผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่

การที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้างๆโดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า.....แล้ว ผู้เรียนคิดว่า.....จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่าไม่ถูกต้อง แต่อาจใช้

การพูดเสริมแรงและให้กำลังใจ คำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด(open-ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการให้เหตุผลนั้นจะเกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การให้ผู้เรียนได้เจอกับสถานการณ์หรือโจทย์ที่หลากหลายทำให้เกิดประสบการณ์หลายอย่าง จะได้เกิดความคิดและหาเหตุผลในการตอบคำถาม นอกจากนี้ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และช่วยกันสรุป ดังนั้นการที่จะวัดด้านเหตุผลของผู้เรียนก็คือการให้เหตุผลของการตอบคำถามว่า ปัญหาหรือโจทย์ที่กำหนดให้นั้นมีแนวทางในการหาคำตอบได้อย่างไร โดยใช้หลักเกณฑ์ที่ได้เรียนมาแสดงความคิดเห็น

ตัวอย่างการให้เหตุผล (Kathy Gutzwiller.2001 : Online)

ตัวอย่าง กำหนดโจทย์ปัญหา

จอห์นเป็นชาวไร่ ในฤดูกาลเพาะปลูกนี้เขาโชคไม่ตื้นัก เพราะเขามีเมล็ดพันธุ์พืชเพียง 65 เมล็ด เมื่อเขาลงมือทำการปลูกพืช ได้เฝ้าสังเกตการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยเขาสังเกตว่า สัปดาห์ที่หนึ่งมีต้นกล้างอกขึ้นมา 8 ต้น สัปดาห์ที่สองมีต้นกล้างอกขึ้นมา 11 ต้นและสัปดาห์ที่สามมีต้นกล้างอกขึ้นมา 14 ต้น จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. แสดงรูปแบบการเจริญเติบโตของเมล็ดพืช และในสัปดาห์ที่ 4,5 และ 6 มีเมล็ดพืชงอกขึ้นจำนวนเท่าไร แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ
2. แสดงวิธีการหาเปอร์เซ็นต์ของอัตราการงอกของเมล็ดพืชในสัปดาห์ที่หก
3. จงแสดงวิธีการหาคำตอบอัตราการงอกของเมล็ดพืชในสัปดาห์ที่ n และอธิบายเหตุผล

แสดงวิธีการตอบคำถาม

1.

สัปดาห์	1	2	3	4	5	6
การงอกของเมล็ด	8	11	14	17	20	23

สัปดาห์ที่ $18 + 3 = 11$ (สัปดาห์ที่ 2)

$11 + 3 = 14$ (สัปดาห์ที่ 3)

$14 + 3 = 17$ (สัปดาห์ที่ 4)

$17 + 3 = 20$ (สัปดาห์ที่ 5)

$20 + 3 = 23$ (สัปดาห์ที่ 6)

2.

ถ้าเมล็ดพืชงอก 65 เมล็ด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ในการงอกเท่ากับ 100

ถ้าเมล็ดพืชงอก 1 เมล็ด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ในการงอกเท่ากับ $\frac{100}{65}$

ดังนั้นถ้าเมล็ดพืชงอก 23 เมล็ด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ในการงอกเท่ากับ $\frac{100}{65} \times 23 = 35.38$

ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพืชที่งอกในสัปดาห์ที่หกเท่ากับ 35.38%

3.

สัปดาห์	1	2	3	4	5	6
การงอกของเมล็ด	8	11	14	17	20	23

จากข้อมูลจะสังเกตได้ว่าในแต่ละสัปดาห์เมล็ดพืชจะงอกขึ้นอาทิตย์ละ 3 ต้น

อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ดังนี้

$$1 \times 3 = 3, 2 \times 3 = 6, 3 \times 3 = 9, 4 \times 3 = 12$$

ซึ่งจากอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ต้องบวกเพิ่มอีกจำนวน 5 เมล็ดจึงจะได้จำนวนเท่ากับอัตราการงอกในแต่ละสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 1 $1 \times 3 = 3 + 5 = 8$, สัปดาห์ที่ 2 $2 \times 3 = 6 + 5 = 11$

ดังนั้น อัตราการงอกของเมล็ดพืชในแต่ละสัปดาห์นั้นหาได้จาก ผลคูณของแต่ละสัปดาห์กับสามบวกกับห้า เท่ากับจำนวนเมล็ดพืชที่งอก เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{จำนวนเมล็ดพืชที่งอก} = 3n + 5 \quad \text{เมื่อ } n \text{ แทน สัปดาห์}$$

ตรวจสอบคำตอบ ถ้าต้องการตรวจสอบการจำนวนเมล็ดพืชที่งอกในสัปดาห์ที่ 7

ซึ่งเราทราบอยู่แล้วว่าในสัปดาห์ที่ 7 นั้น จำนวนเมล็ดพืชที่งอกทั้งหมด 26 เมล็ด เมื่อแทนค่าลงในสมการว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่

$$\text{จาก } 3n + 5 = \text{จำนวนเมล็ดพืชที่งอก}$$

$$\text{จะได้ } (3 \times 7) + 5 = 21 + 5 = 26$$

แสดงว่าสมการที่สร้างขึ้นสามารถคำตอบของจำนวนเมล็ดพืชที่งอกในสัปดาห์ที่ n ได้

ตัวอย่างการให้เหตุผลในกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้คำถามประกอบการหาคำตอบ(กรม
วิชาการ,2545 : 198-200)

ครูกำหนดโจทย์ จงทำ $(x^{-3}y^{-2}z^0)^{-2}$ เมื่อ x,y,z ไม่เท่ากับ 0 ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

คำถามของผู้สอน	ขั้นตอนแสดงวิธีทำ	การให้เหตุผลของผู้เรียน
1. จากโจทย์ นักเรียนควรจะ ลดรูปส่วนใดก่อนเพราะ เหตุใด	$(x^{-3}y^{-2}z^0)^{-2} = (x^{-3}y^{-2})^{-2}$	1. ลดรูป z^0 ก่อน เพราะว่าเมื่อ $z \neq 0$ จะได้ $z^0 = 1$ จะทำให้ลด ตัวแปรเหลือเพียงสองตัว
2. นักเรียนจะใช้สมบัติใด ต่อไป	$= (x^{-3})^{-2} \cdot (y^{-2})^{-2}$	2. จากสูตรที่เคยทราบว่า $(ab)^n = a^n b^n$ เมื่อ $a \neq 0$ และ $b \neq 0$
3. นักเรียนจะใช้สมบัติใด ต่อไปอีก	$= x^6 \cdot y^4$	3. จากสูตรที่เคยทราบว่า $(a^m)^n = a^{mn}$ เมื่อ $a \neq 0$

2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber.1976 : 513) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็น
การตั้งสถานการณ์ ในกิจกรรมการเรียนการสอนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของ
ผู้เรียนซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมี
พลังในการคิดด้วยตนเอง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM.2000 : 4-5) กล่าวว่า
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนนั้น
จะต้องจัดให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้

1. จัดระบบและรวบรวมความคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน
และสื่อสารได้ถูกต้อง
2. สื่อสารความคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ของพวกเขาแก่ครูอาจารย์และ
ผู้อื่นได้อย่างสมเหตุสมผลและแจ่มแจ้งชัดเจน
3. วิเคราะห์และประเมินค่าแนวความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ด้วยกลยุทธ์
ต่างๆได้
4. ใช้ภาษาของคณิตศาสตร์เพื่อการสื่อความหมายได้อย่างกระชับ ชัดเจน
ได้ใจความที่ถูกต้องแน่นอน

มังกร ทองสุตดี (2535 : 137) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นการใช้ภาษาไม่ว่าจะ
เป็นคำพูด ตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ใดๆย่อมมีการจัดประเภทความคิดรวบยอด (Concept) และมี
บทบาทต่อการนำไปใช้เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ (Communication in mathematics)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543 : 286) และ ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540 : 18) กล่าวว่า ในกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร (Communication Skill) หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การฟัง การสังเกต และการตรวจสอบในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลโดยการพูด และการเขียน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989 : 26, 214)

ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ คำพูด และการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารยังช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน โดยที่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและสามารถเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด ดังที่ได้ระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดย การพูด การเขียน หรือภาพต่างๆ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 181) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คือ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นการเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่างๆมีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ เรียนรู้วิธีการคิด และมีความชัดเจนในสิ่งที่คิดอันเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน ดังที่ฮอยเลส (สมเดช บุญประจักษ์.2540 : 44 ; อ้างอิงจาก Hoyles.1985.Educational Studies in Mathematics : 206- 207) กล่าวว่า การให้นักเรียนได้พูดอภิปรายทำให้เกิดการผสมผสานความรู้ได้อย่างดี แต่ละคนสามารถขยายแนวความคิดของกันและกันช่วยให้เกิดความชัดเจนในงานหรือกระบวนการทำงาน

2. การเขียนเป็นการสื่อสารที่มีคุณค่าอีกอย่างหนึ่งแต่ยังไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนมากนักในการเรียนคณิตศาสตร์ การเขียนทำให้เกิดความชัดเจนในแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น (Lappan and Schram.1989 : 16)

3. การอ่านนับว่าเป็นการสื่อสารที่จำเป็นเพราะแหล่งความรู้ที่นักเรียนจะต้องประสบส่วนใหญ่อยู่ในรูปของหนังสือ เอกสาร หรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ นักเรียนจึงควรได้ฝึกการอ่าน และทำความเข้าใจรายละเอียดในบทเรียนด้วยตนเองจากหนังสือหรือเอกสาร เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้า หาข้อสรุปด้วยตนเองมากกว่าจะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้จากครูเท่านั้น (Lappan and Schram.1989 : 17)

4. การนำเสนอแนวคิด (Representing) เป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุด เพราะการแสดงแนวคิดจะรวมถึงการแปลงปัญหาและแนวคิดไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่คุ้นเคยหรือเข้าใจง่าย เช่น เขียนแทนด้วยแผนภาพ แผนภูมิหรือกราฟ และในทางกลับกัน ให้มีการแปลแผนภาพ แผนภูมิหรือรูปภาพไปสู่สัญลักษณ์และประโยคภาษา (NCTM.1989 : 27)

รีส์และคนอื่นๆ (Rey and other.2001 : 83) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิด โดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสาร แนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

จากแนวความคิดเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นการใช้การพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

2.2.2 การส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารแนวความคิดของตนเองกับผู้อื่นนั้นจะต้องอาศัยการสื่อสารผ่านเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ ที่เป็นเครื่องมือที่ต้องอาศัยคำสั่งการทำงานจากมนุษย์อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนที่ชัดเจนจึงจะสามารถปฏิบัติงานได้ และจากลักษณะสำคัญประการหนึ่งคือ คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถสื่อสารและนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน และมีบทบาทในการเรียนการสอน คือ เป็นตัวเชื่อมระหว่างความคิดนามธรรมกับรูปธรรม โดยใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร กล่าวได้ว่า การสื่อสารช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Kennedy and Tipps.1994 : 181)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM.1989 :26) เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเป็นกิจกรรม ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนา และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการอ่าน การพูดและการแสดงแนวคิด จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสนปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่างๆและทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้นการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และแสดงแนวคิดในลักษณะต่างๆจึงเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร

โรวานและมอร์โรว์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 46 ; อ้างอิงจาก Rowan and Morrow.1993. Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards Reading from the Arithmetic Teacher. P.9-11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนพรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน

เช่น โครงการที่มีกิจกรรมสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน ทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และคิดอย่างสร้างสรรค์

4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจน

5. ในการเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะโดยอ้อม (overt and covert clues) การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

กรมวิชาการ (2544ข : 201) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆเพื่อสื่อความหมายแล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในวิชาพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์ปัญหาสามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น การทำให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอน

ช่วยชี้แนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ

ดังนั้น จากคำกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ นั้น การที่จะเกิดทักษะเหล่านี้ได้คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับรูปภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมาช่วยในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

ตัวอย่าง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ.2544ข : 201-203)

ตัวอย่าง กำหนดสถานการณ์ดังนี้

ร้านค้าแห่งหนึ่งมีลูกจ้าง 3 คน คือ แดง น้อยและจิด โดยแต่ละคนเสนอค่าจ้างทำงาน ชั่วโมงละ 100 110 120 บาท ตามลำดับ และมีงาน 3 อย่าง คือ a b และ c

จำนวนชั่วโมงที่แดงทำงาน a b และ c คือ 7.5, 8 และ 4.5 ชั่วโมง ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่น้อยทำงาน a b และ c คือ 6, 8.5 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่จิดทำงาน a b และ c คือ 6.5, 7 และ 3.5 ชั่วโมง ตามลำดับ

อยากทราบว่านายจ้างควรให้ลูกจ้างคนใดทำงานอย่างใดที่สามารถทำงานนั้นเสร็จ และจ่ายเงินน้อยที่สุด และถ้านายจ้างต้องการรับลูกจ้างเพื่อทำงานทั้งสามเพียงหนึ่งคน เขาควรรับลูกจ้างคนใดเข้าทำงานจึงจะจ่ายน้อยที่สุด

ในการแก้ปัญหานี้ผู้เรียนจะวิเคราะห์ปัญหาและใช้ตารางช่วยในการสื่อสาร สื่อความหมาย ข้อมูลที่กำหนดให้ ดังตารางที่
ตารางแสดงชั่วโมงการทำงาน

งาน	จำนวนชั่วโมงการทำงาน		
	แดง	น้อย	จิด
a	7.50	6	6.50
b	8	8.50	7
c	4.50	5	3.50

จากนั้นผู้เรียนช่วยกันหาคำตอบและสร้างตารางใหม่เพื่อแสดงจำนวนเงินที่นายจ้างต้องจ่ายจากการทำงานทั้ง 2 อย่าง ดังตาราง
ตารางแสดงจำนวนเงินที่นายจ้างต้องจ่าย

งาน	จำนวนชั่วโมงการทำงาน		
	แดง	น้อย	จิต
a	750	660	780
b	800	935	840
c	450	550	420
รวม	2,000	2,145	2,040

ผู้เรียนสามารถใช้ตารางที่ 2 นำเสนอคำตอบดังนี้
ควรจ้างน้อยทำงาน a เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด
ควรจ้างแดงทำงาน b เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด
ควรจ้างจิตทำงาน c เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด
และควรจ้างแดงทำงานทั้ง 3 อย่างเพราะจ่ายค่าจ้างในการทำงานรวมทั้ง 3

อย่างน้อยที่สุด

การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบ่งการประเมิน

ออกเป็น 3 ด้าน (Kennedy and Tipps. 1994 : 112 ; citing Vermont Department Education. N.d. : 14-15) ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - 1.1 ไม่ใช่ หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
 - 2.1 ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
 - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
 - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
 - 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

2.2.3 การสื่อสารแนวความคิดคณิตศาสตร์โดยการเขียน

การเขียน เป็นการสื่อสารที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในแนวความคิดช่วยพัฒนาการในการรับรู้คณิตศาสตร์โดยให้ผู้เรียนได้เขียนกระบวนการแก้ปัญหาและแนวความคิดของตนเองให้เพื่อนๆ ได้ทราบว่าตนเองมีความคิดเห็นและมีความเข้าใจอย่างไร เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ไม่กล้าแสดงออกโดยการพูดได้แสดงออกโดยการเขียน ซึ่งเรดิเซล (Riedesel.1990 : 377) ได้นำเสนอประโยชน์ของการสื่อสารโดยการเขียน มีดังนี้

1. เป็นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน
2. เป็นเครื่องมือช่วยวินิจฉัยกระบวนการคิดของผู้เรียน
3. เป็นทักษะที่จำเป็นช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด
4. เป็นทักษะที่อาจจะช่วยเสริมทักษะการอ่าน และการเขียนในรายวิชาอื่น โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการใช้การบรรยายในสิ่งที่ค้นพบ
5. เป็นวิธีการในการเรียนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ปกติผู้เรียนไม่ค่อยได้ใช้
6. เป็นทักษะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามว่าอย่างไร (How) และทำไม(Why) มากกว่าตอบว่าอะไร (What) ที่ไหน(Where) เมื่อไร(When)
7. เป็นการร่วมมือกันในการทำกิจกรรมเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่สมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จร่วมกัน เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการเรียนรู้

3. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลผู้เรียนในปัจจุบันจะทำการประเมินผลผู้เรียนโดยการประเมินตามสภาพจริง สำหรับการประเมินผลตามสภาพจริงนั้นจะทำการประเมินผู้เรียนโดยใช้การประเมินผู้เรียนโดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นการสังเกต การสัมภาษณ์ การทำโครงการ การทดสอบ ฯลฯ สำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบตามปกติอาจจะวัดได้ยาก แบบทดสอบที่ใช้อาจต้องใช้การเขียนเพื่อสะท้อนให้เห็นแนวความคิดของผู้เรียนมากขึ้น การเขียนสะท้อนความคิดของผู้เรียนนั้นลักษณะของคำถามควรอยู่ในรูปของสถานการณ์ ซึ่งแนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นมีวิธีการวัดและประเมินที่หลากหลายวิธี ในที่นี้ได้ทำการวัดโดยใช้แบบทดสอบ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นปัญหาปลายเปิด

3.1 คำถามปลายเปิด

3.1.1 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น
- 2 ประเภท (Polya.1957 : 23-29)

1.1 ปัญหาให้ค้นคว้า เป็นปัญหาให้ค้นคว้าหาคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท (Reys , Suydrm and Lindquist. 1992 : 29) คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหาที่มีความคุ้นเคยในโครงการและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. พิจารณาตามลักษณะของปัญหา ฮาร์ทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ดส์และบิทเทอร์ (Hartfield Edwards and Bilter .1993 : 37) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

3.1 ปัญหาปลายเปิด (Opend-Ended) เป็นปัญหามีจำนวนคำตอบที่เป็นได้หลายคำตอบปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

3.2 ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี

3.3 ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้ตอบอาจไม่ต้อง ค้นหาหรือไม่กังวลในการหาคำตอบ

4. พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก ชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and lester.1982 : 6 –10) ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภทดังนี้

4.1 ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น

4.2 ปัญหาการแปลความอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจโมเดลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคำนวณ

4.3 ปัญหาการแปลความที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอนการดำเนินการ

4.4 ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนไม่สามารถเปลี่ยนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่างๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

4.5 ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้โมเดลและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีการคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติ และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

4.6 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

คำถามปลายเปิด เป็นคำถามที่มีคำตอบเดียวแต่สามารถคิดได้หลายวิธี หรือเป็นคำถามที่มีวิธีการคิดและแนวทางในการตอบที่หลากหลาย ต่างจากคำถามที่มีการตอบอย่างอิสระ (open-response) ตรงที่คำถามที่มีการตอบอย่างอิสระ ผู้ตอบจะเขียนตอบในรูปของการแสดงรายละเอียด ขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิธีการ ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นต่างๆ อย่างเสรีเพื่อนำไปสู่คำตอบที่เฉพาะเจาะจง แต่คำถามปลายเปิดเน้นวิธีการตอบที่หลากหลายเพื่อช่วยให้ผู้เขียนสามารถถ่ายทอดความคิดของตนออกมา ผู้ตอบจะเลือกการประเมินในแนวทางการปฏิบัติต่างๆ เพื่อให้ได้คำตอบ โดยเราจะเน้นที่ความคิดของผู้ตอบ (อรอนงค์ บำรุง.2542 : 11) และคำถามปลายเปิดสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อความหมาย ความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ อย่างอิสระและเต็มความสามารถ โดยนักเรียนนำความรู้ หรือนิยามที่มีอยู่หาความสัมพันธ์หรือกฎ ก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาแล้วมีการตรวจสอบความถูกต้องด้วย การใช้คำถามปลายเปิดนั้นสามารถที่จะตรวจสอบความคิดและความเข้าใจของผู้เรียนนั้นคำถามที่ใช้สามารถปรับลักษณะของคำถามได้หลากหลาย นอกจากนี้ลักษณะของคำถามนั้นสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งการใช้คำถามปลายเปิดนั้นจึงสอดคล้องกับหลักการประเมินตามสภาพจริงตามแนวการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบัน (สุนีย์ เงินยวง.2546: 34-35)

3.1.2 ลักษณะของคำถามปลายเปิดที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

1. คำถามปลายเปิดควรเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

2. คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่สามารถทำให้นักเรียนนักเรียนตอบคำถามได้อย่างหลากหลายทั้งวิธีการคิด และคำตอบ
3. คำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารและถ่ายทอดความคิดหรือวิธีการ
4. คำถามปลายเปิดจะต้องมีความชัดเจนในเรื่องของภาษาที่ใช้ในโจทย์ เพื่อทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ตรงกับสิ่งที่ครูต้องการ
5. คำถามปลายเปิดจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ อย่างอิสระและเต็มความสามารถ ตามเวลาที่เหมาะสม

3.1.3 การสร้างคำถามปลายเปิด

หลักทั่วไปยังคงพัฒนาเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงการประเมินแบบใหม่ในชั้นเรียน แต่เปลี่ยนบางอย่างให้ถูกต้องเหมาะสม

1. เมื่อนักเรียนใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ถามให้นักเรียนอธิบายความหมายของขั้นตอนที่ใช้ และอธิบายขั้นตอนนั้นๆ อย่างไร ด้วยการเขียนหรืออธิบายด้วยแผนภาพ
2. จากปัญหาที่มีในการเรียนการสอน เพิ่มคำถามว่า “จงอธิบายว่าทำอย่างไรจึงจะได้คำตอบ”
3. นอกจากต้องการคำถามที่ถูกต้องแล้ว คำถามยังต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดด้วย
4. ควบคุมแนะนำและการตอบคำถามกับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้อธิบายมากกว่าอาจารย์เป็นผู้อธิบายให้นักเรียนฟัง
5. หาสถานการณ์ที่ถามให้นักเรียนได้สูตร เขียนแนวทาง ทำตามกระบวนการ และอื่นๆ (Stenmark .1991 : 20)

3.2 กฎเกณฑ์การให้คะแนน

3.2.1 วิธีการตรวจให้คะแนนคำถามปลายเปิด

วิธีการตรวจให้คะแนนคำถามปลายเปิด ทำได้ 2 วิธี คือ (Stenmark.1991 : 20)

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) ใช้การวิเคราะห์ด้วยประเด็นที่มีลักษณะแตกต่างกันของคำตอบ
 2. วิธีประเมินรวม (Holistic Method) เป็นวิธีที่ผู้ประเมินพิจารณาคำตอบโดยรวมมากกว่าตรวจสอบรายละเอียดปลีกย่อยเฉพาะ
- นักผลการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับวิธีการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้ไว้

เมอร์เรน และเลห์แมน (Mehrens and Lehmann. 1984 : 229 – 238) ได้อธิบายถึงการตรวจให้คะแนนวิธีวิเคราะห์และวิธีประเมินรวมไว้ ดังนี้

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point – Score Method)

เป็นวิธีที่มีรูปแบบคำตอบประกอบด้วยประเด็นเฉพาะที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว คะแนนของนักเรียนที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประเด็นที่เขาคำตอบ รวมไปถึงส่วนอื่นๆ เช่น แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน การให้เหตุผลและการยกตัวอย่างสนับสนุนในประเด็นคำตอบ และการกำหนดคะแนนในแต่ละประเด็นจะขึ้นอยู่กับ เวลาที่ใช้ในการตอบ ความซับซ้อนของคำถาม และเนื้อหาที่ครูสอน

ข้อดี ของการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีวิเคราะห์ มีดังนี้

1. ให้ผลคะแนนที่เชื่อถือได้ เมื่อผู้ตรวจตรวจอย่างยุติธรรม
2. เมื่อมีการเตรียมรายละเอียดของคำตอบไว้แล้ว ครูสามารถพิจารณา

ความผิดพลาด จากการใช้คำ ความยาก หรือความซับซ้อนของคำถาม รวมทั้งเวลาที่ไม่เหมาะสม และสามารถเปลี่ยนแปลงคำถามหรือขยายเวลาให้เหมาะสมได้

3. มีการแบ่งคำตอบเป็นกองๆทำให้สามารถตรวจให้คะแนน จัดระดับคุณภาพข้อสอบของนักเรียนได้ง่ายขึ้น

ข้อจำกัด

1. ตรวจยาก และเสียเวลา
2. การกำหนดประเด็นหรือส่วนประกอบมากเกินไป อาจทำให้ได้รับ

คำตอบด้านต่างๆไม่ลึกซึ้ง

ถึงแม้การตรวจด้วยวิธีวิเคราะห์จะใช้ทั้งคำถามชนิดจำกัดคำตอบ และไม่จำกัดคำตอบ แต่จะใช้ได้ดีกับชนิดจำกัดคำตอบและไม่มากเกินไป จึงจะเชื่อมั่นได้มากกว่า

2. วิธีประเมินรวม (Global Scoring หรือ Holistic หรือ Rating Method)

วิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆ เป็นประเด็นเฉพาะ แต่ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วแล้ว ใช้ความประทับใจและใช้มาตรฐานบางอย่าง กำหนดระดับของคำตอบ การตรวจคำตอบจะขึ้นอยู่กับระดับของการแบ่ง อาจแบ่งข้อสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ “กลุ่มที่ยอมรับได้ – กลุ่มที่ยอมรับไม่ได้” หรือ 5 กลุ่ม คือ “ดีมากจนถึงต่ำกว่ามาตรฐาน” โดยมากจะแบ่งประมาณ 4 หรือ 5 กลุ่ม

สำหรับกรณีนี้แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย

1. คุณภาพดีมาก
2. คุณภาพดีกว่าปานกลาง
3. คุณภาพปานกลาง
4. คุณภาพต่ำกว่าปานกลาง
5. คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน

ในการอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วนั้นผู้ตรวจจะกำหนดคุณภาพของคำตอบให้อยู่ 1 ใน 5 กลุ่มนี้ แต่ละคำตอบจะต้องอ่านอย่างน้อยที่สุด 2 ครั้ง เพื่อจัดอันดับคุณภาพ วิธีนี้จะไม่ลำบากและไม่เสียเวลามากไป จึงทำได้เร็วกว่าวิธีการวิเคราะห์ ซึ่งวิธีรวมจะมีประสิทธิภาพมากเมื่อแบบทดสอบมีจำนวนมาก

ข้อเสนอแนะสำหรับการตรวจให้คะแนน

เป็นข้อเสนอแนะเพื่อให้การตรวจให้คะแนนมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น

1. ตรวจคะแนนที่ให้ไปแล้วอีกครั้งกับระดับคะแนนที่กำหนดให้
2. พยายามให้การตรวจให้คะแนนคงที่สม่ำเสมอ
3. ตรวจให้คะแนนทีละคำถามให้ครบทุกคนก่อน
4. ตรวจให้คะแนนคำตอบโดยไม่บอกชื่อผู้ทำ
5. การพิจารณาต้องแยกกันระหว่างเนื้อหาความสามารถในการเขียนของนักเรียน
6. พยายามให้คะแนนคำตอบทั้งหมดในแต่ละคำถาม โดยไม่มีการหยุดชะงัก
7. ถ้าเป็นไปได้ ควรมีผู้ตรวจ 2 คนที่เป็นอิสระจากกัน ในการตรวจแบบ

ทดสอบ 1 ฉบับ และใช้ค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนสรุป

8. จัดให้มีข้อคิดเห็นและการแก้ไขข้อผิดพลาด
9. จัดชุดคำตอบมาตรฐานที่เป็นไปได้จริง

กรมวิชาการ (2539 : 54 – 59) ได้กล่าวถึงการให้คะแนนทั้ง 2 วิธีว่า

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่า มีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน หรือความสำเร็จของงานเป็นชิ้นๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพ ตั้งแต่ 0 – 4 หรือ 0 – 6 สำหรับในขั้นตอนการให้คะแนนรูปรีด อาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณลักษณะเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้ และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

- งานกองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5
- งานกองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3
- งานกองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

วิธีที่ 2 กำหนดตามระดับความผิดพลาด คือพิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาที่ระดับ ดังนี้

- คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูก แนวคิดชัดเจน
- 3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูก แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
- 2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ
- 1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ
- 0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 3 กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย เช่น กฎเกณฑ์การให้คะแนนของความสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระ เขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

- 4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์ หรือลักษณะของข้อมูล
- 3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด
- 2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน
- 1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือ สถานการณ์ที่กำหนดได้น้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องบางส่วน
- 0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใดๆ

ซึ่งทั้ง 3 วิธีดังกล่าว นั้น พอที่จะสรุปได้ว่า มีส่วนที่เหมือนกันก็คือ เป็นการตรวจให้คะแนนที่มองภาพรวมของผลงาน (ในที่นี้หมายถึง การตอบในกระดาษคำตอบของนักเรียน) แล้วแยกออกเป็นกองๆ ส่วนที่แตกต่างกันของทั้ง 3 วิธี ก็คือ การแยกออกเป็นกองๆ นั้น ใช้คุณสมบัติในการแยกต่างกัน กล่าวคือ

- วิธีที่ 1 แยกโดยใช้คุณภาพของผลงานเป็นหลัก
- วิธีที่ 2 แยกโดยใช้ความผิดพลาดของผลงานเป็นหลัก
- วิธีที่ 3 แยกโดยใช้ความสามารถในการอธิบายหรือการแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจเป็นหลัก

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และการอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้านคือ

1. ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในการแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด
2. การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์
3. การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มา และตรวจสอบผลงาน

ไพศาล หวังพานิช (2528 : 96 – 97) กล่าวว่า ไม่ว่าจะใช้วิธีใดตรวจให้คะแนน การตรวจที่จะช่วยเพิ่มความเชื่อถือได้ของคะแนน ควรกระทำดังต่อไปนี้

1. ไม่ควรให้เด็กเขียนชื่อในกระดาษคำตอบ เพื่อป้องกันการให้คะแนนจากความรู้สึกประทับใจในเรื่องอื่นๆ ของเด็ก ซึ่งเรียกว่า halo effect เช่น ให้คะแนนจากความคุ้นเคย ความสำนึกว่าเด็กมีความตั้งใจและขยันขันแข็ง เป็นต้น
2. ตรวจคำตอบทีละข้อ ไม่ควรตรวจทุกข้อของแต่ละคนเพราะจะก่อให้เกิด halo effect ได้เช่นกัน เช่น เห็นว่าข้อแรกๆ ของเด็กได้คะแนนมาก ข้อต่อไปจึงให้คะแนนน้อย (ทั้งที่ตอบดี) หรือในทางตรงกันข้าม การตรวจคำถามข้อเดียวกันของทุกๆ คนให้เสร็จจะช่วยในแง่การเปรียบเทียบคุณภาพการตอบของเด็กทั้งกลุ่มได้ด้วย อีกทั้งช่วยให้การตรวจแต่ละข้อนั้นๆ ของแต่ละคนยึดเกณฑ์ที่เหมือนกัน
3. ไม่ควรย้อนกลับไปดูคะแนนของเด็กจากข้อที่ตรวจแล้วในการตรวจข้อต่อไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้คะแนนจากข้ออื่นๆ มีผลกระทบกับการให้คะแนนในข้ออื่นๆ
4. ไม่ควรให้คะแนนโดยยึดความถูกต้องทางภาษาเป็นหลัก ถ้าหากไม่ได้มุ่งวัดความถูกต้องในการเขียนและการใช้ภาษา ความถูกต้องสละสลวยในการใช้ถ้อยสำนวนในการตอบ ไม่ควรมีอิทธิพลต่อการได้คะแนนมากหรือน้อย ผู้ตรวจควรพิจารณาเฉพาะเป้าหมายการตอบในแง่ของความสมบูรณ์ครบถ้วนของเนื้อหาหรือความสมเหตุสมผลของความคิดเป็นหลักในการให้คะแนน
5. ถ้าเป็นไปได้ควรให้คนอื่นช่วยตรวจสอบผลการตรวจให้คะแนน ทั้งนี้เพื่อให้คนอื่นได้ประเมินความเหมาะสมในการให้คะแนนของเรา ตามหลักการที่ถูกต้องนั้นคะแนนที่เด็กได้ควรเป็นคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากผู้ตรวจให้คะแนนหลายๆ คน ซึ่งคงเป็นเรื่องยากในเชิงปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามถ้าไม่อาจปฏิบัติได้ อย่างน้อยผู้ตรวจควรได้ทบทวนความเหมาะสมในการตรวจให้คะแนนของตนอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำคะแนนเหล่านั้นไปใช้

6. ควรเขียนข้อวิจารณ์ ข้อท้วงติง (comments) ลงบนคำตอบ เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน หรืออย่างน้อยให้เป็นหลักฐานว่า ทำไมจึงให้คะแนนเท่านี้ สำหรับคำตอบของเด็กคนนี้

7. การตรวจให้คะแนนต้องกระทำอย่างตั้งใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนและต้องอ่านคำตอบของเด็กอย่างถี่ถ้วน เมื่อใดที่ผู้ตรวจขาดหลักเกณฑ์การให้คะแนน หรือไม่ได้อ่านคำตอบอย่างตั้งใจ คะแนนที่ให้กับเด็กมักออกมาในรูปกลางๆ ซึ่งเป็นไปตามหลักของ central tendency error ซึ่งเป็นไปในลักษณะที่ว่า “เมื่อไม่แน่ใจก็ให้คะแนนกลางๆ ไว้ก่อน” ซึ่งแน่นอนคะแนนที่ได้จากการสอบวัดนั้นจะมีความเชื่อมั่นต่ำลง

บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ (2544 : 118-122) กล่าวว่า กฎเกณฑ์การให้คะแนน คือ ชุดของแนวทางให้คะแนนผลการปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งสำหรับใช้ประเมินคุณภาพของการปฏิบัติของผู้เรียน แนวทางในการให้คะแนนอาจทำในรูปของมาตราประมาณค่า หรือตรวจสอบรายการ โดยปกติกฎเกณฑ์การให้คะแนนชุดหนึ่งสำหรับประเมินจุดหมายความรู้ข้อหนึ่งหรือส่วนหนึ่งของการปฏิบัติ ในกรณีที่มีการปฏิบัติมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น จำเป็นต้องทำการประเมินหลาย ๆ จุดหมายความรู้ หรือการปฏิบัติหลาย ๆ อย่าง ดังนั้นจึงต้องใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนนหลายชุดในการประเมินการปฏิบัติจากหลาย ๆ จุดหมายความรู้ กฎเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละชุดประกอบด้วยตัวเลขที่สะท้อนระดับคุณภาพของการปฏิบัติ เช่น 1 ถึง 4 เมื่อ 4 หมายถึง คุณภาพระดับสูงสุด , 3 หมายถึง คุณภาพระดับสูง , 2 หมายถึง คุณภาพระดับพอใช้ และ 1 หมายถึง คุณภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ดังนั้นการจัดทำกฎเกณฑ์การให้คะแนนอาจพิจารณาตามลักษณะงาน/กิจกรรมได้เป็นสองรูปแบบ คือ 1)กฎเกณฑ์การให้คะแนนทั่วไปสำหรับใช้ประเมินงาน/กิจกรรมหลาย ๆ ชิ้นที่อยู่ในกรอบเรื่องเดียวกัน และ 2) กฎเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะ เป็นแนวทางการให้คะแนนทั่วไปที่เขียนให้เฉพาะเจาะจงกับการปฏิบัติของงาน/กิจกรรมแต่ละชิ้นดังตัวอย่างต่อไปนี้

4 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์อย่างถูกต้องทั้งหมดและมีแนวคิดใหม่

3 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์อย่างถูกต้องครบถ้วน

2 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์ไม่ครบถ้วนและมีบางความคิดผิดพลาด

1 แสดงความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์ผิดพลาดไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

กฎเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะเนื้อหา(เนื้อหาเดียว ใช้ได้เฉพาะงาน/กิจกรรมเดียว)

4 แสดงความเข้าใจในแนวความคิดรวบยอดทั่วไปในกระบวนการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตยที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นได้ถูกต้องครบถ้วน และมีแนวคิดเกี่ยวกับตัวประกัน

3 แสดงความเข้าใจในความคิดรวบยอดทั่วไปในกระบวนการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตย ที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นถูกต้องครบถ้วน

2 แสดงความเข้าใจในความคิดรวบยอดทั่วไปในการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตยที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นถูกต้องครบถ้วน แต่มีบางส่วนผิดพลาด

1 แสดงความเข้าใจในความคิดรวบยอดทั่วไปในกระบวนการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตย ที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นไม่ถูกต้องหลายส่วน

กฎเกณฑ์การให้คะแนนอาจพิจารณาตามเกณฑ์หรือองค์ประกอบเป็นสองลักษณะ คือ 1) เกณฑ์รวม (Holistic) และ 2) เกณฑ์ย่อย (Analytic) การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมเป็นการพิจารณาผลงานของผู้เรียนในภาพรวมมีคุณภาพระดับใด ดังตัวอย่าง กฎเกณฑ์การให้คะแนนเกณฑ์รวม

4 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ใช้วิธีการสมเหตุสมผล มีการตรวจสอบคำตอบ แสดงวิธีทำชัดเจน มีคำบรรยายประกอบ

3 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ใช้วิธีการสมเหตุสมผล แสดงวิธีทำ

2 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำ ใช้วิธีการไม่เหมาะสมบางส่วน

1 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำไม่ครบถ้วน ใช้วิธีการไม่เหมาะสม

กฎเกณฑ์การให้คะแนนเกณฑ์ย่อย โดยแบ่งทักษะการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านความเข้าใจงาน

4 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนถูกต้อง ใช้วิธีการสมเหตุสมผล ตรวจสอบคำตอบถูก

3 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ใช้วิธีการสมเหตุสมผล ตรวจสอบคำตอบถูก

2 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนบางส่วน ใช้วิธีการที่ขาดความสมเหตุสมผล

1 เขียนอธิบายงานที่ทำได้บางส่วน ส่วนใหญ่ไม่ชัดเจน

ด้านคุณภาพของวิธีทำ

4 แสดงวิธีทำถูกต้อง ชัดเจนมีคำบรรยายประกอบ มีต้นฉบับร่างแก้ไข

3 แสดงวิธีทำถูกต้องชัดเจนถูกต้อง มีคำบรรยายประกอบไม่มีร่องรอยของการแก้ไข

2 แสดงวิธีทำถูกต้องบางส่วน คำบรรยายประกอบแต่ไม่ชัดเจน

1 แสดงวิธีทำได้ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน ส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง

จากเอกสารการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ได้สรุปเกี่ยวกับรายละเอียดของกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไป (General Rubric) ที่ใช้สำหรับคำถามปลายเปิด (Open-ended Question)

กฎเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะ (Specific Rubric) เป็นเกณฑ์เฉพาะของคำถามปลายเปิดแต่ละข้อ สำหรับเกณฑ์รูปทั่วไป (General Rubric) จะเป็นตัวแบบของเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อใช้ในการพิจารณาเกณฑ์เฉพาะ รายละเอียดจะเปลี่ยนแปลงสำหรับระดับคะแนนที่แตกต่างกัน แต่แนวคิดพื้นฐานประยุกต์ได้ในทุกระดับ

กฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกทั่วไป (General Rubric)

ระดับสูงสุดควรมีลักษณะดังนี้

1. ประกอบด้วยคำตอบที่สมบูรณ์ ชัดเจน ปะติดปะต่อ ไม่คลุมเครือและอธิบายได้ดี
2. รวมถึงแผนภาพที่ชัดเจนและไม่ซับซ้อน
3. สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อแสดงต่อผู้อ่าน
4. แสดงความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการของคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
5. ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาทั้งหมด
6. รวมถึงตัวอย่างประกอบ
7. ให้เหตุผลสนับสนุนที่มีน้ำหนัก
8. ความต้องการสนับสนุนที่มีน้ำหนัก
9. ความต้องการที่นอกเหนือจากนี้ของปัญหา

ระดับสองควรมีลักษณะดังนี้

1. ประกอบด้วยคำตอบที่ดี แต่อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์
2. อธิบายได้ดีน้อยกว่า สมบูรณ์น้อยกว่า
3. ไม่แสดงความต้องการของปัญหานอกเหนือไปจากนี้

ระดับสามควรมีลักษณะดังนี้

1. ประกอบด้วยคำตอบที่สมบูรณ์ แต่การอธิบายสับสน
2. แสดงเหตุผลแต่ไม่สมบูรณ์
3. รวมถึงแผนภาพไม่เหมาะสม หรือไม่ชัดเจน
4. แสดงความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แต่ไม่ชัดเจนแน่นอน

ระดับสี่ควรมีลักษณะดังนี้

1. ยกเว้นส่วนที่น่าสนใจ มีความหมาย หรือทั้งหมดของคำถามและคำตอบ
2. มีส่วนใหญ่ผิดพลาด
3. ใช้กลยุทธ์ที่ไม่เหมาะสม

จากงานวิจัยของ ซูซาน เลนและคณะ (Suzanne Lane, et al. 1996 : 264-266) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกทั่วไป (General Rubric) ซึ่งพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลของแคลิฟอร์เนีย (California state Department of Education. 1989) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างรูบริกเฉพาะ (Specific Rubric) สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (General Rubric)

ระดับคะแนน 4	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	: แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์ปัญหา ; ใช้คำศัพท์เฉพาะ และสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม; ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณให้สมบูรณ์ถูกต้อง
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	: ใช้ข้อมูลภายในให้ตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผนและไม่เป็นแบบแผน ; ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหาและแสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น ; พิจารณาความเหมาะสมและวิธีที่เป็นระบบสำหรับการแก้ปัญหา ; แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขให้ชัดเจน และอธิบายกระบวนการให้สมบูรณ์และเป็นระบบ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	: อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) ; แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล

ระดับคะแนน 3	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	: แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์และปัญหาเกือบสมบูรณ์ ; ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเกือบหมด; ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณส่วนมากถูกต้องแต่อาจมีความผิดพลาดอยู่เล็กน้อย
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	: ใช้ข้อมูลภายนอกให้ตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผนและไม่เป็นแบบแผน ; ระบุส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของปัญหาและแสดงความเข้าใจทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น ; แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ชัดเจน และอธิบายกระบวนการได้สมบูรณ์และเป็นระบบ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	: อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ ; การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) ; แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย

ระดับคะแนน 2	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	: แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการบางส่วนในคณิตศาสตร์ปัญหา ; ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากผิด; การคำนวณอาจผิดพลาด
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	: ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาได้บ้างแต่แสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น ; แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้บ้าง แต่การอธิบายกระบวนการแก้ไขอาจจะไม่สมบูรณ์หรือบางที่ไม่เป็นระบบ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	: อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย ; แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน ; การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก ; การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
ระดับคะแนน 1	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	: แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในคณิตศาสตร์ปัญหาได้น้อยมาก ; ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ผิด; การคำนวณผิดพลาด
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	: พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น ; ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาผิดหรือเน้นส่วนประกอบที่ไม่สำคัญมากเกินไป ; แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขไม่สมบูรณ์หรือไม่เหมาะสม การอธิบายกระบวนการแก้ไขผิดพลาดหรือไม่เป็นระบบ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	: อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก ; แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจนตีความหมายยาก
ระดับคะแนน 0	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	: แสดงความไม่เข้าใจในแนวคิดและหลักการในคณิตศาสตร์ปัญหา
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	: พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น(ไม่เกี่ยวข้อง) ; ระบุส่วนประกอบของปัญหาผิด ; ลอกส่วนปัญหาของโจทย์มาแต่พยายามแก้ปัญหา
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	: การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ ; คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหา ; แผนภาพประกอบผิดหมด

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะคำถามปลายเปิด ที่ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้านั้น ได้ยึดแนวการสร้างแบบทดสอบตามกรมวิชาการ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก(Rubric) ได้ปรับปรุงมากจากการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกทั่วไป (General Rubric) ซูซาน เลนและคณะ (Suzanne Lane, et al. 1996 : 264-266) และจากเอกสารการประเมินทางคณิตศาสตร์ของสเตอร์นมาร์ค (Stenmark, 1991:21) และปฏิพัทธ์ สุวรรณศรี (กรมวิชาการ, 2539 : 60-62)

4. การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง

แบนดูรา (Bandura .1986 : 391) ได้ให้ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเองไว้ ดังนี้ การที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนว่าสามารถกระทำพฤติกรรมบางอย่างในสภาพการณ์ที่เฉพาะเจาะจงหรือไม่ ซึ่งในสภาพการณ์นั้นบางครั้งอาจมีความคลุมเครือ

ไม่ชัดเจน มีความแปลกใหม่ ไม่สามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ และสถานการณ์เหล่านั้นมักจะทำให้บุคคลเกิดความเครียดขึ้นได้ ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองไม่ได้ขึ้นอยู่กับทักษะที่บุคคลมีอยู่ในขณะนั้น หากแต่ขึ้นอยู่กับตัดสินของบุคคลว่าเขาสามารถทำอะไรได้ด้วยทักษะที่เขาอยู่ การรับรู้ความสามารถของตนเองนี้สามารถใช้ทำนายพฤติกรรมของบุคคลได้

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนกับพฤติกรรมของบุคคล

Bandura เชื่อว่า การรับรู้ความสามารถของตน มีความสำคัญและมีผลต่อการกระทำของบุคคล มีผลต่อการเลือกกิจกรรม การใช้ความพยายาม ความอดทนในการทำงาน การคิดและปฏิกิริยาทางอารมณ์ของบุคคล บุคคล 2 คน อาจมีความสามารถไม่แตกต่างกัน แต่อาจแสดงออกในคุณภาพที่แตกต่างกัน ถ้าพบว่าคน 2 คนนี้ มีการรับรู้ความสามารถที่แตกต่างกัน ในคนคนเดียวก็เช่นกัน ถ้ารับรู้ความสามารถที่แตกต่างกัน ในแต่ละสภาพการณ์แตกต่างกัน ก็อาจแสดงพฤติกรรมออกมาได้แตกต่างกัน Bandura เห็นว่า ความสามารถของคนเรานั้นไม่ตายตัว หากแต่ยืดหยุ่นตามสถานการณ์นั้นๆ นั่นคือ ถ้าเรามีความเชื่อว่าเรามีความสามารถ เราก็จะแสดงออกถึงความสามารถนั้นออกมา คนที่เชื่อว่าตนเองมีความสามารถ จะมีความอดทน อุตสาหะ ไม่ท้อถอยง่ายและประสบความสำเร็จที่สุด (Evan.1989)

การรับรู้ความสามารถของตนที่มีต่อบุคคลในด้านต่างๆดังนี้

1. พฤติกรรมการเลือก (Choice Behavior) การที่บุคคลต้องตัดสินใจเลือกกระทำในสภาพการณ์ใดนั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการรับรู้ความสามารถของตน บุคคลมีแนวโน้มที่จะหลีกเลี่ยงงานและสภาพการณ์ที่เขาเชื่อว่าเกินความสามารถของเขา แต่ขณะเดียวกันบุคคลจะ

เลือกทำงานนั้น ถ้าเขาเชื่อว่าเขามีความสามารถพอที่จะทำงานนั้นให้สำเร็จได้ การรับรู้ความสามารถของตนเองอย่างถูกต้องเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสำเร็จ บุคคลที่ประเมินความสามารถของตนเองสูงเกินไปมักเลือกกิจกรรมที่เขาไม่สามารถจะทำให้สำเร็จได้ และเมื่อประสบความล้มเหลวจะส่งผลให้เกิดความเครียด ความผิดหวัง และความรู้สึกว่าความล้มเหลวนี้เป็นสิ่งเลวร้ายไม่สามารถแก้ไขได้ และหากประเมินความสามารถของตนเองต่ำเกินไป ก็จะทำให้เขาจำกัดตัวเอง ทำให้ขาดประสบการณ์ที่จะรับสิ่งดีๆ ดังนั้น จะทำให้บุคคลทำกิจกรรมที่มีความยากพอเหมาะและท้าทายความสามารถ การประเมินที่แม่นยำหรือตรงกับความสามารถของตนเองนั้น กิจกรรมที่เลือกมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จสูง

2. การใช้ความพยายามและความคงทนในการกระทำพฤติกรรม (Effort Expenditure and Persistence) การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นตัวกำหนดว่าบุคคลจะใช้ความพยายามมากเพียงใด และจะยังทนที่จะทำกิจกรรมได้นานเท่าไร เมื่อได้เผชิญกับอุปสรรคต่างๆหรือประสบการณ์ที่ไม่น่าพอใจ บุคคลที่รับรู้ความสามารถของตนเองสูง จะยังคงมีความพยายามและความคงทนในการกระทำนานกว่าบุคคลที่รับรู้ในความสามารถของตนเองต่ำ และการใช้ความพยายามมุ่งมั่นในการกระทำอย่างเต็มที่ตลอดเวลาที่มีแนวโน้มว่าจะประสบความสำเร็จในการกระทำสูง มีความแตกต่างระหว่างความพยายามที่ใช้ในช่วงการเรียนรู้ กับช่วงการนำทักษะการเรียนรู้ไปใช้ในตอนเรียนรู้ คนที่รับรู้ความสามารถของตนเองสูง อาจจะรู้สึกว่ามีเจตจำนงน้อยที่จะต้องใช้ความพยายามมาก แต่เวลานำทักษะที่เรียนรู้ไปใช้คนที่รับรู้ว่าตนเองมีความสามารถ จะใช้ความพยายามมากในการเรียนรู้ แต่ใช้ความพยายามน้อยเมื่อต้องใช้ทักษะที่เรียนมาแล้ว

3. รูปแบบการคิดและปฏิกิริยาทางอารมณ์ (Thought and Emotion Reactions) บุคคลที่รับรู้ตนเองมีความสามารถต่ำ มีแนวโน้มที่จะมีปฏิกิริยาทางอารมณ์ต่อตนเองในทางลบ เช่น ไม่มีความสุข วิตกกังวล หวาดหวั่น มีความเครียดสูง กระทำพฤติกรรมต่างๆอย่างไม่เต็มความสามารถ ซึ่งส่งผลให้บุคคลประสบความล้มเหลวในการกระทำมากยิ่งขึ้น ส่วนบุคคลซึ่งรับรู้ตนเองว่าตนเองมีความสามารถสูง จะมีความพยายามและเอาใจใส่ในการทำพฤติกรรมต่างๆมาก และเมื่อพบกับอุปสรรคบุคคลจะกระตุ้นตนเองให้ใช้ความพยายามมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การรับรู้ในความสามารถของตนเอง ยังมีอิทธิพลต่อการคิดในการแก้ปัญหาที่ยาก คนที่รับรู้ในความสามารถของ

ตนเองมีแนวโน้มที่จะพิจารณาว่าความล้มเหลวเกิดจากการที่เขายังพยายามไม่เพียงพอ แต่คนที่มีความสามารถพอๆกันแต่รับรู้ในความสามารถของตนเองต่ำ จะเห็นว่าความล้มเหลวเกิดจากการที่ตนไร้ความสามารถ

4. เป็นผู้กำหนดผลที่เกิดขึ้นมากกว่าเป็นผู้ทำนายพฤติกรรม (Humans As Producer Rather Than Simply Foretellers Of Behavior) บุคคลที่รับรู้ความสามารถของตนเองสูง มักพยายามกระทำพฤติกรรมและยอมรับผลต่างๆที่เกิดขึ้นจากการกระทำพฤติกรรมของตนเอง จะเลือกทำพฤติกรรมที่มีลักษณะท้าทาย และใช้ความพยายามอย่างเต็มที่ เพื่อให้กระทำนั้นบรรลุ

เป้าหมาย แม้จะประสบความล้มเหลวในบางครั้งเขาจะไม่ท้อถอย และไม่อ้างเรื่องของโชคชะตาแต่จะให้เหตุผลของความล้มเหลวที่เกิดขึ้นว่าเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จต่อไป ซึ่งต่างจากบุคคลที่รับรู้ความสามารถของตนเองต่ำ มักไม่ลงมือกระทำอย่างเต็มที่แต่จะรอให้ความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการกระทำเป็นไปตามความเชื่อหรือคำทำนาย และมักหลีกเลี่ยงการกระทำที่ยากขาดความพยายามมีความทะเยอทะยานต่ำและมีความเครียดสูง

การรับรู้ในความสามารถของตนเอง มีความสัมพันธ์กับการกระทำพฤติกรรมของบุคคล คือ ถ้าบุคคลรับรู้ความสามารถของตนเองในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งสูง จะมีแนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นสูงด้วย ในทางตรงข้าม ถ้าบุคคลรับรู้ในความสามารถของตนเองในการกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำบุคคลก็มีแนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำหรืออาจไม่ทำพฤติกรรมนั้นเลย อย่างไรก็ตามแม้ว่าบุคคลจะรับรู้ความสามารถของตนเองสูง แต่บุคคลอาจจะไม่กระทำพฤติกรรมก็ได้ ซึ่งอาจจะขึ้นกับปัจจัยดังต่อไปนี้ (Bandura.1986 : 395-399)

1. ขาดสิ่งจูงใจหรือภาวะที่กระตุ้นให้กระทำพฤติกรรม แม้ว่าบุคคลจะรับรู้ความสามารถของตนเองเพียงพอสำหรับกระทำพฤติกรรม แต่อาจจะไม่กระทำพฤติกรรมก็ได้ ถ้าเขาคิดว่าจะไม่ได้รับผลตอบแทนใดๆ หรืออาจจะยับยั้งพฤติกรรมนั้นไว้ ถ้าบุคคลขาดกำลังทางด้านทรัพยากร อุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่จำเป็น
2. ความผิดพลาดการประเมินผลกรรมที่จะเกิดขึ้น หากบุคคลประเมินผลกรรมที่ตนจะได้รับจากการกระทำผิดพลาดไป จะทำให้บุคคลรู้สึกที่ไม่คุ้มค่าที่ตน จะกระทำพฤติกรรมนั้น
3. ความไม่ทันการณ์ในการประเมินความสามารถของตนเอง เนื่องจากประสบการณ์ ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ หากบุคคลไม่ได้ประเมินตนเองตลอดเวลา จะทำให้ตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองผิดพลาด มีผลทำให้บุคคลไม่กระทำพฤติกรรม
4. การประเมินการรับรู้ในความสามารถของตนเองผิดพลาดไป บางครั้งบุคคลรับรู้ในความสามารถของตนเองในการทำงาน โดยภาพรวมสูงแต่กลับเชื่อความสามารถของตนเองในการทำงานส่วนหนึ่งที่จำเพาะผิดพลาดไป โดยประเมินว่าตนเองมีความสามารถในการทำงานส่วนที่จำเพาะต่ำ ดังนั้นแม้จะรับรู้ความสามารถของตนเองในการทำงานโดยภาพรวมสูง แต่บุคคลก็จะไม่กระทำพฤติกรรม
5. การประเมินความสำคัญของทักษะย่อยๆ ที่จำเป็นใช้ในการกระทำพฤติกรรมผิดพลาด การที่บุคคลคิดว่าเขาขาดทักษะหรือมีทักษะต่างๆ ไม่เพียงพอจะทำให้เขาไม่กระทำพฤติกรรมนั้น
6. เป้าหมายของการกระทำพฤติกรรมคลุมเครือ ไม่ชัดเจน และไม่สามารถปฏิบัติได้
7. การรู้จักตนเองที่ไม่ถูกต้องอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่ไม่ชัดเจน หรืออาจถูกบังคับให้กระทำ หรือได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้องจากภายนอก

4.3 การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองของบุคคลนั้น Bandura เสนอว่ามีอยู่ด้วยกัน 4 วิธี (Evans.1989)

1. ประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จ (Mastery Experiences) ซึ่ง Bandura เชื่อว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตน เนื่องจากว่าเป็นประสบการณ์โดยตรงที่บุคคลได้รับ และการประสบความสำเร็จทำให้เพิ่มความสามารถของตนเองได้เพราะ บุคคลจะเชื่อว่าเขาสามารถที่จะทำได้ ดังนั้นในการที่จะพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง จำเป็นที่จะต้องฝึกให้เขามีทักษะเพียงพอที่จะประสบความสำเร็จได้ พร้อมๆกับการทำให้บุคคลรับรู้ว่าเขามีความสามารถในการกระทำเช่นนั้นจะทำให้เขาใช้ทักษะที่ได้รับการฝึกมานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด บุคคลที่ได้รับรู้ว่าตนเองมีความสามารถนั้นจะไม่ยอมแพ้อะไรง่ายๆแต่จะพยายามทำงานต่างๆเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ต้องการ

2. การใช้ตัวแบบ (Modeling) การที่ได้สังเกตตัวแบบแสดงพฤติกรรมที่มีความซับซ้อน และได้รับผลกระทบที่พึงพอใจ ก็จะทำให้ผู้สังเกตฝึกความรู้สึกว่าเขาจะสามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ ถ้าเขาพยายามจริงและไม่ย่อท้อ ลักษณะของการใช้ตัวแบบที่ส่งผลต่อความรู้สึกว่าเขามีความสามารถที่จะทำได้นั้น ได้แก่ การแก้ปัญหาของบุคคลที่มีความกลัวต่อสิ่งต่างๆ โดยที่ให้ผู้สังเกตตัวแบบที่มีลักษณะคล้ายกับตนเอง ก็สามารถทำให้ลดความกลัวต่างๆเหล่านั้นได้ (Kazdin.1974)

3. การใช้คำพูดชักจูง (Verbal Persuasion) เป็นการบอกว่าบุคคลนั้นมีความสามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ วิธีการดังกล่าวนั้นค่อนข้างใช้ง่ายและใช้กันทั่วไป ซึ่ง Bandura ได้กล่าวว่า การใช้คำพูดชักจูงนั้นไม่ค่อยจะได้ผลนัก ในการที่จะทำให้คนเราสามารถที่จะพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Evans.1989) ซึ่งถ้าจะให้ได้ผล ควรจะใช้ร่วมกับการทำให้บุคคลมีประสบการณ์ของความสำเร็จ ซึ่งอาจจะต้องค่อยๆสร้างความสามารถให้กับบุคคล อย่างค่อยเป็นค่อยไปและให้เกิดความสำเร็จตามลำดับขั้นตอนพร้อมทั้งการใช้คำพูดชักจูงร่วมกัน ก็ย่อมที่จะได้ผลดีในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตน

4. การกระตุ้นอารมณ์ (Emotion Arousal) การกระตุ้นทางอารมณ์มีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตน บุคคลที่ถูกกระตุ้นอารมณ์ทางลบ เช่น การอยู่ในสภาพที่ถูกข่มขู่ จะทำให้เกิดความวิตกกังวลและความเครียด นอกจากนี้อาจจะทำให้เกิดความกลัว และจะนำไปสู่การรับรู้ความสามารถของตนต่ำลง ถ้าอารมณ์ลักษณะดังกล่าวเกิดมากขึ้น ก็จะทำให้บุคคลไม่สามารถที่จะแสดงออกได้ดี อันจะนำไปสู่ประสบการณ์ของความล้มเหลว ซึ่งจะทำให้การรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนต่ำลงไปอีก แต่ถ้าบุคคลสามารถลดหรือระงับการถูกกระตุ้นทางอารมณ์ได้ จะทำให้การรับรู้ความสามารถของตนดีขึ้น อันจะทำให้การแสดงออกถึงความสามารถดีขึ้นด้วย

ดังนั้น การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้นเกิดขึ้นได้จากวิธีต่างๆหลายประการ ดังกล่าวมาแล้ว และ Bandura ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้นอาจเกิดขึ้นจากวิธีใดวิธีหนึ่ง หรืออาจเกิดจากวิธีต่างๆ หลายวิธีการมาผสมผสานกันก็ได้ (Bandura.1986)

4.4 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

ความมั่นใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก่อให้เกิดความคิดเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ซึ่งถูกค้นพบเพื่อทำนายการกระทำที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้อย่างสม่ำเสมอ (Hackett.1985) ในระยะต้นๆความมั่นใจในการเรียนรู้จะถูกประเมินโดย การถามคำถามโดยทั่วไปเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สังเกตได้ แต่เมื่อไม่นานมานี้ การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ได้มีการประเมินรวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหา การแสดงผลงานในด้านคณิตศาสตร์ได้มีการประเมินรวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหา การแสดงผลงานทางคณิตศาสตร์ หรือการประสบผลสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์

แหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์

แบนดูรา (วิภาวดี ปัจจัยโก.2544 : 34 ; อ้างอิงจาก Bandura .1999.Self-Efficacy in Changing Societies. P.245-246) ได้สรุปรวบรวมผลงานการศึกษาไว้ดังนี้

การศึกษาความสัมพันธ์ของแหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 4 แหล่ง ซึ่งพบว่าเป็นตัวพยากรณ์ระดับของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ และอีกวิธีหนึ่งการศึกษาพบว่า เพศ และการประสบความสำเร็จที่ผ่านมามีความสัมพันธ์กัน เป็นตัวพยากรณ์ของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ โดยเพศชายที่มีประวัติการประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความเชื่อในความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองกับการเลือกอาชีพ นักเรียนทั้งเพศชายและเพศหญิงมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และผู้ที่มีการรับรู้ทางบวกจะก่อให้เกิดความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ และมีแนวโน้มที่จะเลือกเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์มากกว่าคนอื่น ซึ่งในการศึกษานี้ การประสบความสำเร็จจะก่อให้เกิดความพยายาม เกิดพลังในการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งการรับรู้ของแหล่งอื่นที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเองจะทำให้เกิดความแปรปรวนในการรับรู้ความสามารถของตนเองน้อย

4.5 การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการวัดตามแนวคิดของแบนดูรา โดยแบนดูรา (Bandura.1977 : 84-85) ได้เสนอลักษณะของการรับรู้ความสามารถของบุคคลเป็น 3 มิติ คือ

มิติที่ 1 ระดับหรือขนาดความยากของงานที่บุคคลเชื่อว่าตนสามารถปฏิบัติได้ (Level or magnitude of job difficulty) เป็นความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนเองซึ่งแตกต่างกันในแต่ละบุคคลในการกระทำพฤติกรรมหนึ่ง หรือแตกต่างกันในบุคคลเดียวกัน เมื่อต้อง

ทำพฤติกรรมที่มีความยากง่ายแตกต่างกัน เป็นการคาดหวังของบุคคลว่าตนจะทำงานสำเร็จถึงระดับไหน เมื่อถูกเสนองานที่มีระดับความยากแตกต่างกัน บุคคลที่มีความคาดหวังในความสามารถของตนเองต่ำหรือมีขีดความสามารถจำกัด ทำงานได้เฉพาะเรื่องที่ย่างๆถ้าได้รับมอบหมายให้กระทำการที่ยากเกินความสามารถก็จะพบความล้มเหลว ดังนั้นการมอบหมายงานต้องพิจารณาไม่ให้ยากเกินความสามารถ ควรเป็นงานที่มีความยากระดับปานกลาง

มิติที่ 2 ความเข้ม หรือความมั่นใจ ที่จะปฏิบัติได้ในระดับความยากต่างๆ (Strength of Confidence) ถ้าความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนมีความเข้มน้อย คือ บุคคลไม่มั่นใจในความสามารถของตน เมื่อประสบเหตุการณ์ที่ไม่เป็นไปตามที่คาดหวังจะทำให้ความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตน เมื่อประสบเหตุการณ์ที่ไม่เป็นไปตามที่คาดหวังจะทำให้ความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนลดลง แต่ถ้ามีความเข้ม หรือความมั่นใจไม่มาก บุคคลจะมีความบากบั่นพยายามมาก แม้ว่าจะประสบเหตุการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับความคาดหวังบ้างก็ตาม

มิติที่ 3 การแผ่ขยายความสามารถ หรือการนำไปใช้ (Generality of ability) เป็นการแผ่ขยายความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนเองไปในสถานการณ์อื่น ประสบการณ์การปฏิบัติงานบางอย่างก่อให้เกิดความสามารถในการนำไปปฏิบัติในสภาพการณ์อื่นที่คล้ายกันแต่ในปริมาณที่แตกต่างกันได้ ประสบการณ์บางอย่างอาจไม่ทำให้ความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนเองนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

ในการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่จะนำเสนอต่อไปนี้ไม่ว่าจะใช้วิธีใดก็ตาม คะแนนที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการปฏิบัติงานของบุคคล ซึ่งบุคคลจะถูกประเมินเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ Lee&Bobko (1994 : 364-369) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองตามแนวทฤษฎีของ Bandura พบว่ามีวิธีการวัด 5 วิธี คือ

1. การวัดความเข้ม หรือความมั่นใจ (Self-Efficacy Strength) เป็นวิธีที่นำมาใช้วัดการรับรู้ความสามารถของตนเองมากที่สุด วิธีการวัดทำได้โดยการถามผู้ตอบถึงความมั่นใจว่าเราสามารถปฏิบัติงานที่มีความยากของงานเพิ่มขึ้นได้เพียงใด ข้อคำถามมักมีลักษณะให้ประเมินความมั่นใจจากไม่มีความมั่นใจ(0) จนถึงมีความมั่นใจเต็มที่ (10) หรืออาจทำโดยใช้มาตราส่วนแบบอื่นๆก็ได้ เช่น 0% ถึง 100% เป็นต้น

2. การวัดระดับความยาก (Self-Efficacy Magnitude) เป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้วัดการรับรู้ความสามารถของตนเองรองลงมาจากวัดความเข้ม วิธีการวัดทำได้โดยการถามผู้ตอบว่าเขาสามารถปฏิบัติงานที่กำหนดให้ที่มีความยากขึ้นได้หรือไม่ คำถามมักจะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนชนิด ใช่/ไม่ใช่ (yes/no scale) คำตอบ “ใช่” จะมีคะแนน 1 คะแนน คำตอบ “ไม่ใช่” จะมีคะแนน 0 คะแนน ดังนั้นหากได้คะแนนสูงแสดงว่ามีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง

3. การวัดแบบผสม คือการวัดที่ใช้วัดทั้งความเข้มและระดับความยาก โดยใช้ข้อคำถามเดียวแต่มีคำตอบแยกกันเป็น 1 ช่อง ช่องหนึ่งเป็นแบบ ใช่/ไม่ใช่ ส่วนอีกช่องหนึ่งจะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าหรือใช้แบบประเมินเป็นร้อยละ การรวมคะแนนทำโดยการรวมคะแนนของความเข้มเฉพาะข้อที่ผู้ตอบตอบว่า "ใช่"

4. เป็นวิธีวัดความเข้มและขนาดของความยากเหมือนกับวิธีที่ 3 แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ แปลงคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนมาตรฐาน

5. การวัดความเข้มหรือความมั่นใจโดยใช้ข้อคำถามเพียงข้อเดียวเกี่ยวกับงานที่กำหนดแล้วให้ผู้ตอบประเมินค่าความมั่นใจของตนเองต่อการทำงานที่กำหนดนั้น

การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองไม่ว่าจะใช้วิธีใดก็จะพบว่า คะแนนที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการปฏิบัติงานของบุคคล

การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองดังกล่าวข้างต้น Lee&Bobko พบว่าการวัดแบบผสมเป็นวิธีการวัดที่สอดคล้องกับแนวคิดของ Bandura มากที่สุด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์เป็นแบบสอบถามโดยใช้การวัดความเข้มหรือความมั่นใจโดยใช้ข้อคำถามเกี่ยวกับงานที่กำหนดแล้วให้ผู้ตอบประเมินค่าความมั่นใจของตนเองต่อการทำงานที่กำหนดนั้น

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เรย์(Ray.1979 : 3220-A) ได้ทดลองการสอนเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามในระดับต่ำกับคำถามในระดับสูงที่มีต่อความมีเหตุผลในเรื่องนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 54 คน จัดการเรียนการสอนให้เหมือนกันทั้งสองห้อง ยกเว้นระดับคำถามที่ส่วนใหญ่เป็นคำถามระดับต่ำ(ความจำ)ใช้เวลาสอน 24 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับสูงสามารถทำข้อสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลให้คะแนนสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ

เลชเชอร์ (Lesh.1971 : 2487-A) ได้ศึกษาว่า การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับนักเรียนเกรด 4-7 พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างชั้นมีความแตกต่างกัน นั่นคือ นักเรียนชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พอนแรนด์ (Pallrand.1979 : 445-451) ที่ศึกษาขั้นการคิดแบบรูปธรรมที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปสู่ขั้นการคิดแบบนามธรรม และได้ข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

1. เด็กในช่วงการคิดแบบนามธรรมสามารถคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ได้
2. ระดับการศึกษาต่างกันทำให้ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง

ตรรกศาสตร์แตกต่างกัน

3. การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โจฮันนิง (Johanning.2000 : 151-160) ได้ศึกษา การวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมโดยการอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้นักเรียนคิดไปพร้อมๆกันโดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 487 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการโดยใช้การเขียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดความสมดุลของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดย บันทึกภาพการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่มและการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียน ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองบนกระดานและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปราย กลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อนๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

5.1.2 งานวิจัยในประเทศ

กฤษณะ โสขมา(2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องแบบรูปและการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง แล้วทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนสามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องแบบรูปและการให้เหตุผลมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งศักยภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อการสื่อสาร พัฒนาโดยฝึกผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4

ขั้นตอนของโพลยา ผลการศึกษา พบว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร หลังการทดลองกับก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมชาย วรภิเกษมสกุล(2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นให้ผู้เรียนได้พูดและเขียนแสดงความรู้ ความเข้าใจ และให้ความช่วยเหลือเพื่อนในการอธิบายหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และให้ครูผู้สอนได้ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการคิดผ่านสื่อประสม ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริพร มาวรรรณา (2546 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล ก่อนเรียนกับหลังเรียนจากการได้รับการสอนตามคู่มือครูโดยแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริง ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริง สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบปลายเปิด

5.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ไบเรนบอม และทัซซุโอกะ (Birenbaum and Tasucka.1987 : 385 –395) ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบผลของการใช้รูปแบบการตอบสนองในข้อคำถามที่เป็นแบบปลายเปิด (Open-Ended) กับแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice) ว่าเมื่อนำไปใช้ในการวิจัยความเข้าใจผิดในการงานที่มีลักษณะเป็นวิธีการแล้วข้อมูล 2 ชุด ที่ได้จากข้อคำถาม 2 รูปแบบ สามารถสะท้อนให้เห็นจำนวนชนิดของความคลาดเคลื่อนและวินิจฉัยแหล่งของของความเข้าใจผิดได้เพียงใด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 285 คน ทำข้อสอบปลายเปิด 148 คน และทำข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 137 คน นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มเป็นนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการทดลองทางคณิตศาสตร์เป็นเวลาติดต่อกัน 2 ปี แบบทดสอบปลายเปิด ประกอบด้วยข้อคำถาม 38 ข้อ จัดเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ชุดละ 19 ข้อ แบบทดสอบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ตัวลวงสร้างจากคำตอบของนักเรียนที่ตอบผิดจากแบบทดสอบปลายเปิดที่ศึกษาในลักษณะนำร่องไปแล้ว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แม้กลุ่มผู้สอบทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกันในความสามารถในการแก้ปัญหาการบวกเศษส่วน แต่ข้อคำถามปลายเปิดให้ผลเกี่ยวกับ การพิจารณาจำนวนชนิดของความคลาดเคลื่อน และวินิจฉัยแหล่งของความเข้าใจผิดได้เป็นที่น่าพอใจมากกว่า

มาเรียและคณะ (Maria E.Magone, Jinfa Cai, Edward A.Silver, and Ning Wang.1994 : 339) ได้ศึกษาการประเมินการแสดงวิธีทำ การให้เหตุผลเชิงความคิดซับซ้อน และขอบเขตเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 จากภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 1991-1992 จำนวน 1,627 คนแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 สอบเกี่ยวกับความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 568 คน

กลุ่มที่ 2 สอบเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 485 คน และ

กลุ่มที่ 3 สอบเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 574 คน

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบปลายเปิด เกี่ยวกับ

1. ความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ประเมินเกี่ยวกับคำประจำตำแหน่งของทศนิยม จำนวน 3 ข้อ

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ประเมินจากการใช้ ความรู้พื้นฐานทางจำนวนและตัวเลขไปใช้ในการแก้ปัญหา จำนวน 3 ข้อ

3. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประเมินนักเรียนในการบอกหลักเกณฑ์ในการสร้างรูปภาพ รูปตัดไปจากรูปแบบที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ
ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า

1. งานสอบที่ประเมินความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนตอบถูก 45% และนักเรียนเกรด 6 จะตอบถูกเพิ่มขึ้น 59% เมื่ออยู่เกรด 7 ครึ่งหนึ่งของนักเรียนที่ตอบถูกให้เหตุผลได้ถูกต้องหรือผิดพลาดเล็กน้อย นักเรียนที่ตอบผิดส่วนใหญ่จะเลือกตอบ 0.008 คิดเป็น 37% ของนักเรียนทั้งหมด เป็นนักเรียนเกรด 6 ภาคเรียนที่ 2 50% เกรด 7 ภาคเรียนที่ 1 27% และส่วนใหญ่ใช้การเขียนบรรยาย และให้เหตุผลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและตำแหน่งของทศนิยมหรือจำนวนเต็ม หรือใช้เศษส่วนที่เทียบเท่ากัน

2. งานสอบที่ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ครึ่งหนึ่งนักเรียนใช้รูปภาพแสดงการแก้ปัญหา นอกนั้นใช้ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การบรรยาย และใช้ร่วมกันระหว่างการบรรยายรูปภาพและสัญลักษณ์ นักเรียนใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามากมายไม่น้อยกว่า 5 วิธี ข้อบกพร่องจากคำตอบของนักเรียนที่ พบ คือ ความไม่เข้าใจในเงื่อนไขของปัญหา

3. งานสอบที่ประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เขียนรูปต่อไปได้และให้เหตุผลด้วยวิธีบรรยาย 90% นอกนั้น ใช้รูปภาพ หรือจุดในการแสดงคำตอบ ข้อบกพร่องที่พบ คือ 40% ที่เขียนรูปไม่ถูกต้อง เนื่องจากความผิดพลาดในการใช้ความสัมพันธ์ของภาพ 2 มิติ จำนวนจุดและรูปร่างของภาพ 30% ของกลุ่มที่เขียนรูปไม่ถูกต้องที่ผิดทั้งรูปร่างและจำนวนจุด

จากการศึกษาทั้งหมดได้ข้อสรุปดังนี้ นักเรียนมีการใช้ตัวอย่างหลากหลาย วิธีการแสดงวิธีการแก้ปัญหา มีหลายรูปแบบ ความเข้าใจผิดและข้อบกพร่องพบได้จากการให้เหตุผลและขั้นตอนการแก้ปัญหา คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความลึกในขอบเขตของเนื้อหาวิชา สำหรับนักเรียนที่เรียนในระดับสูงขึ้นคำตอบของนักเรียนจะสมบูรณ์มากขึ้น

เลนและคณะ (Lane and Other.1994 : 247 – 261) ได้ศึกษาเกี่ยวกับค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของการประเมินวิธีทำคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 จาก 6 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ QUASAR ของประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 1,579 คน เครื่องมือเป็นแบบทดสอบปลายเปิด 4 ฉบับๆละ 9 ข้อ แต่ละฉบับจะประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหา ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เมื่อ $n = 9$ มีค่าตั้งแต่ .71 - .84

5.2.2 งานวิจัยในประเทศ

อรอนงค์ บำรุง (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า หลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่หาด้วยวิธีหาความสัมพันธ์หลายลักษณะ-หลายวิธี (Multitrat – multimethod) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรงเชิงเหมือน มีค่าตั้งแต่ .4862 ถึง .7313 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรงเชิงจำแนก มีค่าตั้งแต่ .1508 ถึง .4753 ค่าความเที่ยงเชิงโครงสร้างที่หาด้วยสูตรของ ไฮเซนและบอร์นสเตดท์ (Heise and Bohrnstedt) มีค่าเท่ากับ .8993 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตรของอัลเคน มีค่าเท่ากับ .8755 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยสูตรของเลียว มีค่าเท่ากับ .6580

สมสว่าง ณะพานิชย์สกุล (2539 : 53-54) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชา ค 015 พบว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 11 ท่าน มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากการประเมิน 1.00 ทุกข้อ และเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ในระดับเหมาะสม ค่าความยากรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.71 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.31 – 0.88 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา มีค่าเป็น 0.8068 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน โดยคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ มีค่าเป็น .9763

อุษณีย์ บัวศิริพันธ์(2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนต่างกัน คือการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวมโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ตรวจเองและการตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวมโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค และมีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน และประสบการณ์ต่างกัน พบว่า

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อผู้ตรวจมีประสบการณ์ต่างกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเมื่อมีจำนวนผู้ตรวจแตกต่างกัน พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

5.3.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ชังก์, แฮนสันและค็อก (Schunk, Hanson and Cox .1987 : 55) ได้สร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ใช้งานวิจัยทดลอง จึงสร้างโจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์เป็นคู่ ทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง ลักษณะแบบทดสอบจะมีส่วนที่เป็นโจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์แบบไม่มีตัวเลือก และมีมาตรวัดระดับความมั่นใจในความสามารถของตนเอง ตั้งแต่ระดับไม่แน่ใจ (10) จนถึงระดับแน่ใจว่าทำได้จริงๆ (100)

เบทซ์ และเฮคเคทท์ (Betz & Hackett. 1983 : 329-345) ได้ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ ในมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
3. ความสามารถในการเรียนวิชาในมัธยมปลายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

ซึ่งมีมาตรวัดระดับความมั่นใจในความสามารถของตนเอง ตั้งแต่ระดับไม่มั่นใจเลย (0) จนถึงมั่นใจมากที่สุด (9)

ปาจาเรส และมิลเลอร์ (Pajares and Miller.1994) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ กับความเชื่อในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในเด็กจำนวน 350 คน พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มีผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มากกว่า มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์สูงกว่า แต่มีความเครียดในการทำกิจกรรมด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กหญิง

5.3.2 งานวิจัยในประเทศ

จิตติมา จุมทอง (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนตนเองต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกสูงวิทยา จังหวัดลพบุรี จำนวน 40 คน ที่มีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดลดด้วยครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของกลุ่ม และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับคะแนน 1

จากนั้นผู้วิจัยสุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จำนวนกลุ่มละ 20 คน การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองแบบมีกลุ่มควบคุมทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยให้กลุ่มทดลองฝึกกลวิธีการสอนตนเองในระยะก่อนการทดลอง จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการสอน และฝึกการทำแบบฝึกหัด เป็นจำนวน 10 ครั้ง หลังจากการทดลองครั้งที่ 10 แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำการทดสอบการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเอง และคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเอง และคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ภายหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทราพรรณ สุขประชา (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการประเมินผลงานของนักเรียนโดยตนเองและโดยครู ที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และรูปแบบการประเมินผลงานของนักเรียน (โดยตนเองและครู) หลังการทดลองทดสอบด้วยแบบทดสอบแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบทดสอบการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง พบว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กลุ่มที่ประเมินผลโดยตนเอง มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการประเมินผลงานโดยครู เช่นเดียวกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วราภรณ์ สุรัตนกร(2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุวรรณศรรามวิทยา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน แยกเป็นนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ต่ำ กลาง สูง ระดับละ 10 คน โดยที่กลุ่มทดลองได้รับการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ กลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึก จากการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จิราภรณ์ กุณสิทธิ์(2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตัวแปรด้าน การกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทักษะคิดต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถทำนายได้จาก การกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และทักษะคิดต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีตัวแปรที่ทำนายได้ดีที่สุด คือการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะช่วยในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์(สมเดช บุญประจักษ์) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาอีกว่าการสื่อสารช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการเขียนเพื่ออธิบายจะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำกิจกรรม การวัดว่าผู้เรียนมีความสามารถในการด้านดังกล่าวหรือไม่ จึงจำเป็นต้องมีแบบทดสอบที่มีมาตรฐานและเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสม ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทั้ง 2 ด้าน จะต้องมึลักษณะของคำถามที่วัดกระบวนการคิด และมีความซับซ้อน สามารถแสดงความคิดได้อย่างอิสระ มีรูปแบบการตอบที่หลากหลาย เนื่องจากแต่ละคนมีแนวความคิดในการให้เหตุผลและอธิบายสื่อความหมายไม่เหมือนกัน ซึ่งคำถามที่จะวัดได้ คือคำถามปลายเปิด และจากงานวิจัยได้พบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์จะมีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่านักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงนั้นจะมีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงด้วยหรือไม่ ด้วยแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูปสถานการณ์คำถามปลายเปิด



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจําภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษา 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 10 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 542 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจําภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษา 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 150 คน ซึ่งได้มาโดยมีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

1. นักเรียนทำการตอบแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ แล้วตรวจแบบสอบถามเพื่อให้คะแนนนักเรียน
2. นำคะแนนมาทำการแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ว่านักเรียนระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ ได้กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

เพศ	ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง			รวม
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	
หญิง	25	25	25	75
ชาย	25	25	25	75

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด โดยแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิด ในรูปของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่วัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ คือ

- 1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบคณิตศาสตร์ปลายเปิดและเกณฑ์การให้คะแนน

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
 - 1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น
 - 1.3 เพื่อตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน
2. ศึกษาทฤษฎี หลักสูตร คู่มือครูและแบบเรียน และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1 ศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตร หลักสูตร และสาระการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง สมการเชิงเส้น ระบบสมการเชิงเส้น และปริมาตรและพื้นที่ผิว ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 2.2 ศึกษาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ศึกษาลักษณะคำถามปลายเปิด การสร้างข้อคำถามปลายเปิด และเกณฑ์การให้คะแนน
3. เขียนนิยามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ที่ใช้ประเมินพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความคิดที่ซับซ้อน เกี่ยวกับการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. วิเคราะห์ขอบเขตของเนื้อหาที่ต้องการวัด เพื่อกำหนดลักษณะเฉพาะและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังรายละเอียดในตาราง ดังนี้

ตาราง 1 แสดงเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และวิธีในการประเมินความสามารถ

เนื้อหา	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการตอบ
1. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 2. ระบบสมการเชิงเส้น - ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - ระบบสมการเชิงเส้นสามตัวแปร - การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ความสามารถในการให้เหตุผล - เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้แล้วสามารถเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและสมการเชิงเส้นสองตัวแปรแทนสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้และนำไปใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ ความสามารถในการสื่อสาร - เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้แล้ว สามารถใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อธิบายแนวความคิด วิธีการ ที่ใช้ในการหาคำตอบ และเลือกใช้รูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม โดยอาศัยหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์	- สร้างสมการ - อธิบาย - การตรวจสอบคำตอบ - แก้ปัญหา - สร้างตารางหรือกราฟ - การใช้สัญลักษณ์หรือประโยคทางคณิตศาสตร์ - บรรยาย

ตาราง 2 แสดงการกำหนดเนื้อหาแบบทดสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (จำนวนข้อ)	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (จำนวนข้อ)
1. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4	4
2. ระบบสมการเชิงเส้น - สมการเชิงเส้นสองตัวแปร - ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	4	4
รวม	8	8

5. เขียนข้อสอบตามนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สร้างสถานการณ์ที่เป็นข้อคำถามให้ตรงตามนิยามเชิงปฏิบัติการและขอบเขตของเนื้อหาของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด โดยสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และมีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องสมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 12 ข้อ โดยแบ่งเป็น

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จำนวน 6 ข้อ

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จำนวน 6 ข้อ

5.2 สร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ (Analytical Method)

6. ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยนำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิดที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พร้อมทั้งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีวุฒิปริญญาโทสาขาการวัดผลการศึกษา และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจของแบบทดสอบว่าข้อความมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นิยามที่กำหนดโดยและความเหมาะสมของกฎเกณฑ์ให้คะแนน (Rubric Scoring) โดยพิจารณาจากค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้ข้อคำถามที่สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องจากการพิจารณา (IOC) เท่ากับ 1

7. นำแบบทดสอบฉบับที่ได้แก้ไขแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร จำนวน 30 คน ของนักเรียนโรงเรียนโยธินบูรณะ กรุงเทพมหานคร เพื่อสำรวจความชัดเจนทางด้านภาษา และความเป็นไปได้ของเกณฑ์การให้คะแนน หาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบโดยพิจารณาจากเวลาที่ได้จากการบันทึกแล้วว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบเสร็จ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบเสร็จประมาณ 2 ชั่วโมง การตอบคำถามของนักเรียนส่วนใหญ่จะเป็นการแสดงการหาคำตอบโดยการแก้สมการ ซึ่งตรงกับรูปแบบที่ผู้วิจัยได้เสนอไว้

8. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วในข้อที่ 7 ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร จำนวน 25 คน ของโรงเรียนโยธินบูรณะ กรุงเทพมหานคร มาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ แล้วทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้จำนวน 8 ข้อ ดังนี้

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 ข้อ

มีค่าความยากตั้งแต่ 0.35 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 – 0.47

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.28 — 0.56 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 — 0.72

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกได้ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยวัง แล้วคำนวณค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนด้วยสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ระหว่างผู้ให้คะแนน 2 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.6100 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.8470

10. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพ(Concurrent Validity) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยวัง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด กับเกรดเฉลี่ยสะสมวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงปีที่ 2 ได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.8820 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.8320

11. หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งหาด้วยวิธีแบ่งส่วยย่อยโดยใช้สูตรเฟลด์ต์-ราซ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยวัง ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.765 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.540

12. จัดพิมพ์แบบทดสอบโดยเรียงลำดับจากข้อง่ายไปหาข้อที่ยากและจัดทำคู่มือดำเนินการสอบเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย

การสร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนน

1. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์การให้คะแนนคำถามปลายเปิด
2. กำหนดโครงสร้าง คุณลักษณะที่ต้องการวัดตามนิยามและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. สร้างระดับคุณภาพของคุณลักษณะที่ต้องการวัด
4. สร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ (Analytical Method) ซึ่งปรับปรุงมาจากการกำหนดกฎเกณฑ์การให้คะแนนของ ซูซาน เลนและคณะ (Zuzanne Lane, et al. 1996 : 264-266) และจากเอกสารการประเมินทางคณิตศาสตร์ของสเตอร์นมาร์ค (Stenmark, 1991:21) และปฏิพัทธ์ สุวรรณศรี (กรมวิชาการ, 2539 : 60-62) ดังนี้

4.1 ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ ความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินเป็นด้านต่างๆดังนี้

4.1.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้ข้อมูลเขียนสมการ หรือนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดนั้นมา แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล และการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เลือกและใช้ข้อมูลมาเขียนในรูปสมการ หรือนำมา เขียนความสัมพันธ์ในรูปตาราง แผนภาพ ได้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหา และการเลือกวิธีการ แก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง ชัดเจน

1 คะแนน เมื่อ เลือกและใช้ข้อมูลส่วนน้อย มาเขียนในรูปสมการ หรือนำมาเขียนความสัมพันธ์ในรูปตาราง แผนภาพ และการเลือกวิธีการแก้ปัญหา มีแนวโน้มเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิด

0 คะแนน เมื่อ ไม่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือนำข้อมูลที่ไม่เหมาะสมมาเขียนในรูปสมการ หรือนำมาเขียนความสัมพันธ์ในรูปตาราง แผนภาพ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ

4.1.2 ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ และการนำข้อมูลที่เลือกมาสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง โดยอ้างอิงความรู้ ข้อมูล ข้อเท็จจริง

2 คะแนน เมื่อ แสดงขั้นตอนวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องชัดเจน มีการอธิบายวิธีการโดยอ้างอิงความรู้ ข้อมูลข้อเท็จจริง สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ แสดงขั้นตอนวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ไม่มีการอธิบายวิธีการ สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้

0 คะแนน เมื่อ ไม่แสดงขั้นตอนวิธีการหาคำตอบ ไม่มีการอธิบายวิธีการโดยอ้างอิงความรู้ ข้อมูลข้อเท็จจริง ไม่สรุปความสัมพันธ์และคำตอบ

4.1.3 ความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ อย่างสมเหตุสมผล หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย ว่าคำตอบที่ได้มีความเหมาะสม ถูกต้อง โดยอาศัยความรู้ หลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ประกอบการอธิบายสรุปคำตอบที่ได้ พร้อม ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

2 คะแนน เมื่อ อธิบายสนับสนุนคำตอบ หรือคัดค้านคำตอบที่ได้ ว่าถูกต้องเหมาะสม โดยอาศัยหลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ประกอบการอธิบาย ได้ชัดเจน และ ยกตัวอย่างประกอบการอธิบายได้สมบูรณ์ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ อธิบายสนับสนุนคำตอบ หรือคัดค้านคำตอบที่ไม่ สมบูรณ์ และไม่มีการยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

0 คะแนน เมื่อ ไม่มีการอธิบายสนับสนุนหรือคัดค้านคำตอบที่ได้

4.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำเสนอ แนวความคิด อธิบายแนวความคิด โดยอาศัยหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบาย บรรยายวิธีการแก้ปัญหา ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ และแผนภูมิ รูปภาพ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินเป็นด้าน ดังต่อไปนี้

4.2.1 ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)

2 คะแนน เมื่อ ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

1 คะแนน เมื่อ ใช้ภาษา คำศัพท์ หรือสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายที่ผิดเกือบทั้งหมด

0 คะแนน เมื่อ ไม่ใช้ หรือใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายผิดทั้งหมด

4.2.2 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)

2 คะแนน เมื่อ แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ ทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบาย บรรยาย วิธีการดำเนินการได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน ทั้งหมด

1 คะแนน เมื่อ แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย บรรยาย วิธีการดำเนินการได้เพียงบางส่วน

0 คะแนน เมื่อ ไม่มีการแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา

4.2.3 ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)

2 คะแนน เมื่อ การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ) มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจน

1 คะแนน เมื่อ การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจนใน บางส่วน

0 คะแนน เมื่อ การนำเสนอไม่ชัดเจนสมบูรณ์ (สับสน ไม่ สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอ

5. ตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบโดย อาศัยครูผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์โดยการพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละส่วนย่อยกับ แนวทางการตอบว่ากฎเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นนั้นสามารถประเมินความสามารถของผู้เรียน ได้ถูกต้องเหมาะสม หรือไม่ โดยพิจารณาจากค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้กฎเกณฑ์การให้ คะแนนที่สามารถตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องจากการพิจารณา(IOC) เท่ากับ 1

6. คำนวณค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนด้วยสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ระหว่างผู้ให้คะแนน 2 คน เป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ประสบการณ์มากกว่า 5 ปี 1 คน และผู้วิจัยเอง โดยตรวจข้อสอบของนักเรียนจำนวน 24 คนที่มาจากนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองระดับสูงจำนวน 6 คน ระดับปานกลางจำนวน 6 คน และระดับต่ำจำนวน 6 คน พบว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.610 และค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.847

X 2. การสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์
แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบถาม

1.1 เพื่อสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

1.2 เพื่อนำคะแนนจากแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

3. เขียนนิยามปฏิบัติการของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

4. เขียนข้อความตามนิยามปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ลักษณะของแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเป็นข้อความ (Statement) โดยให้ตอบเป็นระดับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้ตอบ 4 ระดับ

4.2 สร้างข้อความให้ครอบคลุมด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

4.3 การให้คะแนนแต่ละข้อความ จะมีน้ำหนักดังนี้

ข้อความทางบวก

ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริงที่สุด	ให้	3	คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริง	ให้	2	คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ก่อนข้างจริง	ให้	1	คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ไม่จริง	ให้	0	คะแนน

ข้อความทางลบ

ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ไม่จริง	ให้	3	คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ค่อนข้างจริง	ให้	2	คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริง	ให้	1	คะแนน
ความรู้สึกหรือความคิดเห็น จริงที่สุด	ให้	0	คะแนน

5. ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยนำแบบสอบถาม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจของแบบสอบถาม แล้วคัดเลือกข้อความที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้ข้อคำถามที่สามารถวัดการรับรู้ความสามารถตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ได้ตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะและคัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องจากการพิจารณา(IOC) ตั้งแต่ 0.67 - 1

6. นำแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ของนักเรียน โรงเรียนโยธินบูรณะ กรุงเทพมหานคร

7. นำผลจากการทดลองครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของข้อความรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติ t- test แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไว้จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่า t ตั้งแต่ 2.548 — 9.550

8. ทดลองครั้งที่ 2 นำแบบสอบถามที่คัดเลือกและปรับปรุงจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 150 คน ของโรงเรียนหอวัง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9011

9. จัดพิมพ์แบบสอบถามและจัดทำคู่มือดำเนินการสอบเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด

1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด
- ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับปัญหา
- ในการแสดงเหตุผลในอาศัยการคิดในรูปแบบต่างๆ อาทิ เช่น การเขียนบรรยาย การเขียนรูปภาพ กราฟ ตาราง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อให้เห็นแนวความคิด และขั้นตอนการคำนวณ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม

0. โรงเรียนได้ทำการจัดชั้นเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใหม่ พบว่า ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยที่ครึ่งหนึ่งของนักเรียนหญิง เมื่อเพิ่มให้อีก 2 คน จะมีจำนวนเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของนักเรียนชายเมื่อเพิ่มให้อีก 4 คนพอดี จากสถานการณ์ดังกล่าว อยากทราบว่า จำนวนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีจำนวนอย่างละกี่คน โดยที่

1. นักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

แนวทางการตอบ

แนวทางการตอบที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. วิธีคิด

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนนักเรียนชายและจำนวนนักเรียนหญิง ดังนั้นจึงกำหนดให้ นักเรียนหญิงเป็น X

เนื่องจากนักเรียนทั้งหมดมี 40 คน จะได้นักเรียนชายเป็น $40 - X$

จากโจทย์ที่ว่า ครึ่งหนึ่งของนักเรียนหญิง คือ $\frac{1}{2}X$ และเมื่อเพิ่มให้อีก 2 สามารถ

เขียนแทนด้วย $\frac{1}{2}X + 2$ ซึ่งเท่ากับ หนึ่งในสี่ของนักเรียนชาย เขียนแทนด้วย $\frac{1}{4}(40 - X)$ และ

เมื่อเพิ่มให้อีก 4 หมายถึงบวกเพิ่มอีก 2 ดังนั้นสามารถเขียนแทนด้วย $\frac{1}{4}(40 - X) + 4$

จะได้สมการดังนี้ $\frac{1}{2}X + 2 = \frac{1}{4}(X - 40) + 4$

เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการต่อไป

2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ

จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ

$$\frac{1}{2}X + 2 = \frac{1}{4}(40 - X) + 4$$

$$\frac{1}{2}X + 2 = \left(\frac{40}{4} - \frac{X}{4}\right) + 4$$

$$\frac{X}{2} + 2 = 10 + \frac{X}{4} + 4$$

$$\frac{X}{2} + \frac{X}{4} = 14 - 2$$

$$\frac{3X}{4} = 12$$

$$X = 16$$

(นำ $\frac{4}{3}$ คูณทั้งสองข้างของสมการ)

ดังนั้นจะได้ว่า นักเรียนห้องนี้มีนักเรียนหญิง 16 คน และ นักเรียนชาย เท่ากับ

$$\frac{1}{4}(40 - 16) + 4 = 24 \text{ คน}$$

3. ตรวจสอบคำตอบ

จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ นักเรียนห้องนี้มี 40 ดังนั้นจะได้ว่าจำนวนนักเรียนหญิงรวมกับนักเรียนชายเท่ากับ 40 ซึ่งนักเรียนหญิงที่ได้มี 16 คนและนักเรียนชายเป็น 24 ซึ่ง $16 + 24 = 40$ จริง และครึ่งหนึ่งของนักเรียนหญิง เท่ากับ 8 และเมื่อเพิ่มให้อีก 2 จะได้ $8 + 2 = 10$ เท่ากับหนึ่งในสี่ของนักเรียนชาย เท่ากับ 6 และเมื่อเพิ่มให้อีก 4 จะได้ $6 + 4 = 10$ จริง

แนวทางการตอบที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

1. วิธีคิด

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนนักเรียนชายและจำนวนนักเรียนหญิง

ดังนั้นจึงกำหนดให้ นักเรียนหญิงเป็น X และนักเรียนชายเป็น Y

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ นักเรียนทั้งหมดมี 40 คน

จากโจทย์ที่ว่า ครึ่งหนึ่งของนักเรียนหญิง คือ $\frac{1}{2}X$ และเมื่อเพิ่มให้อีก 2 หมายถึง

บวกเพิ่มอีก 2 ดังนั้นสามารถเขียนแทนด้วย $\frac{1}{2}X + 2$ ซึ่งเท่ากับ

หนึ่งในสี่ของนักเรียนชาย เขียนแทนด้วย $\frac{1}{4}Y$ และเมื่อเพิ่มให้อีก 4 หมายถึงบวกเพิ่ม

อีก 2 ดังนั้นสามารถเขียนแทนด้วย $\frac{1}{4}Y + 4$ จะได้สมการดังนี้

$$\frac{1}{2}X + 2 = \frac{1}{4}Y + 4 \quad \text{_____ (1)}$$

และนักเรียนห้องนี้มีทั้งหมด 40 คน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$X + Y = 40 \quad \text{_____ (2)}$$

เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการต่อไป

2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ

จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ

$$\frac{1}{2}X + 2 = \frac{1}{4}Y + 4$$

$$2X + 8 = Y + 16$$

$$2X - Y = 16 - 8$$

$$2X - Y = 8$$

$$X + Y = 40$$

(นำ 4 คูณทั้งสองข้างของสมการ)

(การสลับที่การบวก)

$$\underline{\hspace{10em}} (1)$$

$$\underline{\hspace{10em}} (2)$$

นำสมการ (1) + (2) จะได้

$$2X - Y + (X + Y) = 8 + 40$$

$$2X - Y + X + Y = 48$$

$$3X = 48$$

$$X = 16$$

(นำ $\frac{1}{3}$ คูณทั้งสองข้างของสมการ)

แทนค่า $X = 16$ ลงในสมการที่ (1) จะได้

$$2(16) - Y = 8$$

$$32 - Y = 8$$

$$Y = 32 - 8$$

$$Y = 24$$

(การสลับที่การบวก)

ดังนั้นจะได้ว่า นักเรียนห้องนี้มีนักเรียนหญิง 16 คน และ นักเรียนชาย 24 คน

3. ตรวจสอบคำตอบ

จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ นักเรียนห้องนี้มี 40 ดังนั้นจะได้ว่าจำนวนนักเรียนหญิงรวมกับนักเรียนชายเท่ากับ 40 ซึ่งนักเรียนหญิงที่ได้มี 16 คนและนักเรียนชายเป็น 24 ซึ่ง $16 + 24 = 40$ จริง และครึ่งหนึ่งของนักเรียนหญิง เท่ากับ 8 และเมื่อเพิ่มให้อีก 2 จะได้ $8 + 2 = 10$ เท่ากับหนึ่งในสี่ของนักเรียนชาย เท่ากับ 6 และเมื่อเพิ่มให้อีก 4 จะได้ $6 + 4 = 10$ จริง

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล

2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องทั้งหมด

- เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

นักเรียนหญิงและนักเรียนชายเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง

1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
 - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์นักเรียนหญิง และนักเรียนชายเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้บางส่วน

0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
 - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์นักเรียน หญิงและนักเรียนชายเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบผิด

2. การหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์

- 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง
 - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ หลักการ
 - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง
- 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้
 - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ได้อธิบายความรู้ หลักการ
 - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้
- 0 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้
 - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ หลักการ
 - ไม่มีสรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้

3. ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป

- 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน
- 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย
- 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

1.2 แบบทดสอบการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบของ สถานการณ์ปัญหา และใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้

2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแสดงแนวทางที่ให้ได้คำตอบโดยอาศัยความรู้ หลักการได้ ถูกต้องเหมาะสมกับปัญหา

3. ให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและเป็นระบบ โดย อาศัยการเขียนบรรยาย เขียนรูปภาพ กราฟ ตาราง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อ ช่วยในการตอบคำถามและให้เห็นแนวความคิด และวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ เพราะทุกส่วนมีผล ต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม

00. สมชายเป็นเกษตรกรอำเภอ โดยเขาต้องการเช่าที่นาขนาด 2 ไร่ 1 แปลง เป็นเวลา 1 ปี สำหรับทำแปลงนาสาธิต ซึ่งเขาต้องการเช่าที่ดินในราคาประหยัด โดยเขาได้สอบถามเจ้าของที่นา 2 คนคือนายสินและนางทิวา โดยมีราคาค่าเช่า ดังนี้

นายสิน มีที่นา 2 ไร่ 2 งาน จำนวน 1 แปลง โดยคิดค่าเช่าเดือนละ 1500 บาท

นางทิวา มีที่นา 4 ไร่ 3 งาน ซึ่งสามารถแบ่งที่ให้เช่าได้โดยคิดค่าเช่างานละ 180 บาท ต่อปี

จากสถานการณ์ดังกล่าวอยากทราบ

1. ราคาค่าเช่าที่นาของผู้ให้เช่าทั้ง 2 คนว่าค่าเช่าที่นาจำนวน 2 ไร่ เมื่อคิดราคาค่าเช่าที่นาต้องงานต่อเดือนและราคาค่าเช่าที่นาเวลา 1 ปี คิดเป็นเท่าไร
2. จงแสดงการเปรียบเทียบค่าเช่าที่นาของทั้ง 2 คนว่าค่าเช่าที่นาของใครถูกกว่าและถ้านักเรียนเป็นสมชายนักเรียนจะเลือกเช่าที่นาของใคร

แนวทางการตอบ

1. จากสถานการณ์ จะได้ว่า

ถ้าสมชายต้องการเช่าที่นาของนายสินจะต้องทำการเช่าที่ดินทั้งแปลง คือ 2 ไร่ 2 งาน โดยคิดราคาค่าเช่าที่ดินเดือนละ 1500 บาท

ดังนั้นค่าเช่า 1 ปี คิดเป็นเงิน $1500 \times 12 = 18000$

จาก ที่นา 2 ไร่ 2 งาน คิดเป็นที่ดิน 10 งาน ดังนั้นราคาค่าเช่าต้องงานต่อเดือนเท่ากับ $1500 \div 10 = 150$ บาท

ถ้าเช่าที่นาของนางทิวาซึ่งแบ่งให้เช่า โดยสมชายต้องการเช่าที่ 2 ไร่ หรือ 8 งาน โดยคิดราคางานละ 180 บาทต่อเดือน ดังนั้น 1 เดือนเสียค่าเช่า $180 \times 8 = 1440$ บาท ถ้า 1 ปี จะเสียค่าเช่าเท่ากับ $1440 \times 12 = 17280$

2. จากการคำนวณสามารถเปรียบเทียบข้อมูลโดยใช้ตารางดังนี้

ที่ดิน	ราคาค่าเช่าที่นาต้องงานต่อเดือน	ราคาค่าเช่าที่นาทั้งปี
นายสิน	150	18000
นางทิวา	180	17280

จะเห็นได้ว่าราคาค่าเช่าต้องงานใน 1 เดือนของนายสินถูกกว่าราคาค่าเช่าของนางทิวา แต่ราคาค่าเช่าที่นาจานของนางทิวาต่อปีถูกกว่าราคาค่าเช่านายสิน

สมชายควรเลือกที่จะเช่าที่นาของนางทิวา เนื่องจากราคาเช่าที่ทั้งปีถูกกว่า ถึงแม้ว่าราคาค่าเช่าที่นาของนายสินจะถูกกว่าเพราะที่ดินของนายสินมากกว่า 2 งาน แต่เนื่องจากเราต้องการที่ดินเพียง 2 ไร่ ดังนั้นที่ดินของนายสินเกินมา 2 งาน ซึ่งเกินความต้องการ

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์

2 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมดและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง

1 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้บางส่วนและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน

0 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความผิด ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย

2. การแสดงแนวความคิด

2 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ ในการดำเนินการได้อย่างถูกต้อง มีการอธิบายสรุปคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อมูลจากการคำนวณในข้อ 1 ประกอบได้ถูกต้อง

1 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา และอธิบายสรุปคำตอบได้แต่ไม่ได้อาศัยความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์

0 = ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา

3. ความชัดเจนในการนำเสนอ

2 = วิธีคิดมีขั้นตอนที่เป็นระบบสมบูรณ์ชัดเจน มีการใช้ตารางช่วยในการเปรียบเทียบคำตอบที่เหมาะสม ถูกต้อง

1 = วิธีคิดยังสับสนไม่เป็นระบบ ไม่มีการใช้ตารางช่วยในการเปรียบเทียบคำตอบ

0 = ไม่แสดงวิธีการคิด

2. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ แล้วประเมินความสามารถของตนเอง แล้วกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่กำหนดให้ตามที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับสภาพความเป็นจริงของตนเองมีความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด ให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริงมากที่สุด

จริง	สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นจริง
ค่อนข้างจริง	สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นจริง
จริงน้อย	สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นจริงน้อย
ไม่จริง	สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าไม่จริง

ข้อ	ข้อความ	จริง	ค่อนข้างจริง	จริงน้อย	ไม่จริง
0.	ข้าพเจ้าสามารถอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้เพื่อนเข้าใจได้				
00.	ข้าพเจ้าเลือกวิธีการที่จำเป็นมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์				

การแปลความหมายของคะแนน

การแปลความหมายของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

เมื่อได้คะแนนตั้งแต่ 41 ขึ้นไป แสดงว่า นักเรียนมีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง

เมื่อได้คะแนนระหว่าง 21 ถึง 40 แสดงว่า นักเรียนมีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ปานกลาง

เมื่อได้คะแนนน้อยกว่า 20 แสดงว่า นักเรียนมีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่ำ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยดำเนินการดังนี้

1. ทำหนังสือติดต่อและขออนุญาตโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา เพื่อนัดหมายวัน เวลา ในการทดสอบ

2. จัดเตรียมแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด และแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบ และแก้ไขปรับปรุงแล้วให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. วางแผนดำเนินการสอบ โดยที่ผู้วิจัยควบคุมการสอบให้เป็นไปตามกำหนดด้วยตนเอง

4. ชี้แจงกับกลุ่มตัวอย่างให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอบ

5. นำแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนแล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างวันที่ 18-25 กุมภาพันธ์ 2548

6. นำแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนนตามกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิธีวิเคราะห์ (Analytic Rubric) แล้วทำการบันทึกคะแนนแต่ละข้อลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

7. นำผลที่ได้จากการตรวจมาทำการวิเคราะห์หาค่าสถิติและทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้สถิติร้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูลการตอบคำถามของนักเรียน โดยพิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลในด้านความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล , ด้านความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์,ด้านความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านภาษาทางคณิตศาสตร์ , ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านความชัดเจนของการนำเสนอ
2. หาค่าสถิติพื้นฐาน โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way Analysis of Variance) ของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และเพศ กับความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1-4

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ
 - 1.1 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ โดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency : IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะและขอบเขตเนื้อหา (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ .2545 : 95)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องที่บ่งชี้ความเที่ยงตรง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

- 1.2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาดัชนีค่าความยาก และดัชนีค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ .2539 : 199 — 201)

1.2.1 ดัชนีค่าความง่าย (P_f) คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$P_f = \frac{S_u + S_L - (2NX_{max})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	P_f	แทน	ดัชนีความง่าย
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.2.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$D = \frac{S_u - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.3 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจ(ค่าอำนาจ)จำแนก t ของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์(บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ .2545 : 86)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_h^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ
	$\bar{X}_h$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_l$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มต่ำ
	n_h	แทน	จำนวนคนของกลุ่มสูง
	n_l	แทน	จำนวนคนของกลุ่มต่ำ

1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการแบ่งส่วนย่อยหลายส่วน โดยใช้สูตรเฟลด์ต์-ราซ (feldt-Raju) ใช้ผลการสอบจริงเป็นตัวบอกความยาวของเครื่องมือ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ .2545 : 139-140)

$$r_{tt} = \left[\frac{1}{1 - \sum \lambda_i^2} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2} \right]$$

$$\text{โดย } \lambda_i = \frac{\sum S_i}{S_x^2}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละตอน
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

1.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ .2545 : 131-134)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2} \right\}$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 K แทน จำนวนข้อสอบ
 S_i^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 S_j^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมของเครื่องมือทั้งฉบับ

1.6 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของผู้ให้คะแนน 2 คนโดยการคำนวณจาก สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) โดยใช้สูตรของ Pearson Product Moment Correlation (ส.วาสนา ประवालพฤกษ์,ม.ป.ป : 32)

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ N แทน จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา
 $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X
 $\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ Y
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X และ Y คูณกันแต่ละคู่

1.7 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และปีที่ 2 (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2545 : 96-97)

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าแสดงความตรงตามเกณฑ์
 X แทน คะแนนแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายเปิด
 Y แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 N แทน จำนวนนักเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2.1 สถิติร้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูลการตอบคำถามของนักเรียน

โดยพิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลในด้านความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล , ด้านความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อคาดการณ์,ด้านความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุป หรือข้อคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านภาษาทางคณิตศาสตร์ , ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านความชัดเจนของการนำเสนอ

2.2 ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2.3 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1-4 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way Analysis of Variance) ถ้าพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นำไปวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffe'

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ของอักษรย่อต่าง ๆ ดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

k_1	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
k_2	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
S_1	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
S_2	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
SS	แทน	ผลบวกกำลังสอง
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ
MS	แทน	คะแนนความแปรปรวน
F	แทน	ค่านัยสำคัญของการแจกแจง F
A	แทน	เพศ
a_1	แทน	เพศหญิง
a_2	แทน	เพศชาย
B	แทน	ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์
b_1	แทน	การรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ระดับสูง
b_2	แทน	การรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง
b_3	แทน	การรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ระดับต่ำ
N	แทน	จำนวนคน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และเพศที่ต่างกันที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. ค่าสถิติร้อยละ ในการวิเคราะห์การตอบคำถามของนักเรียน โดยพิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลในด้านความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล , ด้านความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์,ด้านความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุป หรือข้อคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผลและ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านภาษาทางคณิตศาสตร์ , ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านความชัดเจนของการนำเสนอ
2. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
3. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่างกัน
4. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติร้อยละ ในการวิเคราะห์การตอบคำถามของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าสถิติร้อยละการตอบคำถามของนักเรียนเนื่องจากผู้วิจัยต้องการแสดงภาพรวมของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าส่วนใหญ่มีความสามารถในการแต่ละด้านคิดเป็นร้อยละเท่าใดดังแสดงในตารางที่ 3-4

ตาราง 3 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
จำแนกตามด้าน

ข้อ	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับ								
	ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุความสัมพันธ์ของ ข้อมูล			ความสามารถใน การหาข้อสรุปหรือข้อความ คาดการณ์ของข้อมูล			ความสามารถในการ ยืนยันคำตอบ		
	2	1	0	2	1	0	2	1	0
1	47.300	48.700	4.000	12.000	82.700	5.300	42.000	34.000	24.000
2	43.300	48.700	8.000	10.000	82.700	7.300	35.400	35.300	29.300
3	34.000	56.000	10.000	13.300	76.000	10.700	11.300	44.700	44.000
4	25.300	46.000	28.700	40.000	36.000	24.000	7.300	38.700	54.000
เฉลี่ย	37.475	49.850	12.675	18.825	69.350	11.825	24.000	38.175	37.825

จากตาราง 3 พบว่า จำนวนร้อยละนักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนนมากที่สุดคือด้านความสามารถในการยืนยันคำตอบคิดเป็นร้อยละ 38.175 รองลงมาคือด้านการวิเคราะห์ และระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งฉบับของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 37.475 และด้านการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ของข้อมูลคิดเป็นร้อยละ 18.825 ตามลำดับ

จำนวนร้อยละของนักเรียนที่ได้ คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนนมากที่สุดคือด้านการยืนยันคำตอบคิดเป็น ร้อยละ 37.825 รองลงมาคือด้านการวิเคราะห์ และระบุความสัมพันธ์ของ ข้อมูล และด้านการ หาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ของ ข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกันคิดเป็นร้อยละ 12.675 และ 11.825 ตามลำดับ

จำนวนร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนนมากที่สุดคือด้านการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ของข้อมูลคิดเป็นร้อยละ 69.350 รองลงมาคือด้านการวิเคราะห์ และระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลคิดเป็นร้อยละ 49.580 และด้านการ ยืนยันคำตอบคิดเป็นร้อยละ 38.175 ตามลำดับ

ตาราง 4 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
จำแนกตามด้าน

ข้อ	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับ								
	ด้านภาษาคณิตศาสตร์			ด้านการแสดงแนวความคิด			ด้านความชัดเจนในการนำเสนอ		
	2	1	0	2	1	0	2	1	0
1	23.300	50.700	26.000	16.700	60.600	22.700	16.000	55.300	28.700
2	35.300	52.700	12.000	13.300	70.700	16.000	4.700	42.700	52.600
3	33.300	45.400	21.300	29.300	59.400	11.300	12.700	62.000	25.300
4	37.300	46.700	16.000	30.700	51.300	18.000	14.000	57.300	28.700
เฉลี่ย	32.300	48.875	18.825	22.500	60.500	17.000	11.850	54.325	33.825

จากตาราง 4 พบว่า จำนวนร้อยละนักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนนมากที่สุดคือด้านความภาษาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 32.300 รองลงมาคือด้านการแสดงแนวคิดเป็นร้อยละ 22.500 และด้านความชัดเจนในการนำเสนอคิดเป็นร้อยละ 11.850 ตามลำดับ

จำนวนร้อยละของนักเรียนที่ได้ คะแนนความสามารถในการให้เหตุผล 0 คะแนนมากที่สุดคือด้านความชัดเจนในการนำเสนอคิดเป็นร้อยละ 33.825 รองลงมาคือด้านภาษาทางคณิตศาสตร์และด้านการแสดงแนวคิดการมีค่าใกล้เคียงกันคิดเป็นร้อยละ 18.825 และ 17.000 ตามลำดับ

จำนวนร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผล 1 คะแนนมากที่สุดคือด้านด้านการแสดงแนวคิดคิดเป็นร้อยละ 60.500 รองลงมาคือด้านด้านความชัดเจนในการนำเสนอคิดเป็นร้อยละ 54.328 และด้านภาษาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 48.875 ตามลำดับ

2. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 150 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย จำนวน 75 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 75 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หา คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

เพศ	ระดับการรับรู้ ความสามารถของ ตนเองทาง คณิตศาสตร์	ความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์				ความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์			
		N	k_1	$\bar{X}_1$	S_1	N	k_2	$\bar{X}_2$	S_2
หญิง	สูง	25	24	18.400	2.397	25	24	16.440	3.623
	ปานกลาง	25	24	14.360	1.729	25	24	13.320	2.135
	ต่ำ	25	24	9.200	2.236	25	24	8.480	2.104
	รวม	75	24	13.988	4.338	75	24	12.747	4.249
ชาย	สูง	25	24	14.960	2.300	25	24	14.760	2.047
	ปานกลาง	25	24	12.320	2.410	25	24	11.200	1.936
	ต่ำ	25	24	7.080	2.564	25	24	7.080	2.565
	รวม	75	24	11.453	4.075	75	24	11.013	3.833
รวม	สูง	50	24	16.680	2.903	50	24	15.600	3.037
	ปานกลาง	50	24	13.340	2.318	50	24	12.260	2.284
	ต่ำ	50	24	8.140	2.611	50	24	7.780	2.427
	รวม	150	24	12.720	4.383	150	24	11.880	4.125

จากตาราง 5 พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง นักเรียนชาย และโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.988 ,11.453 และ 12.720 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนหญิงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนชายมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเพราะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง ปานกลางและต่ำของนักเรียนโดยรวมเป็น 16.680, 13.340 และ 8.140 ตามลำดับ โดยนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำเพราะคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงและปานกลางมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างสูง

สำหรับคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง

นักเรียนชาย และโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.747, 11.013 และ 11.880 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนหญิงมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนชายมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเพราะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง ปานกลางและต่ำของนักเรียนโดยรวม เป็น 15.600, 12.260, 7.780 ตามลำดับ โดยนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำเพราะคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงและปานกลางมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างสูง

เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง นักเรียนชายและนักเรียนรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 4.338, 4.075 และ 4.383 ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ของนักเรียนรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2.903, 2.318 และ 2.611 ตามลำดับ

ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง นักเรียนชายและนักเรียนรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 4.249, 3.833 และ 4.125 ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำของนักเรียนรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 3.037, 2.284 และ 2.427 ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่างกัน

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย และระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
จำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
เพศ(A)	240.667	1	240.667	45.963**
ระดับการรับรู้ (B)	1852.120	2	926.060	176.860**
ปฏิสัมพันธ์ (A x B)	15.453	2	7.727	1.476
ความคลาดเคลื่อน	754.000	144	5.236	
รวม	27132.000	150		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีผลต่อคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนหญิง ($\bar{X} = 13.988$) มีความสามารถสูงกว่านักเรียนชาย ($\bar{X} = 11.453$) และนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่างกันมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe') เพื่อค้นหว่าระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระหว่างระดับใดแตกต่างกัน โดยนำคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างระดับการรับรู้ความสามารถแตกต่างกัน

ระดับการรับรู้	$\bar{X}$ ของคะแนน	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความสามารถของ ตนเอง	ความสามารถในการให้ เหตุผล	8.140	13.340	16.680
ต่ำ	8.140	-	5.200**	8.540**
ปานกลาง	13.340		-	3.340**
สูง	16.680			-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงว่า นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองระดับปานกลาง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่างกัน

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย และระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีสองตัวประกอบ ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
เพศ(A)	112.667	1	112.667	18.431**
ระดับการรับรู้ (B)	1539.640	2	769.820	125.936**
ปฏิสัมพันธ์ (A x B)	3.293	2	1.647	0.269
ความคลาดเคลื่อน	880.240	144	6.113	
รวม	23706.000	150		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีผลต่อคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนหญิง ($\bar{X} = 12.747$) มีความสามารถสูงกว่านักเรียนชาย ($\bar{X} = 11.013$) และนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่างกัน มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe')

เพื่อค้นหาว่าระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระหว่างระดับใดแตกต่างกัน โดยนำคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระหว่างระดับการรับรู้ความสามารถแตกต่างกัน

ระดับการรับรู้ ความสามารถของ ตนเอง	$\bar{X}$ ของคะแนน ความสามารถในการ สื่อสาร	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
		7.780	12.260	15.600
ต่ำ	7.780	-	4.480**	7.820**
ปานกลาง	12.260		-	3.340**
สูง	15.600			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงว่า นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองระดับปานกลาง มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สังเขป จุดประสงค์ของการวิจัย.และวิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษา ความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศและระดับ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 150 คน ซึ่งได้มาโดยมีขั้นตอนการสุ่มคือให้นักเรียนทำการตอบแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถ ของตนเองทางคณิตศาสตร์แล้วตรวจแบบสอบถามเพื่อให้คะแนนนักเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้มาทำ การแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ว่านักเรียนระดับการ รับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จำนวน 3 ฉบับ คือ ① แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.350 – 0.600 , ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.310 – 0.470 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพ เท่ากับ 0.882 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.765 ② แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.28 – 0.56 ,ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 0.72 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพเท่ากับ 0.8320 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.540 ③ แบบสอบถาม วัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 2.548 – 9.550 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9011

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย ผู้วิจัยนำแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของ ตนเองทางด้านคณิตศาสตร์,แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้คืนครบ จำนวน 150 ชุด คิดเป็น 100 เปอร์เซนต์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการใชสถิติน้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูลการตอบคำถามของนักเรียน โดยพิจารณาตามเกณฑ์ การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลในด้านความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึง ความสัมพันธ์ของข้อมูล , ด้านความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์,ด้าน ความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผลและ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านภาษาทางคณิตศาสตร์ , ด้านการแสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ และด้านความชัดเจนของการ และหาค่าสถิติพื้นฐาน ทดสอบความแตกต่างของ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และเพศ กับความสามารถในการให้ เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way Analysis of Variance)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลสรุปดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง นักเรียนชาย และโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.988 , 11.453 และ 12.720 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนหญิงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนชายมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเพราะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง ปานกลางและต่ำของนักเรียนโดยรวมเป็น 16.680 , 13.340 และ 8.140 ตามลำดับ โดยนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำเพราะคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงและปานกลางมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างสูง

สำหรับคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง

นักเรียนชาย และโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.747, 11.013 และ 11.880 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนหญิงมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนชายมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเพราะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง ปานกลางและต่ำของนักเรียนโดยรวม เป็น 15.600, 12.260, 7.780 ตามลำดับ โดยนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำเพราะคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงและปานกลางมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างสูง

เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง นักเรียนชายและนักเรียนรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 4.338, 4.075 และ 4.383 ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ของนักเรียนรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2.903, 2.318 และ 2.611 ตามลำดับ

ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง นักเรียนชายและนักเรียนรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 4.249, 3.833 และ 4.125 ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำของนักเรียนรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 3.037, 2.284 และ 2.427 ตามลำดับ

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายผลของระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และเพศต่างกัน ที่มีผลต่อความสามารถการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ตามข้อที่ 1 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองต่างกันมีความสามารถในการให้เหตุผลต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโคลลิน(Collin, 1982) ที่พบว่า เด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์สูงจะแสดงถึงความพยายามในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้สำเร็จ และจะยังคงใช้ความพยายามในการที่จะหาวิธีการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ตนไม่สามารถทำได้ มากกว่าเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวสันต์ เดือนแจ้ง (2546 : 78) ที่พบว่า ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ นั้น

หมายถึงถ้านักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองแล้วจะสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น จะเห็นได้ว่าระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถ ทางด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผล ถือเป็นความสามารถทางด้าน คณิตศาสตร์ด้านหนึ่ง ดังนั้นนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันจึงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีการรับรู้ ความสามารถของตนเองสูงนั้นจะมีความพยายามและมุ่งมั่นในการทำงานนั้นๆ นอกจากนี้ยังเลือก ที่จะทำงานที่ท้าทาย และใช้ความพยายามสูง เพื่อให้งานนั้นบรรลุเป้าหมาย ส่วนนักเรียนที่มีระดับ การรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำจะยกเลิกทำงานนั้นโดยง่ายเมื่อพบอุปสรรค หรืองานที่ยากๆ

สำหรับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของสำหรับนักเรียนที่มีการรับรู้ ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูง กว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ระดับ ปานกลางมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ตามข้อที่ 3 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง ต่างกันมีความสามารถในการให้สื่อสารต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโคลลิน(Collin. 1982) ที่พบว่า นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์สูงจะแสดงถึงความ พยายามในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้สำเร็จ และจะยังคงใช้ความพยายามในการที่จะหา วิธีการต่างๆมาแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ตนไม่สามารถทำได้มากกว่าเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถ ของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ และสอดคล้องกับงานวิจัยของจิราภรณ์ ฤกษ์สิทธิ์ (2541 : 74) ที่ พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นั้นหมายถึงถ้านักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงส่วน ใหญ่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย ซึ่งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความเข้าใจ ในเนื้อหา หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ดี ทำให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนในการ แก้ปัญหาๆได้ดี มีการนำเสนอวิธีการอย่างเป็นระบบ ชัดเจน มีการใช้ภาษาที่ดีในการนำเสนอ ดังนั้นระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการให้ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ดังนั้น นักเรียนที่ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง ทางด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกันจึงมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน เพราะ นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงนั้นจะมีความพยายามและมุ่งมั่นในการทำงานนั้นๆ นอกจากนี้ยังเลือกที่จะทำงานที่ท้าทาย และใช้ความพยายามสูง เพื่อให้งานนั้นบรรลุเป้าหมาย ส่วน นักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำจะยกเลิกทำงานนั้นโดยง่ายเมื่อเจออุปสรรค หรืองานที่ยากๆ ซึ่งสอดคล้องกับเชลล์และโคลวิน (1995 : 386) ที่กล่าวว่าการรับรู้ความสามารถ ของตนเองเป็นความเชื่อมั่นของบุคคลในการที่จะแสดงความสามารถเกี่ยวกับโครงสร้าง วิธีการคิด พฤติกรรม และทักษะที่จำเป็นต่อความสำเร็จของการกระทำ

2. นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 3 แสดงว่านักเรียนที่มีเพศแตกต่างกันมีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารทางด้านคณิตศาสตร์ แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปาจาเรส และมิลเลอร์ (Pajares and miller.1994) พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ มีผลต่อการแก้ปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเพศชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่า แต่มีความเครียดในการทำกิจกรรมด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กหญิง และวสันต์ เดือนแจ้ง (2546 : 78) พบว่า ถ้านักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองและมีความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์แล้วจะสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และ จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่านักเรียนหญิงมีความเครียดมากกว่าเพศชาย จึงมีความพยายามในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา อธิบาย สนับสนุนคำตอบโดยมีการอ้างอิงความรู้ หลักการ มีการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบที่ชัดเจน จึงทำให้นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน เพราะนักเรียนชายมีความสามารถในการคิดคำนวณสูงกว่าเพศหญิง จึงทำให้ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกัน นอกจากนี้ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายต่อนักเรียนจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย

3. จากสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 และข้อที่ 6 ตั้งไว้ว่า เพศและการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางด้านคณิตศาสตร์แต่เมื่อทำการวิจัยแล้วพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์มีผลต่อคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เพราะความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ได้เกี่ยวพันระหว่างเพศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ แต่การที่นักเรียนชายและนักเรียนหญิงจะมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ต่างกันนั้นจะขึ้นอยู่กับเพศหรือระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวหรือไม่เพราะจากงานวิจัยของณัฐพล แยมฉิม(2546 : 77) พบว่า ไม่ว่านักเรียนหญิงหรือนักเรียนชายถ้ามีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์แล้วจะสามารถแก้ปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นเพศจึงไม่เกี่ยวพันกับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ เพราะถ้านักเรียนมีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูงก็จะมีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงด้วยไม่ว่าจะเป็นนักเรียนหญิงหรือนักเรียนชาย

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การศึกษาค้นคว้า พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองแตกต่างกัน จะมี
ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการเรียน
การสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนนั้น ควรที่จะพัฒนานักเรียนให้มีการรับรู้ความสามารถของตนเองให้ถูกต้องและเหมาะสม
กับสภาพที่แท้จริงของนักเรียน เพราะการที่นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำ จะทำให้
นักเรียนมีความพยายามในการเรียน หรือทำกิจกรรมนั้นด้วยความมุมานะและตั้งใจ ก็จะทำให้นักเรียน
ประสบความสำเร็จในการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
เกิดการพัฒนาด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กับกลุ่ม
ตัวอย่างในระดับชั้นอื่น โดยใช้แบบทดสอบปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ที่วัดในเนื้อหาต่างๆ โดยมี
เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Analytic Method เพื่อให้ผลการสอบและการตรวจให้คะแนนมีความ
เที่ยงตรง มีความเชื่อมั่น ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.2 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ควรทำ
การวิจัยทดลอง หรือทำการประเมินตามสภาพจริง เพื่อที่จะได้ทราบถึงความสามารถที่แท้จริง

2.3 ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Analytic Method ใน
รายวิชาอื่นๆ

2.4 ควรมีการนำปัจจัยตัวอื่นๆ มาศึกษาเปรียบเทียบหรือหาความสัมพันธ์กับ
ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ.(2539). การประเมินผลจากสภาพจริง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2541). เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- _____. (2544ก). เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- _____. (2544ข). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2544ค). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- _____. (2544ง). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กฤษณะ โสขุม.(2546). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องแบบรูปและการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยา ภูอุดม.(2545, พฤษภาคม –กรกฎาคม). "แนวการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล ที่สอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์". วารสารคณิตศาสตร์. 46(524-526-) : 11-15.
- จิตติมา จุมทอง.(2537). ผลของการสอนตนเองต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภรณ์ ภูณสิทธิ์.(2541). การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตัวแปรด้าน การกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทักษะคิด ต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใน กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์.(2545ก). การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2545ข). กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ.(2544). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์.

- ทองใบ เป็ดทิพย์ (2538). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ และรวมทุกทักษะ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชนารักษ์ ปั่นเทียน.(2540, กรกฎาคม). "การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)". วารสารครูเชียงราย. 34(181) : 4-8.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2521). การวัดและประเมินผลการศึกษา: ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- _____. (2535, มกราคม-เมษายน). "การวิเคราะห์ข้อสอบอิงจุดประสงค์ชนิดครูสร้าง : วิธีการใหม่". วารสารการวัดผลการศึกษา. 13(39) : 12-32.
- _____. (2537). การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด.(การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ .2544). รายงานการวิจัย การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ : อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- _____. (2545). การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปานทอง กุลนาถศิริ.(2543, สิงหาคม-ตุลาคม). "ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ.2000,". วารสาร สสวท, 28(108) : 14-22.
- _____. (2546, พฤษภาคม – กรกฎาคม 2546). "คำถามที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์". วารสารคณิตศาสตร์. 47(536-538) : 5-8.
- _____. (2545-2546, พฤศจิกายน 2545 – มกราคม 2546). "ความสำคัญของคณิตศาสตร์". วารสารคณิตศาสตร์. 46(530-532) : 11-15
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว.(2540). "สมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," วารสาร สสวท, 25(96) : 16-19.
- ประทีป จินนี่.(2540). เอกสารประกอบการสอน การวิเคราะห์พฤติกรรมและการปรับพฤติกรรม. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิตร ทองชั้น .(2524). หลักการวัดผล. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ .(2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นม.3 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์.(2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทราพรรณ สุขประชา.(2540). ผลของการประเมินผลงานของนักเรียนโดยตนเองและโดยครู ที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และของตนเองและผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มังกร ทองสุตี่.(2535). การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี.(2540). การวัดผลและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ อังคณา สายยศ.(2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วราภรณ์ สุรัตนกร .(3540). ผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะของนักเรียนชั้นม.1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เท่ากัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วัลลภ เณิมสุวิวัฒนาการ.(2540). คณิตศาสตร์วันละข้อ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มิติน.
- วิภาวดี ปัจจัยโก.(2544). ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสนใจในอาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส.วาสนา ประवालพฤกษ์.(ม.ป.ป.). การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนันท์ เสถียรศรี .(2536). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรินทร์ นิยมางกูร.(2541). เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมบุญ ชิตพงศ์ สำเริง บุญเรืองรัตน์ .(2538). แบบวัดความถนัด. กรุงเทพฯ.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค และ คณะ.(2545). กิจกรรมส่งเสริมการคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : Learn and Play MATHGROUP สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สมสว่าง ธนะพาณิชย์สกุล.(2539). การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต.(2541). *ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริพร ทิพย์คง .(2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- _____.(2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุนีย์ เงินยวง.(2546,มกราคม-กุมภาพันธ์). "ปฏิรูปการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยคำถามปลายเปิด," *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 31(122) : 32 – 36.
- สุรัช อินทสังข์.(2545ก,พฤศจิกายน – ธันวาคม). "ปลายเปิด : ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย," *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 31(121) : 35 – 37.
- _____.(2545ข,กรกฎาคม - สิงหาคม). "หลากหลายแนวคิดในข้อเดียว," *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 31(125) : 60 – 62.
- สำลี รักสุทธี.(2544). *ตารางวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์* สู่การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3).
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2543). *มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : หน่วยการพิมพ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมเดช บุญประจักษ์.(2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย วรกิจเกษมสกุล.(2540). *การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมนึก ภัททิยธนี.(2544). *การวัดผลการศึกษา*. กาศสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์.(2545). *สร้างความเข้าใจ สู่การปฏิบัติจริง การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*.
กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- ศิริชัย กาญจนวาสี.(2544). *การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ : บุญศิริการพิมพ์.
- _____.(2545). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพร มาวรธนา.(2546). *ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
ถ่ายเอกสาร

- อุษณีย์ บัวศิริพันธ์.(2543). การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และประสบการณ์ของผู้ตรวจแตกต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรอนงค์ บำรุง.(2542). การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) .กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Adams,sam.,Leslie Ellis & B.F.Beeson.(1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagonotic Approach*.New York : Harper & Row,Publishers.
- Bandura.A.(1986). *Social Foundations of Thought and Action*. Englewood Cliffs,N.J. : Prentice-Hall,1986
- Baroody,Arthur J.(1993). *Problem Solving,Reasonning,and Communication, K-8.Helping Children Think Mathematically*. New York : Macmilan.
- BalKa, D.S.(1974). "Creative Ability in Mathematics," *Arithmetic teacher*. 27(7) : 633-636.
- Bell Frederick,H.(1978). Teaching and Learning Mathematics (in Secondary),"*Dubuque*".Iowa : Wm.C.Brown Company Pubiishers.
- Betz,N.E. and Hackett,G.(1983). "The Relationship of Mathematics Self-Efficacy Expectation to the Selection of Science-Based College Major," *Journal of Vocation Behavior*. 23(3) : 329-345.
- Birenbaum M & Tatsauoka K,K. (1987,December). "Open – Ended Versus Multiple – Choice Response Formats-It Does Make Difference for Diagonostic Purpose," *Applied Psychological Measurement*. 11(4) : 385 – 395.
- Charles,Randall and Frank K.Lester.(1982). *Teaching Problem Solving.What Why & How*. Dale Seymour Publications.
- Day,Roger P.(1986,October). "A Problem-Solving Component for Junior Hight School Mathematics," *Arithmetic teacher*. 30(2) : 14 – 17.
- Edwards ,Barbara S.(2000,December.). "The Challenges of Imprementing Innovation," *The Mathematics Teacher*. 93(9) : 777-780.
- Greenwood,Jonathan Jay.(1993,November). "On the Nature of Teaching and Assessing Mathematical Power and Mathematical Thinking", *Arithematic Teacher* . 41(3) :144 – 152.
- Guilford,Joy Paul.(1959). *Personality*. New York : MaGraw – Hill.
- _____.(1967). "The Nature Ernest," *Psychology*. New York : MaGraw – Hill.

- Guilford, J.P. and Hoepfer .(1971). *The Analysis of Intelligence*. New York : McGraw – Hill.
- Hartfield, Mary M., Noney T. Edward & Gury G. Bilter.(1993). *Mathematics Methods for the Elementary and middle School*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- Hovland, Carl I. and others.(1953). *Communication and Persuasion*. New Haven : Yale University.
- Johanning, I. Debra.(2000, March). "An analysis of writing and Postwriting Group Collaboration in Middle School Pre-Algebra", *School Science and Mathematics* . 100(3) : 151-160.
- Kantowski, Mary Grace.(1980). "Some Thoughts on Teaching for Problem Solving", *In Problem Solving in School Mathematics. 1980 yearbook*. P.195-203. Renton, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Kaur, Berinderject.(1993, June). "Mathematical Problem Solving in the Classroom The Why, What and How", *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*. 16(1) : 70-78.
- Kathy Gutzwiller.(2001, January). *Grade 8-Mathematics Open Response*. (Online). Available : <http://nku.edu/~mathed/gutzwiller.tdf>.
- Kennedy, Leonard M. and Tipp, Steve.(1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 4th ed. Belmont, California : Wadsworth Publishing.
- Kennedy, Leonard M. and Tipp, Steve.(1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 5th ed. Belmont, California : Wadsworth Publishing.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick.(1993). *Reasoning and Problem Solving. A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston : Allyn and Bacon.
- Lappan, Glenda and Pamela W. Schram.(1989). "Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics," *in New Directions for Elementary School Mathematics 1989 yearbook*. Reston Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics. 14-30.
- Lester, Ronald E.(1971, November). "A Study of Logical thinking in Grade Four through Seven", *Dissertation Abstracts International*. 32(5) : 2487-A.
- Maria E. Magone, Jinfa Cai, Edward A. Silver, and Ning Wang. (1994). "Validating the Cognitive Complexity and Content Quality of a Mathematics Performance Assessment," *International Journal of Education Research*. 21(3) : 317 – 331.
- Mehrens and Lehman.(1984). *Measurement and Evaluation in education and psychology*. Newyork : Holt, Rinehart and Winston.

- Nathan ,Michell J. and Kenneth R.Koedinger.(2000,March.). "Moving beyond Teachers' Intuitive Beliefs about Algebra Learning," *The Mathematics Teacher*. 93(3) : 218 – 223.
- National Council of Teachet of Mathematics.(1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics* : Reston Virginia. The National Council of Teacher of Mathematics Inc.
- _____.(1991). *Professional Standrad for Teaching Mathematics*. Reston Virginia. The National Council of Teacher of Mathematics Inc.
- National Council of Teachet of Mathematics.(1993). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics : Pattern*. 2nd ed. The National Council of Teacher of Mathematics. Inc.
- _____.(2000). *Principles and Standard for School Mathematics* . United States of America. The National Council of Teacher of Mathematics.
- O'Daffer,Phares G.(1990,May). "Inductive and Deductive Reasoning," *Mathematics Teacher*. 84(5) : 378-380.
- O'Daffer,Phares G and Bruce A. Thornquist.(1993). "Critical Thinking Mathematical Reasonning and Proof," *in Research Ideas for the Classroom,High School Mathematics*. New York : Macmilian.
- Pajares,F.and Miller,M.D.(1994,June). "Role of Self-Efficacy and Self Concept Beliefs in Mathematical Problem Solving," *Journal of Educational Psychology*. 86(2) : 193-203.
- Polya,George.(1957). *Hoe to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City,New York : Doubleday Company.
- Polya,George. (1980). "On Solving Mathematical Problem in High school," *Problem Solving in school Mathematics; 1980 Yearbook*. Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics.
- Ray,Charles Lear.(1979). "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Hight Level Questions on student' Abstract Reasoning and Critical Thinking in two Non-Direct Hight School Chemistry Classrom," *Dissertation Abstracts International*. 40 : 3220-A.
- Reys, Robert E.,Marityn N. Suydum & Mary Montgomery Lindquist.(1992). *Helping Children Learn Mathematics*. 3^{re} ed. Boston : Altyn And Bacon,Inc.
- Reys, Robert E.,Marityn N. Suydum & Mary Montgomery Lindquist.(2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6th ed. New York : John Wiley and sons.

- Riedesel, C. Alan.(1990). *Teaching Elementary School Mathematics*. 5th ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.
- Rowan,Thomas E. and Lorna J.Morrow.(1993). *Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards.Reading from Arithmetic Teacher*. Reston Virginia : The National Council of Theachers of Mathematic.
- Thurber ,Walter A.(1976). *Teaching Science in Today's Secondary School*. Boston : Allyn and Bacon.
- Thurlow ,Deborah Lee.(1999). "The Effects of Journal Writing on Fifth-Grade Subjects Mathematics Attitude and Achievement," *Dissertation Abstracts International*. 57(1) : 2620.
- Schunk, D.H.,Handson, A.R. and Cox, P.D. (1987,March). "Peer-Model Attributes and Chilgren's Achievement Behaviors," *Journal of Educational Psychology*. 79(1) : 54-61.
- Stenmark, J.K.(1991). *Mathematic Assessment : model , good question, and practical suggestion*. University of California : The National Council of Theachers of Mathematic, INC.
- Shannon,C.E. and weaver,W.(1949). *The Mathematical Theory of Communication*.
- /Suzanne Lane,et al.(1996a). *The Role Tasks and Holistic Scoring Rubrics : Assessing Students'Mathematical Reasoning and Communication*. . University of California : The National Council of Theachers of Mathematic, INC.
- _____.(1996b,Spring) . "Generalizability and Validity of Mathmatic Performance Assessment," *Journal of Educational Measurement*. 33(1) : 71-91.
- Wallach, Michell A. and Kogan Nathan.(1965). *Mode of Thinking in Young – Children*.Holt,Rinehart and Winston, Inc.
- Winson , Robert C.(1958). *Education for Gifted*. Chicago : The University of Chicago Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 10 ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้าน
คณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่า IOC	หมายเหตุ	ข้อที่	ค่า IOC	หมายเหตุ
1	1	คัดเลือกไว้	16	1	คัดเลือกไว้
2	0.33	ปรับปรุง	17	1	คัดเลือกไว้
3	1	คัดเลือกไว้	18	0.67	คัดเลือกไว้
4	1	คัดเลือกไว้	19	1	คัดเลือกไว้
5	0.67	คัดเลือกไว้	20	0.67	คัดเลือกไว้
6	0.33	ปรับปรุง	21	1	คัดเลือกไว้
7	1	คัดเลือกไว้	22	1	คัดเลือกไว้
8	1	คัดเลือกไว้	23	1	คัดเลือกไว้
9	0.67	คัดเลือกไว้	24	1	คัดเลือกไว้
10	0.67	คัดเลือกไว้	25	1	คัดเลือกไว้
11	1	คัดเลือกไว้	26	1	คัดเลือกไว้
12	1	คัดเลือกไว้	27	1	คัดเลือกไว้
13	1	คัดเลือกไว้	28	1	คัดเลือกไว้
14	1	คัดเลือกไว้	29	1	คัดเลือกไว้
15	1	คัดเลือกไว้	30	0.67	คัดเลือกไว้

ตาราง 11 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	รายการ	ค่า IOC	หมายเหตุ
1	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
2	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
3	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
4	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
5	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
6	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้

ตาราง 12 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	รายการ	ค่า IOC	หมายเหตุ
1	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
2	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
3	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
4	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
5	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้
6	สถานการณ์	1	คัดเลือกไว้
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	คัดเลือกไว้

ตาราง 13 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้าน
คณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่า t	หมายเหตุ	ข้อที่	ค่า t	หมายเหตุ
1	5.562**	คัดเลือกไว้	16	6.903	ตัดออก
2	6.476**	คัดเลือกไว้	17	6.312*	คัดเลือกไว้
3	7.367**	คัดเลือกไว้	18	9.552**	คัดเลือกไว้
4	7.668	ตัดออก	19	2.081	ตัดออก
5	3.447	ตัดออก	20	5.492**	คัดเลือกไว้
6	2.548*	คัดเลือกไว้	21	7.109**	คัดเลือกไว้
7	23.532	ตัดออก	22	7.697*	คัดเลือกไว้
8	5.889	ตัดออก	23	8.317	ตัดออก
9	7.603*	คัดเลือกไว้	24	4.762**	คัดเลือกไว้
10	6.358**	คัดเลือกไว้	25	8.041**	คัดเลือกไว้
11	4.924**	คัดเลือกไว้	26	4.061**	คัดเลือกไว้
12	7.912**	คัดเลือกไว้	27	5.381	ตัดออก
13	3.796	ตัดออก	28	5.579**	คัดเลือกไว้
14	6.107	ตัดออก	29	6.399**	คัดเลือกไว้
15	5.576**	คัดเลือกไว้	30	5.501**	คัดเลือกไว้

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตาราง 14 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ค่าความยาก	อำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	6	0.57	0.36	คัดเลือกไว้
2	6	0.60	0.36	คัดเลือกไว้
3	6	0.44	0.33	ตัดออก
4	6	0.49	0.31	คัดเลือกไว้
5	6	0.25	0.33	ตัดออก
6	6	0.35	0.47	คัดเลือกไว้

ตาราง 15 ค่าความยากละอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ค่าความยาก	อำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	6	0.56	0.44	คัดเลือกไว้
2	6	0.17	0.00	ตัดออก
3	6	0.32	0.36	คัดเลือกไว้
4	6	0.31	0.06	ตัดออก
5	6	0.28	0.28	คัดเลือกไว้
6	6	0.44	0.72	คัดเลือกไว้

ตาราง 16 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ความเที่ยงตรงทั้งฉบับ
1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	0.882
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	0.832

ตาราง 17 ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
1. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้าน คณิตศาสตร์	0.9044
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	0.8932
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	0.7489

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างของเครื่องมือ

แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามที่ต้องการสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกหรือการกระทำของนักเรียนที่เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งคำตอบของนักเรียนๆ ไม่มีถูกและไม่มีผิด
2. แบบสอบถามฉบับนี้ มีจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที
3. การตอบแบบสอบถามให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของตนเองว่ามีความรู้สึกอยู่ในระดับใดเพียงช่องเดียว ในแต่ละข้อโดยพิจารณาดังนี้

จริง สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นจริง
 ค่อนข้างจริง สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นจริง
 จริงน้อย สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นจริงน้อย
 ไม่จริง สำหรับข้อความที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นไม่จริง

ตัวอย่าง

ข้อ	ข้อความ	จริง	ค่อนข้างจริง	จริงน้อย	ไม่จริง
0.	ข้าพเจ้าไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนมากได้				✓
00.	ข้าพเจ้าสามารถอธิบายให้เพื่อนๆ ทราบถึงวิธีการในการหาผลลัพธ์ได้	✓			

แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ แล้วกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่กำหนดให้ตามที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง

ข้อ	ข้อความ	จริง	ค่อนข้างจริง	จริงน้อย	ไม่จริง
1.	ข้าพเจ้าสามารถอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้เพื่อนเข้าใจได้				
2.	ข้าพเจ้าสามารถเขียนอธิบายแนวความคิดในการแก้ปัญหาได้				
3.	ข้าพเจ้าไม่สามารถเสนอแนวความคิดในการแก้ปัญหาให้แก่ผู้อื่นได้				
4.	ข้าพเจ้าไม่สามารถประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาใช้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยเห็น				
5.	ข้าพเจ้าสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างละเอียด ชัดเจน				
6.	ข้าพเจ้าเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนในแต่ละคาบได้น้อยมาก				
7.	ข้าพเจ้าสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดมาหาความสัมพันธ์และเขียนเป็นสมการได้				
8.	ข้าพเจ้ารู้สึกว่าวิธีการคิดคำนวณต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ยากเกินความสามารถสำหรับข้าพเจ้า				
9.	ข้าพเจ้าเข้าใจวิธีในการหาคำตอบและอธิบายให้เพื่อนฟังได้อย่างถูกต้อง				
10.	ข้าพเจ้าสามารถทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง				
11.	ข้าพเจ้าคิดว่าตนเองไม่เหมาะสมที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์				
12.	ข้าพเจ้าไม่เข้าใจในสิ่งที่ผู้สอนและเพื่อนอธิบาย				
13.	ข้าพเจ้าสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้				
14.	ข้าพเจ้าสามารถนำเสนอคำตอบโดยใช้รูปภาพ ตาราง แผนภูมิ ฯลฯ ประกอบการตอบคำถามได้				
15.	ข้าพเจ้าสามารถสรุปประเด็นสำคัญของบทเรียนคณิตศาสตร์ได้				
16.	ข้าพเจ้าไม่สามารถคิดหาคำตอบตามครูผู้สอนได้				

ข้อ	ข้อความ	จริง	ค่อนข้างจริง	จริงน้อย	ไม่จริง
17.	ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ หลักการ มาประยุกต์ใช้ในการ แก้ปัญหาได้				
18.	ข้าพเจ้าเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ และสามารถสรุปเป็น แนวความคิดของตนเองได้				
19.	ข้าพเจ้าไม่สามารถเขียนอธิบายแนวความคิด วิธีการในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้				
20.	ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีที่ต่างออกไปจาก เพื่อน ๆ คนอื่นได้				

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด
2. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับ

ปัญหา

3. ในการแสดงเหตุผลในอาศัยการคิดในรูปแบบต่างๆ อาทิ เช่น การเขียนบรรยาย การเขียนรูปภาพ กราฟ ตาราง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อให้เห็นแนวความคิด และขั้นตอนการคำนวณ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อสอบ

00. คุณแม่ซื้อแอปเปิลมาจำนวนหนึ่ง โดยคุณแม่ได้ทำการแบ่งลูก 7 คน โดยที่ลูกสี่คนแรก ได้ไป หนึ่งในสาม หนึ่งในสี่ หนึ่งในห้า และ หนึ่งในแปด ตามลำดับ ส่วนลูกคนสามคนหลังได้รับคนละ 10 7 และ 5 ตามลำดับ อยากทราบว่าคุณแม่ซื้อแอปเปิลมาทั้งหมดกี่ผล

1. นักเรียนแสดงวิธีการคิดโดยการนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ พร้อมทั้งเลือกวิธีการในการหาคำตอบ

2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบตามวิธีการคิด พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

ตัวอย่างการตอบ ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. วิธีคิด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ จำนวนแอปเปิลที่แบ่งให้ลูกทั้ง 7 คน

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนแอปเปิลที่คุณแม่ซื้อมาทั้งหมด

กำหนดให้ จำนวนแอปเปิลที่คุณแม่ซื้อมาทั้งหมดเป็น x ผล

จากลูกคนที่หนึ่ง แม่แบ่งให้ หนึ่งในสามของทั้งหมด เขียนแทนด้วย $\frac{1}{3}x$ ผล

ลูกคนที่สอง แม่แบ่งให้ หนึ่งในสี่ของทั้งหมด เขียนแทนด้วย $\frac{1}{4}x$ ผล

ลูกคนที่สาม แม่แบ่งให้ หนึ่งในห้าของทั้งหมด เขียนแทนด้วย $\frac{1}{5}x$ ผล

ลูกคนที่สี่ แม่แบ่งให้ หนึ่งในแปดของทั้งหมด เขียนแทนด้วย $\frac{1}{8}x$ ผล

ลูกคนที่ห้า หก และ ลูกคนที่เจ็ด แม่แบ่งให้ คนละ 10 7 และ 5 ผล ตามลำดับ

เนื่องจากแม่ซื้อแอปเปิลมาจำนวน X ผล ดังนั้นจำนวนแอปเปิลที่ลูกแต่ละคนได้รับรวมกันต้องได้เท่ากับจำนวนแอปเปิลที่แม่ซื้อมา ดังนั้นเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{1}{3}X + \frac{1}{4}X + \frac{1}{5}X + \frac{1}{8}X + 10 + 7 + 5 = X$$

เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบต่อไป

2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ

จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ

$$\frac{1}{3}X + \frac{1}{4}X + \frac{1}{5}X + \frac{1}{8}X + 22 = X$$

$$X - \left(\frac{1}{3}X + \frac{1}{4}X + \frac{1}{5}X + \frac{1}{8}X \right) = 22$$

$$X - \left(\frac{40X + 30X + 24X + 15X}{120} \right) = 22 \quad (\text{ครน. ได้เท่ากับ } 120)$$

$$X - \left(\frac{109X}{120} \right) = 22$$

$$120X - 109X = 22 \times 120 \quad \text{b (นำ } 120 \text{ คูณทั้ง 2 ข้าง)}$$

$$11X = 2640 \quad \left(\text{นำ } \frac{1}{11} \text{ คูณทั้ง 2 ข้าง} \right)$$

$$X = 240$$

ดังนั้นจะได้ว่า คุณแม่ซื้อแอปเปิลมาทั้งหมด 240 ผล

และลูกคนที่หนึ่ง แม่แบ่งให้ $\frac{1}{3}X = \frac{1}{3} \times 240 = 80$ ผล

ลูกคนที่สอง แม่แบ่งให้ $\frac{1}{4}X = \frac{1}{4} \times 240 = 60$ ผล

ลูกคนที่สาม แม่แบ่งให้ $\frac{1}{5}X = \frac{1}{5} \times 240 = 48$ ผล

ลูกคนที่สี่ แม่แบ่งให้ $\frac{1}{8}X = \frac{1}{8} \times 240 = 30$ ผล

ลูกคนที่ห้า หก และ ลูกคนที่เจ็ด แม่แบ่งให้ คนละ 10 7 และ 5 ผล ตามลำดับ

3. จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อนำจำนวนแอปเปิลที่ลูกแต่ละคนได้รับมารวมกันจะได้ $80 + 60 + 48 + 30 + 10 + 7 + 5 = 240$ จริง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (จำนวน 4 ข้อ)

1. คุณยายให้เงินเหรียญบาท 1 ถุง แก่ป้อม เพื่อนำไปหยอดกระปุกออมสินต่างๆที่ป้อมมีอยู่ โดย

- ถ้าป้อมหยอดกระปุกทุกกระปุก กระปุกละ 2 บาท ป้อมจะเหลือเงิน 62 บาท
- ถ้าป้อมหยอดกระปุกทุกกระปุก กระปุกละ 5 บาท ป้อมจะเหลือเงิน 5 บาท

จากสถานการณ์ดังกล่าว อยากทราบว่าคุณยาย ให้เงินแก่ป้อมกี่บาทและป้อมมีกระปุกออมสินทั้งหมดกี่กระปุก

1. นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

2. โรงเรียนจัดทัศนศึกษาไปยังสวนสัตว์เขาเขียว และมีเบี้ยเลี้ยงให้กับนักเรียนแต่ละห้องจำนวนหนึ่ง โดยให้ครูประจำชั้นเป็นคนรับผิดชอบ ในการแบ่งเงินให้กับนักเรียน โดยครูประจำชั้นห้องหนึ่งได้ทำการแบ่งให้กับนักเรียนคนละ 35 บาท จะเหลือเงิน 25 บาท แต่ถ้าครูต้องการแบ่งให้คนละ 42 บาท จะขาดเงินจำนวน 255 บาท อยากทราบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีจำนวนกี่คน และครูประจำชั้นคนนี้ได้รับเงินเบี้ยเลี้ยงทั้งหมดเท่าไร จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. จงแสดงวิธีการหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

3. โอ้กับอู๋ ช่วยกันเก็บส้มในสวนรวมกันได้ 450 ผล โดยที่โอ้เก็บส้มกองไว้มองละ 15 ผล ส่วนอู๋เก็บส้มกองไว้มองละ 10 ผล เมื่อ^{ขึ้น}นำจำนวนกองส้มรวมกันได้ 40 กอง จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าโอ้ กับอู๋เก็บส้มได้คนละกี่ผล และกี่กอง จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. จงแสดงวิธีการหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

4. นิดน้อยทำการทุบกระปุกออมสินเพื่อนำเงินไปฝากธนาคาร พบว่าในกระปุกออมสินมีเหรียญอยู่ 120 เหรียญ โดยมีเหรียญบาทเป็นสี่เท่าของเหรียญห้า และเหรียญสิบเป็นเจ็ดเท่าของเหรียญห้า อยากทราบว่าในกระปุกออมสินของนิดน้อยมีเงินเท่าไร จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. จงแสดงวิธีการหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

- คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบของสถานการณ์ และใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้
2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแสดงแนวทางที่ให้ได้คำตอบโดยอาศัยความรู้ หลักการได้ถูกต้องเหมาะสมกับปัญหา
3. ให้นักเรียนนำเสนอโดยขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและเป็นระบบ โดยอาศัยการเขียนบรรยาย เขียนรูปภาพ กราฟ ตาราง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อช่วยในการตอบคำถามและให้เห็นแนวความคิด และวิธีการการได้มาซึ่งคำตอบ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อสอบ

00. ชิตามีเงินในกระเป๋าสตางค์อยู่ 3100 บาท โดยมีแตธนบัตรใบละ 100 บาท และ 500 บาท โดยที่จำนวนธนบัตรทั้ง 2 ชนิดรวมกันมากกว่า 10 ใบ แต่น้อยกว่า 15 ใบ อยากทราบว่าชิตามีธนบัตรใบละ 100 บาทหรือ ใบละ 500 บาท มากกว่ากัน โดยให้

1. นักเรียนคิดว่ามีธนบัตรใบละ 100 หรือใบละ 500 บาทมากกว่า และมีวิธีการคิดอย่างไร จงแสดงวิธีการคิด พร้อมอธิบาย

ตัวอย่างการตอบ

วิธีคิด 1. ใช้ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและตาราง

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ชิตามีเงินอยู่ 3100 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนธนบัตรใบละ 100 และ 500 บาท

ดังนั้นกำหนดให้ จำนวนธนบัตรใบละ 100 บาท คือ X เป็นเงิน $100X$

จำนวนธนบัตรใบละ 500 บาท คือ Y เป็นเงิน $500Y$

จาก จำนวนธนบัตรทั้ง 2 ชนิดรวมกันมากกว่า 10 ใบ แต่น้อยกว่า 15 ใบ เขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้ $10 < X + Y < 15$

จำนวนเงินในกระเป๋าสตางค์มี 3100 บาท เขียนเป็นสมการได้เป็น

$$100X + 500Y = 3100$$

จากเงิน 3100 บาทนั้นเป็นจำนวนเศษ 500 ดังนั้นธนบัตรใบละ 100 บาท ที่จะเป็นไปได้ คือ ดังนั้นจากสมการ $100X + 500Y = 3100$ แทนค่า X ในตาราง

X	1 (100)	6 (600)	11 (1100)
Y	6 (600)	5 (2500)	4 (2000)
จำนวนธนบัตร	7 (3100)	11 (3100)	15 (3100)

จากตารางจะเห็นได้ว่า ถ้าธนบัตรใบละ 100 บาท 1 ใบ จะได้ธนบัตรใบละ 500 บาท 6 ใบ ผลรวมของธนบัตรได้เท่ากับ 7 ไม่ถึง 10 ตามเงื่อนไข และถ้าธนบัตรใบละ 100 บาท 11 ใบ จะได้ธนบัตรใบละ 500 บาท 4 ใบ ผลรวมของธนบัตรได้เท่ากับ 15 เกิน 15 ตามเงื่อนไข

ดังนั้นคำตอบที่ได้คือ ธนบัตรใบละ 100 บาท 6 ใบ และธนบัตรใบละ 500 บาท 5 ใบ ผลรวมของธนบัตรเท่ากับ 11 ใบ ซึ่งตรงกับเงื่อนไขที่ว่าผลรวมของธนบัตรมากกว่า 10 ใบ แต่น้อยกว่า 15 ใบ สรุปได้ว่าธนบัตรใบละ 100 บาทมากกว่าธนบัตรใบละ 500 บาทอยู่ 1 ใบ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (จำนวน 4 ข้อ)

1. โรงพิมพ์แห่งหนึ่งต้องการซื้อกระดาษเพื่อใช้ในการถ่ายเอกสารเพื่อทำหนังสือเล่มหนึ่ง ซึ่งมี 58 หน้า จำนวน 1,200 เล่ม จึงได้สอบถามราคากระดาษจากบริษัท โดยมี 3 บริษัทได้เสนอราคากระดาษดังนี้

บริษัทที่ 1 ราคากระดาษ 1 กล่องมี 10 ห่อๆละ 200 แผ่น ราคา 775 บาท โดยที่บริษัทแห่งนี้ขายกระดาษยกกล่อง ไม่ขายปลีกเป็นห่อ

บริษัทที่ 2 ราคากระดาษ 1 กล่องมี 5 ห่อๆละ 500 แผ่น ราคา 860 บาท แต่ถ้าไม่เต็มกล่อง จำหน่ายห่อละ 175 บาท

บริษัทที่ 3 ราคากระดาษ 1 กล่องมี 10 ห่อๆละ 600 แผ่น ราคา 2,165 บาท แต่ถ้าไม่เต็มกล่อง จำหน่ายห่อละ 220 บาท

จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ราคากระดาษต่อห่อ และราคากระดาษต่อแผ่น ของแต่ละบริษัทมีราคาเท่าไร โดยให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดและนำเสนอราคาที่ได้ในรูปของการบรรยาย ตาราง หรือ แผนภูมิ

2. ราคาในการซื้อกระดาษตามจำนวนที่โรงพิมพ์ต้องการว่าแต่ละบริษัทใดจะเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด โดยนักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบและแสดงการเปรียบเทียบราคาในการซื้อกระดาษแต่ละบริษัท

3. บริษัทใดคิดราคากระดาษแพงที่สุด และบริษัทใดคิดราคาค่ากระดาษถูกที่สุด

2. อำนาจต้องการล้อมรั้วแปลงผักรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่ 32 ตารางเมตร โดยแปลงผักแปลงนี้มีด้านยาวยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง ในที่นี้เขามีต้นเสาจำนวน 14 ต้น นักเรียนคิดว่าอำนาจจะมีวิธีการในการฝังเสาเพื่อล้อมรั้วอย่างไรและระยะห่างระหว่างต้นเสาแต่ละต้นเป็นเท่าใด จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. แปลงผักแปลงนี้มีด้านยาว และด้านกว้างเท่าใด

2. วิธีการในการฝังเสาเพื่อล้อมรั้ว และระยะห่างระหว่างเสาแต่ละต้นเป็นเท่าใด

3. บริษัทรถยนต์ต้องการจ้างพนักงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ โดยมีผู้มาสมัครงานจำนวน 4 คน คือ อาร์ม ตูย์ เจ และ บอมป์ โดยแต่ละคนเสนอค่าจ้างชั่วโมงละ 43 , 48 , 52 , และ 55 บาท ตามลำดับ ซึ่งแต่ละคนจะต้องทดลองทำงานทั้งหมด 3 ชิ้น พบว่า จำนวนชั่วโมงที่แต่ละคนจะทำงานเสร็จเป็นดังนี้

จำนวนชั่วโมงที่อาร์มทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 5, 4.5 , 6 ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่ด้อยทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 4.5, 3.5 , 5.5 ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่เจทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 6, 3 , 7 ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่บอร์มทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 5.5, 5 , 4.5 ตามลำดับ

จากสถานการณ์ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าจ้างพนักงานทั้งสี่คน จำนวนเงินที่เจ้าของบริษัทจะต้องจ่ายเงินให้พนักงานแต่ละคนในช่วงทดลองงานเป็นเท่าไร
2. เจ้าของบริษัทควรจ้างพนักงานคนใดเข้าทำงานแต่ละชิ้น และถ้าบริษัทต้องการจ้างคนงานเพียงคนเดียวทำงานทั้งหมด บริษัทควรจ้างใครจึงจะจ่ายเงินน้อยที่สุด การแสดงวิธีการหาคำตอบ อาจใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟช่วยในการหาคำตอบ

4. ชมรมคณิตศาสตร์ของโรงเรียนต้องการตัดเสื้อแจ็คเก็ตให้กับนักเรียนจำนวน 69 คน โดยได้สอบถามราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตจากร้านค้าจำนวน 3 ร้านพบว่า

ร้านที่ 1 จำหน่ายเสื้อแจ็คเก็ตราคาตัวละ 150 บาท และคิดค่าจ้างในการปักเสื้อแจ็คเก็ตตัวละ 15 บาท โดยจะลดราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตให้ 3% เมื่อซื้อเต็มโหล

ร้านที่ 2 จำหน่ายเสื้อแจ็คเก็ตราคาโหลละ 1750 บาท และคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตโหลละ 180 บาท แต่ถ้าซื้อไม่ครบโหลจะคิดราคาขายปลีกตัวละ 180 บาทและคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตตัวละ 17 บาท

ร้านที่ 3 จำหน่ายเสื้อแจ็คเก็ตราคาโหลละ 1900 บาท และคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตโหลละ 150 บาท แต่ถ้าซื้อไม่ครบโหลจะคิดราคาขายปลีกตัวละ 200 บาทและคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตตัวละ 18 บาท แต่ทางร้านจะลดราคาเสื้อแจ็คเก็ตให้ถ้าซื้อมากกว่า 50 ตัว โดยจะลดราคาให้ 5% จากราคาที่ขาย

จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงแสดงราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อทั้งหมดของร้านค้าทั้ง 3 ร้าน และราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อต่อ 1 ตัวด้วย
2. จงเขียนแสดงการเปรียบเทียบราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อ ในแต่ละร้านโดยอาจเขียนในรูปตาราง แผนภาพ แผนภูมิ เป็นต้น
3. ร้านใดคิดราคาเสื้อแจ็คเก็ต และราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตถูกที่สุด และร้านใดคิดราคาเสื้อแจ็คเก็ต และราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตแพงที่สุด
4. ถ้านักเรียนจะเลือกซื้อเสื้อแจ็คเก็ต นักเรียนจะเลือกซื้อเสื้อร้านใดและจะปักเสื้อร้านใด ทำไมนักเรียนจึงเลือกที่จะซื้อเสื้อและปักเสื้อที่ร้านดังกล่าว จงเขียนอธิบายเหตุผล

ภาคผนวก ค
เกณฑ์การให้คะแนน
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. คุณยายให้เงินเหรียญบาท 1 ถุง แก่ป้อม เพื่อนำไปหยอดกระปุกออมสินต่างๆที่ป้อมมีอยู่ โดย
- ถ้าป้อมหยอดกระปุกทุกกระปุก กระปุกละ 2 บาท ป้อมจะเหลือเงิน 62 บาท
 - ถ้าป้อมหยอดกระปุกทุกกระปุก กระปุกละ 5 บาท ป้อมจะเหลือเงิน 5 บาท
- จากสถานการณ์ดังกล่าว อยากทราบว่าคุณยาย ให้เงินแก่ป้อมกี่บาทและป้อมมีกระปุกออมสินทั้งหมดกี่กระปุก
1. นักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
 2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
 3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

รูปแบบการตอบ		เกณฑ์การให้คะแนน
รูปแบบการตอบที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว		การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ ของข้อมูล
1. วิธีการคิด สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือจำนวนเงินทั้งหมด และจำนวนกระปุก สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ คุณยายให้เหรียญบาทแก่ป้อมจำนวนหนึ่ง กำหนดให้เหรียญบาททั้งหมดเป็น X เหรียญ ถ้าป้อมหยอดกระปุกครั้งละ 2 บาท จะเหลือเงิน 62 บาท จะได้จำนวนเงินทั้งหมดที่หยอด กระปุกเท่ากับ $X - 62$ แต่หยอดครั้งละ 2 บาท ดังนั้นจำนวนกระปุกเท่ากับ $\frac{X - 62}{2}$ ถ้าป้อมหยอดกระปุกครั้งละ 5 บาท จะเหลือเงิน 5 บาท จะได้จำนวนเงินทั้งหมดที่หยอด กระปุกเท่ากับ $X - 5$ แต่หยอดครั้งละ 5 บาท ดังนั้นจำนวนกระปุกเท่ากับ $\frac{X - 5}{5}$		2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ทั้งหมด - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน - เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ - เขียนอธิบายความสัมพันธ์เล็กน้อย

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
เนื่องจากจำนวนกระปุกเท่ากันจึงเขียนสมการได้เป็น $\frac{X - 62}{2} = \frac{X - 5}{5}$ เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบต่อไป 2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ $\frac{X - 62}{2} = \frac{X - 5}{5}$ $5(X - 62) = 2(X - 5) \quad (\text{นำ } 10 \text{ คูณทั้ง } 2 \text{ ข้างของสมการ})$ $5X - 310 = 2X - 10$ $5X - 2X = 310 - 10$ $3X = 300$ $X = 100 \quad (\text{นำ } \frac{1}{3} \text{ คูณทั้ง } 2 \text{ ข้างของสมการ})$ จะได้ว่าคูณขยายให้เหรียญบาทป้อมทั้งหมด 100 เหรียญ $\frac{X - 62}{2} = \frac{100 - 62}{2} = \frac{38}{2} = 19$ จำนวนกระปุกเท่ากับ	0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบผิด การหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ได้อธิบายความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - ไม่มีสรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
3. จากคำตอบที่ได้ในข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้องซึ่งได้จากการตรวจสอบคำตอบ ดังนี้ ถ้าหยอดกระปุกครั้งละ 2 บาท ลงใน 19 กระปุก แสดงว่าหยอดเหรียญรวม $2 \times 19 = 38$ บาท และเหลือเงิน 62 บาท แสดงว่ามีเงินทั้งหมด $36 + 62 = 100$ บาท ถ้าหยอดกระปุกครั้งละ 5 บาท ลงใน 19 กระปุก แสดงว่าหยอดเหรียญรวม $5 \times 19 = 95$ บาท และเหลือเงิน 5 บาท แสดงว่ามีเงินทั้งหมด $95 + 5 = 100$ บาท	เกณฑ์การให้คะแนน เขียนหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้
รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
<u>รูปแบบการตอบที่ 2</u> ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 1. วิธีการคิด โจทย์ต้องการทราบ จำนวนเงินทั้งหมด และจำนวนกระปุก กำหนดให้จำนวนกระปุกทั้งหมดเป็น X กระปุก ถ้าป้อนหยอดกระปุกครั้งละ 2 บาท เป็นเงิน 2X แต่ยังมีเหลือเงิน 62 บาท ดังนั้น จะได้จำนวนเงินทั้งหมดเท่ากับ $2X + 62$ ถ้าป้อนหยอดกระปุกครั้งละ 5 บาท เป็นเงิน 5X แต่ยังมีเหลือเงิน 5 บาท ดังนั้น จะได้จำนวนเงินทั้งหมดเท่ากับ $5X + 5$ เนื่องจากจำนวนเงินทั้งหมดเท่ากันจึงเขียนสมการได้เป็น $2X + 62 = 5X + 5$ เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบต่อไป	การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ถูกต้องทั้งหมด - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ถูกต้องบางส่วน - เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ - เขียนอธิบายความสัมพันธ์เล็กน้อย 0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ถูกต้อง - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบผิด

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ $2X + 62 = 5X + 5$ $5X - 2X = 62 - 5$ $3X = 57$ $X = 19$ (นำ $\frac{1}{3}$ คูณทั้ง 2 ข้างของสมการ) จะได้ว่าจำนวนกระปุกทั้งหมดที่ป้อมมีเท่ากับ 19 กระปุก ดังนั้นคุณยายให้เหรียญบาทแก่ป้อมเท่ากับ $2(19) + 62 = 100$ เหรียญ	การหาคำตอบหรือข้อความคำตอบ 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ หลักการสรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ได้อธิบายความรู้ หลักการ สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ 0 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ หลักการ ไม่มีสรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้
3. จากคำตอบที่ได้ในข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้องซึ่งได้จากการตรวจสอบ ดังนี้ ถ้าหยอดกระปุกครั้งละ 2 บาท ลงใน 19 กระปุก แสดงว่าหยอดเหรียญรวม $2 \times 19 = 38$ บาท และเหลือเงิน 62 บาท แสดงว่ามีเงินทั้งหมด $38 + 62 = 100$ บาท ถ้าหยอดกระปุกครั้งละ 5 บาท ลงใน 19 กระปุก แสดงว่าหยอดเหรียญรวม $5 \times 19 = 95$ บาท และเหลือเงิน 5 บาท แสดงว่ามีเงินทั้งหมด $95 + 5 = 100$ บาท	ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
รูปแบบการตอบที่ 3 <u>ใช้ความรู้เรื่องระบบสมการ</u> 1. วิธีการคิด สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จำนวนเงินทั้งหมด และจำนวนการปลูก กำหนดให้จำนวนเหรียญทั้งหมดเป็น X และป้อมมีกระปุกอยู่จำนวนหนึ่ง กำหนดให้จำนวนกระปุกทั้งหมดเป็น Y ถ้าป้อมหยอดกระปุกครั้งละ 2 บาท เป็นเงิน 2Y แต่ยังเหลือเงิน 62 บาท ดังนั้น จะได้สมการเท่ากับ $X - 2Y = 62$ ถ้าป้อมหยอดกระปุกครั้งละ 5 เป็นเงิน 5Y แต่ยังเหลือเงิน 5 บาท ดังนั้น จะได้สมการเท่ากับ $X - 5Y = 5$ เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบต่อไป	การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องทั้งหมด - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน - เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ - เขียนอธิบายความสัมพันธ์เล็กน้อย 0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบผิด

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ $X - 2Y = 62$สมการที่ 1 $X - 5Y = 5$สมการที่ 2 นำสมการที่ 1 - 2 จะได้ $(X - 2Y) - (X - 5Y) = 62 - 5$ $X - 2Y - X + 5Y = 57$ $3Y = 57$ $Y = 19$ (นำ $\frac{1}{3}$ คูณทั้ง 2 ข้างของสมการ) แทนค่า $Y = 19$ ลงในสมการที่ 1 จะได้ $X - 2(19) = 62$ $X - 38 + 38 = 62 + 38$ (นำ 38 บวกทั้งสองข้างของสมการ) $X = 100$ ดังนั้นจะได้ว่าคุณยายให้เหรียญบาทแก่ป้อมเท่ากับ 100 เหรียญ และจำนวนกระปุกที่ป้อมมีทั้งหมดเท่ากับ 19 กระปุก	การหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ต้องการความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ 0 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - ไม่สรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้
3. จากคำตอบที่ได้ในข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะเมื่อแทนค่า $X = 100$ และ $Y = 19$ ทั้งสมการที่ 1 และ 2 ทำให้ทั้ง 2 ข้างของสมการเท่ากัน	ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

2. โรงเรียนจัดทัศนศึกษาไปยังสวนสัตว์เขาเขียว และมีเบี้ยเลี้ยงให้กับนักเรียนแต่ละห้องจำนวนหนึ่ง โดยให้ครูประจำชั้นเป็นคนรับผิดชอบ ในการแบ่งเงินให้กับนักเรียน โดยครูประจำชั้นห้องหนึ่งได้ทำการแบ่งให้กับนักเรียนคนละ 35 บาท จะเหลือเงิน 25 บาท แต่ถ้าครูต้องการแบ่งให้คนละ 42 บาท จะขาดเงินจำนวน 255 บาท อยากทราบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีจำนวนกี่คน และครูประจำชั้นคนนี้ได้รับเงินเบี้ยเลี้ยงทั้งหมดเท่าไร จากสถานการณ์ดังกล่าว

- 1. จงแสดงวิธีการคิดหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
- 2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
- 3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

รูปแบบการตอบ		เกณฑ์การให้คะแนน
รูปแบบการตอบที่ 1	ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
1. วิธีคิด	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนนักเรียน และจำนวนเงินที่ครูประจำชั้นมีทั้งหมด ดังนั้นจึงกำหนดให้นักเรียนทั้งหมดเป็น X	2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องทั้งหมด - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง
	ถ้าครูประจำชั้นแบ่งเงินให้นักเรียนคนละ 35 บาท จะเหลือเงิน 25 บาท	1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำ
	จะได้จำนวนเงินทั้งหมดเท่ากับ $35(X) + 25$	ไปสู่การหาคำตอบได้
	ถ้าครูประจำชั้นแบ่งเงินให้นักเรียนคนละ 42 บาท จะขาดเงิน 255 บาท	0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบผิด
	จะได้จำนวนเงินทั้งหมดเท่ากับ $42(X) - 255$	
	เนื่องจากจำนวนเงินที่ใช้แบ่งมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นจึงได้สมการดังนี้	
	$35(X) + 25 = 42(X) - 255$	
	เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบต่อไป	

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ $\begin{aligned} 35(X) + 25 &= 42(X) - 255 \\ 35X + 25 &= 42X - 255 \\ 42X - 35X &= 255 + 25 \\ 7X &= 280 \\ X &= \frac{280}{7} \\ X &= 40 \end{aligned}$ จะได้ว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มนี้มีทั้งหมด 40 คน จำนวนเงินทั้งหมด เท่ากับ $(35 \times 40) + 25 = 1425$ บาท	การหาคำตอบหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ได้อธิบายความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ 0 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - ไม่มีสรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้
3. จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อนำเงินทั้งหมด ที่ได้มาแบ่งครั้งละ 35 บาท จะได้จำนวนนักเรียนเท่ากับ 40 คนและเหลือเงินเท่ากับ 25 บาท จริง และเมื่อนำแบ่งให้นักเรียน 40 คน คนละ 42 บาท ต้องใช้เงิน 1,680 ซึ่งยังขาดอยู่อีก 1,680 - 1,425 = 255 บาท	ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน																				
<u>รูปแบบการตอบที่ 2 การแก้ปัญหาในรูปตาราง</u> 1. <u>วิธีการคิด</u> สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนนักเรียน และจำนวนเงินทั้งหมด ครูประจำชั้นมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง โดยทำการแบ่งเงินดังนี้ ถ้าแบ่งให้นักเรียนคนละ 35 จะเหลือเงิน 25 บาท แสดงว่าจำนวนเงินจะเพิ่มจากที่เงินเหลือ 25 บาทที่ละ 35 บาท ถ้าครูประจำชั้นแบ่งให้นักเรียนคนละ 42 บาท จะขาดเงินอีก 255 บาท แสดงว่าจำนวนเงินจะเพิ่มจากที่ขาดที่ 42 บาท และเมื่อจำนวนเงินที่ทำการแบ่งจนจำนวนเงินเท่ากันก็จะได้อาณาเงินนักเรียนห้องนี้ โดยใช้ตารางช่วย 2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ตาราง <table><tr><th>จำนวนคน</th><th>ถ้าแบ่งให้คนละ 35 บาท</th><th>จำนวนเงิน</th><th>ถ้าแบ่งให้คนละ 42 บาท</th><th>จำนวนเงิน</th></tr><tr><td>1</td><td>25+35</td><td>60</td><td>-255+42</td><td>-213</td></tr><tr><td>39</td><td>1355+35</td><td>1390</td><td>1341+42</td><td>1383</td></tr><tr><td>40</td><td>1390+35</td><td>1425</td><td>1383+42</td><td>1425</td></tr></table> จากตารางจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการแบ่งเงินให้นักเรียนคนละ 35 บาทและคนละ 42 บาทไปทั้งหมด 40 คนจะได้จำนวนเงินเท่ากันคือ 1425 บาท	จำนวนคน	ถ้าแบ่งให้คนละ 35 บาท	จำนวนเงิน	ถ้าแบ่งให้คนละ 42 บาท	จำนวนเงิน	1	25+35	60	-255+42	-213	39	1355+35	1390	1341+42	1383	40	1390+35	1425	1383+42	1425	การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องทั้งหมด - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ เพื่อนำไปสู่การสร้างตารางในการหาคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน - เขียนอธิบายความสัมพันธ์เล็กน้อย เพื่อนำไปสู่การสร้างตารางในหาคำตอบ 0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ เพื่อนำไปสู่การสร้างตาราง การหาคำตอบหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - นำเสนอขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้ตารางได้ถูกต้องเหมาะสม - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - นำเสนอขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้ตารางได้ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้
จำนวนคน	ถ้าแบ่งให้คนละ 35 บาท	จำนวนเงิน	ถ้าแบ่งให้คนละ 42 บาท	จำนวนเงิน																	
1	25+35	60	-255+42	-213																	
39	1355+35	1390	1341+42	1383																	
40	1390+35	1425	1383+42	1425																	

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
3. จากคำตอบที่ได้ในข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้องจากตรวจสอบคำตอบ เพราะเมื่อทำการแบ่งเงินให้นักเรียน 40 คนละ 35 บาทจะได้เท่ากับ 1,400 บาท และยิ่งเหลือเงินอีก 25 บาท รวมเป็น 1,425 บาทและเมื่อนำเงินมาแบ่งให้นักเรียน 40 คนคนละ 42 บาทเป็นเงิน 1,680 จะได้ว่า 1680 – 1425 = 255 นั่นคือเมื่อทำการแบ่งให้เด็กคนละ 42 บาทจะขาดเงินจำนวน 255 บาท	0 = - ไม่นำเสนอขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้ตาราง - ไม่มีสรุปความสัมพัทธ์และคำตอบที่ได้ ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

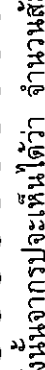
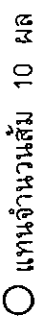
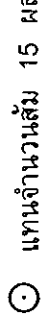
3. ไอ้กับอู๋ ช่วยกันเก็บส้มในสวนรวมกันได้ 450 ผล โดยที่ไอ้เก็บส้มกองไว้มาก 15 ผล ส่วนอู๋เก็บส้มกองไว้มาก 10 ผล เมื่อนักจำนวนกองส้มรวมกันได้ 40 กอง จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่า ไอ้ กับอู๋เก็บส้มได้คนละกี่ผล และกี่กอง จากสถานการณ์ดังกล่าว
1. จงแสดงวิธีการคิดหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
 2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
 3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
<u>รูปแบบการตอบที่ 1</u> <u>ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</u> 1. วิธีคิด สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ไอ้ กับ อู๋ เก็บส้มได้คนละกี่ผล และกี่กอง สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ จำนวนกองส้มรวมกันได้ 40 กอง จำนวนส้มที่เก็บรวมกันได้ 450 ผล โดยที่ไอ้เก็บส้มกองไว้มาก 15 ผล ส่วนอู๋เก็บส้มกองไว้มาก 10 ผล จากโจทย์ นับจำนวนกองส้มรวมกันได้ทั้งหมด 40 กอง ดังนั้น กำหนดให้ไอ้เก็บส้มได้ X กอง ดังนั้นอู๋เก็บส้มได้เท่า 40-X กอง จะได้ว่า จำนวนส้มที่ไอ้เก็บได้เท่ากับ 15X ผล และ จำนวนส้มที่อู๋เก็บได้เท่ากับ 10(40-X) ผล ทั้งหมดที่เก็บได้เท่ากับ 450 ผล เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $15X + 10(40-X) = 450$ เมื่อได้สมการแล้วทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบต่อไป	การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องทั้งหมด - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ 0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบผิด

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ $15X + 10(40-X) = 450$ $15X + 400 - 10X = 450$ $5X = 450 - 400$ $5X = 50$ $X = 10$ (นำ $\frac{1}{3}$ คูณทั้งสองข้างของสมการ) ดังนั้นจะได้ว่า ไอ้เก็บส้มได้ 10 กองและ ไอ้เก็บส้มได้ 40 - 10 เท่ากับ 30 กอง และ ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมดเท่ากับ 15x10 เท่ากับ 150 ผล และ ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมดเท่ากับ 10x(40-10) เท่ากับ 300 ผล	การหาคำตอบหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ได้อธิบายความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ 0 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - ไม่มีสรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้
3. จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อนำจำนวนกองที่ไอ้เก็บส้มได้คือ 10 และ 30 ตามลำดับรวมกันได้เท่ากับ 10+30 = 40 จริง และเมื่อนำจำนวนส้มที่ไอ้เก็บได้ 150 ผลและไอ้เก็บได้ 300 ผล รวมกันได้ 150+300 = 450 ผล จริง	ยืนยันหรือคัดค้าน ข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ 2 สมการ คือ $\begin{aligned} X + Y &= 40 && (1) \\ 15X + 10Y &= 450 && (2) \\ 15x(1) &15X + 15Y &= 600 && (3) \end{aligned}$ นำสมการที่ (3) - (2) จะได้ $\begin{aligned} (15X + 15Y) - (15X + 10Y) &= 600 - 450 \\ 15X + 15Y - 15X - 10Y &= 150 \\ 5Y &= 150 \\ Y &= 30 \end{aligned}$ แทนค่า $Y = 30$ ลงในสมการที่ (1) จะได้ $\begin{aligned} X + 30 &= 40 \\ X &= 10 \end{aligned}$ ดังนั้นจะได้ว่า ไอ้เก็บส้มได้ 10 กองและ ไอ้เก็บส้มได้ 30 กอง ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมดเท่ากับ 15×10 เท่ากับ 150 ผล และ ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมดเท่ากับ 10×30 เท่ากับ 300 ผล 3. จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อนำจำนวนกองที่ไอ้เก็บส้มได้คือ 10 และ 30 ตามลำดับรวมกันได้เท่ากับ $10 + 30 = 40$ จริง และเมื่อนำจำนวนส้มที่ไอ้เก็บได้ 150 ผลและไอ้เก็บได้ 300 ผล รวมกันได้ $150 + 300 = 450$ ผล จริง	การหาคำตอบหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ได้อธิบายความรู้ หลักการ 0 = - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ หลักการ ไม่มีสรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้ ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
<u>รูปแบบการตอบที่ 3 ใช้การวาดภาพ</u> 1. วิธีคิด สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ จำนวนกล่องสัมรวมกันได้ 40 กอง จำนวนสัมที่เก็บรวมกันได้ 450 ผล สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ไอ้ กับ อู๋ เก็บสัมได้คนละกี่ผล และกี่กอง โดยที่ไอ้เก็บสัมกล่องไว้มาก 15 ผล ส่วนอู๋เก็บสัมกล่องไว้มาก 10 ผล จากโจทย์จะเห็นว่าไอ้กับอู๋เก็บสัมรวมกันไว้ทั้งหมด 40 กอง ดังนั้น สมมติให้ภาพ ○ แทนสัม 1 กอง จำนวน 10 ผล จะได้ว่าเราต้องวาดภาพ ○ จำนวน 40 ภาพ แทนสัม 400 ผล 2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ วาดภาพ ○ แทนสัม 1 กอง จำนวน 10 ผล ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ จะเห็นได้ว่าสัม 40 กอง กองละ 10 ผล จะได้สัมจำนวน $40 \times 10 = 400$ ผล แต่ไอ้กับอู๋เก็บสัมรวมกันไว้ทั้งหมด 450 ผล ยังขาดสัมอีก $450 - 400 = 50$ ผล จากเดิมวาด ○ แทนจำนวนสัม 10 ผล ซึ่งแทนด้วย ดังนั้นถ้าต้องการเพิ่มสัมให้อีกกองละ 5 ผล เราวาด · ลงใน ○ จนครบจำนวน 450 ผล แสดงว่าเราต้องทำการวาดจุดลงไป จากเดิมไป $\frac{50}{5} = 10$ กอง จะได้	การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องทั้งหมด - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ 0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ การหาคำตอบหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - นำเสนอขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้การวาดภาพได้ถูกต้อง - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - นำเสนอขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้การวาดภาพได้ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ 0 = - ไม่นำเสนอขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้การวาดภาพได้ - ไม่มีสรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
      แทนจำนวนส้ม 10 ผล  แทนจำนวนส้ม 15 ผล ดังนั้นจากรูปจะเห็นได้ว่า จำนวนส้มกองละ 10 ผลได้จำนวน 30 กอง และจำนวนส้มกองละ 15 ผลได้จำนวน 10 กอง สรุปได้ว่า ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมด 10 กองและ ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมด 30 กอง ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมดเท่ากับ 15x10 เท่ากับ 150 ผล และ ไอ้เก็บส้มได้ทั้งหมดเท่ากับ 10x30 เท่ากับ 300 ผล	
3. จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อนำจำนวนกองที่ไอ้เก็บได้คือ 10 และ 30 ตามลำดับรวมกันได้เท่ากับ $10+30 = 40$ จึง และเมื่อนำจำนวนส้มที่ไอ้เก็บได้ 150 ผลและไอ้เก็บได้ 300 ผล รวมกันได้ $150+300 = 450$ ผล จึง	ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

4. นัดหมายทำการทบทวนการปลูกออมสินเพื่อนำเงินไปฝากธนาคาร พบว่าในการปลูกออมสินมีเหรียญอยู่ 120 เหรียญ โดยมีเหรียญบาทเป็นสี่เท่าของเหรียญห้า และเหรียญสิบเป็นเจ็ดเท่าของเหรียญห้า อยากทราบว่าในการปลูกออมสินของนิดหน้อยมีเงินเท่าไร โดยให้

1. นักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. จงแสดงขั้นตอนวิธีการในการหาคำตอบ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ
3. จงตรวจสอบคำตอบที่ได้ในข้อ 2 ว่าถูกต้องหรือไม่พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

วิธีการตอบที่ 1	ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	เกณฑ์การให้คะแนน
1. วิธีคิด สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ จำนวนเหรียญทั้งหมด 80 เหรียญ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนเงินทั้งหมดในการปลูกออมสิน จากโจทย์ พบว่าในการปลูกออมสินกำหนดให้มีเหรียญบาทเป็นสี่เท่าของเหรียญห้า และเหรียญสิบเป็นเจ็ดเท่าของเหรียญห้า จะเห็นว่าเหรียญบาทและเหรียญสิบมีความสัมพันธ์กับเหรียญห้า ดังนั้น กำหนดให้เหรียญห้าบาทมีจำนวน x เหรียญ จำนวนเงินเหรียญห้าคิดเป็น $5x$ บาท เหรียญบาทเป็นสี่เท่าของเหรียญห้า เขียนแทนด้วย $4x$ เหรียญ จำนวนเงินเหรียญบาทคิดเป็น $1 \times (4x)$ บาท และเหรียญสิบเป็นเจ็ดเท่าของเหรียญห้า เขียนแทนด้วย $7x$ เหรียญ จำนวนเงินเหรียญสิบคิดเป็น $10 \times (7x)$ บาท เนื่องจากในการปลูกออมสินมีเหรียญทั้งหมดจำนวน 120 เหรียญ ดังนั้นจำนวนเหรียญแต่ละชนิดรวมกันต้องได้เท่ากับ 120 เหรียญ ดังนั้นเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $x + 4x + 7x = 120$		การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง 1 = - เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้อย่างถูกต้องบางส่วน - เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ 0 = - ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบผิด

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. แสดงขั้นตอนการหาคำตอบ จากวิธีการคิดทำให้ได้สมการ $X + 4X + 7X = 120$ $12X = 120$ $X = 10$ (นำ $\frac{1}{12}$ คูณทั้ง 2 ข้าง) ดังนั้นจะได้ว่า ในกระป๋องอมสินมีเหรียญห้าอยู่ 10 เหรียญ คิดเป็นเงิน $5X = 5 \times 10 = 50$ บาท เหรียญบาทมีอยู่ $4X = 4 \times 10 = 40$ เหรียญ คิดเป็นเงิน $1 \times 40 = 40$ บาท และเหรียญสิบอยู่ $7X = 7 \times 10 = 70$ เหรียญ คิดเป็นเงิน $10 \times (70) = 700$ บาท สรุปได้ว่าในกระป๋องอมสินมีเงินทั้งหมดเท่ากับ $50 + 70 + 700 = 790$ บาท	การหาคำสรุปหรือข้อความคาดการณ์ 2 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ถูกต้อง - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ถูกต้อง 1 = - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - อธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยไม่ต้องการความรู้หลักการ 0 = - สรุปความสัมพันธ์และคำตอบได้ - แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ - ไม่มีการอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ความรู้หลักการ - ไม่สรุปความสัมพันธ์และคำตอบที่ได้
3. จากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะ เมื่อนำจำนวนเหรียญบาท เหรียญห้า และเหรียญสิบที่ได้ในข้อ 2 คือ 40 10 และ 70 เหรียญตามลำดับรวมกันได้ $40 + 10 + 70 = 120$ เหรียญ จริง	ยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป 2 = อธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ชัดเจน 1 = อธิบายเหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านคำตอบที่ได้เล็กน้อย 0 = ไม่มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้

ภาคผนวก ง
เกณฑ์การให้คะแนน
แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. โรงพิมพ์แห่งหนึ่งต้องการซื้อกระดาษเพื่อใช้ในการถ่ายเอกสารเพื่อทำหนังสือเล่มหนึ่ง ซึ่งมี 58 หน้า จำนวน 1200 เล่ม จึงได้ทำการสอบถามราคากระดาษจากบริษัทกระดาษได้ทำการเสนอราคา โดยมี 3 บริษัทได้เสนอราคากระดาษดังนี้

บริษัทที่ 1 กระดาษ 1 กล่องมี 10 ห่อๆละ 200 แผ่น ราคา 775 บาท โดยที่บริษัทแห่งนี้ขายกระดาษยกกล่อง ไม่ขายปลีกเป็นห่อ

บริษัทที่ 2 กระดาษ 1 กล่องมี 5 ห่อๆละ 500 แผ่น ราคา 860 บาท แต่ถ้าซื้อไม่เต็มกล่อง จำหน่ายห่อละ 175 บาท

บริษัทที่ 3 กระดาษ 1 กล่องมี 10 ห่อๆละ 600 แผ่น ราคา 2,165 บาท แต่ถ้าซื้อไม่เต็มกล่อง จำหน่ายห่อละ 220 บาท

จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ราคากระดาษต่อห่อ และราคากระดาษต่อแผ่น ของแต่ละบริษัทมีราคาเท่าไร โดยให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดและนำเสนอราคาที่ได้ในรูปแบบของการบรรยาย ใช้ตาราง ใช้แผนภูมิ
2. ราคาในการซื้อกระดาษตามจำนวนที่โรงพิมพ์ต้องการว่าบริษัทใดจะเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด โดยนักเรียนแสดงวิธีการคิดหาค่าตอบและแสดงการเปรียบเทียบราคาค่าใช้จ่ายในการซื้อกระดาษแต่ละบริษัท
3. บริษัทใดคิดราคากดาษแพงที่สุด และบริษัทใดคิดราคากดาษถูกที่สุด

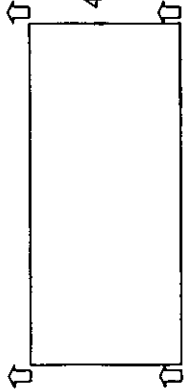
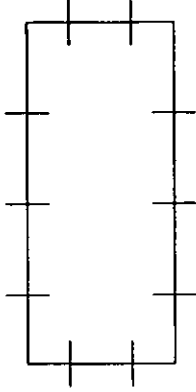
รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
วิธีคิด 1. จากสถานการณ์ จะได้ว่า <u>บริษัทที่ 1</u> เสนอราคากดาษ 1 กล่อง มีกระดาษ 10 ห่อๆละ 200 แผ่น ราคา 775 บาท จะได้ ราคากดาษ 1 ห่อ เท่ากับ $775 \div 10 = 77.50$ บาท จากกระดาษ 1 กล่องมี 10 ห่อๆละ 200 แผ่น คิดเป็นกระดาษ $10 \times 200 = 2,000$ แผ่น ดังนั้นกระดาษ 1 แผ่นเท่ากับ $775 \div 2000 = 0.3875$ บาท	ภาษาทางคณิตศาสตร์ 2 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง 1 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้บางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน 0 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความผิด ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน																
<u>บริษัทที่ 2</u> เสนอราคากระดาษ 1 กล่อง มีกระดาษ 5 ห่อๆละ 500 แผ่น ราคา 860 บาท จะได้ราคากระดาษ 1 ห่อ เท่ากับ $860 \div 5 = 172$ บาท จากกระดาษ 1 กล่องมี 5 ห่อๆละ 500 แผ่น คิดเป็นกระดาษ $5 \times 500 = 2500$ แผ่น ดังนั้นกระดาษ 1 แผ่นเท่ากับ $860 \div 2500 = 0.3440$ บาท <u>บริษัทที่ 3</u> เสนอราคากระดาษ 1 กล่อง มีกระดาษ 10 ห่อๆละ 600 แผ่น ราคา 2,165 บาท จะได้ ราคากระดาษ 1 ห่อ เท่ากับ $1965 \div 10 = 216.50$ บาท จากกระดาษ 1 กล่องมี 10 ห่อๆละ 600 แผ่น คิดเป็นกระดาษ $10 \times 600 = 6000$ แผ่น ดังนั้นกระดาษ 1 แผ่นเท่ากับ $2,165 \div 6,000 = 0.3608$ บาท สามารถสรุปราคากระดาษต่อห่อและต่อแผ่นได้ดังนี้ <table><tr><th>บริษัท</th><th>ราคากระดาษต่อห่อ</th><th>จำนวนกระดาษใน 1 กล่อง</th><th>ราคากระดาษต่อแผ่น</th></tr><tr><td>1</td><td>77.50</td><td>2,000</td><td>0.3875</td></tr><tr><td>2</td><td>172</td><td>2,500</td><td>0.3440</td></tr><tr><td>3</td><td>216.50</td><td>6,000</td><td>0.3608</td></tr></table>	บริษัท	ราคากระดาษต่อห่อ	จำนวนกระดาษใน 1 กล่อง	ราคากระดาษต่อแผ่น	1	77.50	2,000	0.3875	2	172	2,500	0.3440	3	216.50	6,000	0.3608	การแสดงแนวความคิด 2 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ ในการดำเนินการได้อย่างถูกต้อง 1 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา แต่ไม่ได้อาศัยความรู้ในการดำเนินการ 0 = ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา ความชัดเจนในการนำเสนอ 2 = นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบสมบูรณ์ มีการใช้ตารางช่วยในการเปรียบเทียบคำตอบที่เหมาะสม ถูกต้อง 1 = การนำเสนอยังสับสนไม่เป็นระบบเท่าที่ควร ไม่มีการใช้ตารางช่วยในการเปรียบเทียบคำตอบ 0 = ไม่แสดงวิธีการนำเสนอ
บริษัท	ราคากระดาษต่อห่อ	จำนวนกระดาษใน 1 กล่อง	ราคากระดาษต่อแผ่น														
1	77.50	2,000	0.3875														
2	172	2,500	0.3440														
3	216.50	6,000	0.3608														
2. เนื่องจากโรงพิมพ์ต้องการกระดาษเพื่อมาถ่ายเอกสารเพื่อทำหนังสือจำนวน 1,200 เล่ม โดย 1 เล่มต้องใช้กระดาษ 58 หน้า จะได้จำนวนกระดาษทั้งหมดที่บริษัทต้องการเท่ากับ $1,200 \times 58 = 69,600$ แผ่น ถ้าต้องการส่งกระดาษบริษัทที่ 1 จะต้องส่งกระดาษ $69,600 \div 2,000 = 34$ กล่อง และ 1,600 แผ่น แต่บริษัทนี้ไม่จำหน่ายกระดาษปลีกเป็นห่อ ดังนั้นต้องสั่งกระดาษบริษัทนี้ 35 กล่อง																	

2. อำนาจต้องการล้อมรั้วแปลงผักรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่ 32 ตารางเมตร โดยแปลงผักเปลี่ยนนี้มีความยาวยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง ในที่นี้เขามีต้นเสาจำนวน 14 ต้น นักเรียนคิดว่าอำนาจจะมีวิธีการในการฝังเสาเพื่อล้อมรั้วอย่างไรและระยะห่างระหว่างต้นเสาแต่ละต้นเป็นเท่าใด จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

- แปลงผักเปลี่ยนนี้มีความยาว และด้านกว้างเท่าใด
- วิธีการในการฝังเสาเพื่อล้อมรั้ว และระยะห่างระหว่างเสาแต่ละต้นเป็นเท่าใด

วิธีคิด	รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. ใช้ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ แปลงผักเปลี่ยนนี้มีพื้นที่ 32 ตารางเมตร สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ความยาวและความกว้างของแปลงผัก ดังนั้นกำหนดให้ ความกว้างของแปลงผัก เท่ากับ x เนื่องจากด้านยาวของแปลงผักยาวกว่า 2 เท่าของด้านกว้าง เขียนแทนด้วย $2x$  x เนื่องจาก แปลงผักเปลี่ยนนี้มีพื้นที่ 32 ตารางเมตร จากสูตรพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า เท่ากับ กว้าง x ยาว จะได้ $32 = x \times 2x$ $2x^2 = 32$ $x^2 = 16$ $x = \pm 4 \text{ (เลือกใช้ } 4 \text{ เพราะเป็นความยาว)}$ ดังนั้นจะได้ว่าแปลงผักเปลี่ยนนี้มีความกว้างเท่ากับ 4 เมตร และด้านยาวเท่ากับ 8 เมตร		ภาษาทางคณิตศาสตร์ 2 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง 1 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้บางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน 0 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความผิด ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย การแสดงแนวความคิด 2 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับระบบสมการในการดำเนินการได้อย่างถูกต้องทั้งหมด มีการอธิบายสรุปคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อมูลจากการคำนวณในข้อ 1 ประกอบได้ถูกต้องทั้งหมด 1 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา แต่ไม่ได้อาศัยความรู้และหลักการประกอบการตอบการคิด และอธิบายสรุปคำตอบ 0 = ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. ในการล้อมรั้วจะต้องทำการฝังเสา 1 ต้นที่มุมทั้งสี่ ดังรูป 8 เมตร  4 เมตร เมื่อทำการฝังเสาที่มุมทั้ง 4 ก็จะทำให้เหลือต้นเสาเท่ากับ $14 - 4 = 10$ ต้น ดังนั้นทำการแบ่งพื้นที่ส่วนที่เหลือให้เป็น 10 ส่วน ดังรูป  จากรูป จะเห็นว่าทำการแบ่งที่ด้านยาวออกเป็น 4 ส่วนที่เท่ากัน จะได้ระยะห่างของเสาด้านยาวเท่ากับ $8 \div 4 = 2$ เมตร และทำการแบ่งที่ด้านกว้างออกเป็น 3 ส่วนที่เท่ากัน จะได้ระยะห่างของเสาในด้านกว้างเท่ากับ $4 \div 3 \cong 1.33$ เมตร ดังนั้นจะได้ว่า แปลงผักแห่งนี้มีด้านยาวยาว 8 เมตร ระยะห่างระหว่างเสาในด้านยาวเท่ากับ 2 เมตร ด้านกว้างเท่ากับ 4 เมตร และระยะห่างระหว่างเสาในด้านกว้างเท่ากับ 1.33 เมตร (หมายเหตุ ในการแบ่งที่ด้านกว้างกับด้านยาว สำหรับการฝังเสา นักเรียนสามารถแบ่งได้ตามความเหมาะสม)	ความชัดเจนในการนำเสนอ 2 = นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบสมบูรณ์ชัดเจน มีการใช้แผนภาพประกอบในการคิดที่เหมาะสม ถูกต้อง 1 = การนำเสนอยังสับสนไม่เป็นระบบ ไม่มีแผนภาพประกอบในการคิด ใช้การเดาและวาดภาพประกอบ 0 = ไม่แสดงวิธีการนำเสนอ

3. บริษัททรกยณต์ต้องการจ้างพนักงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ โดยมีผู้มาสมัครงานจำนวน 4 คน คือ อาร์ม ดูป เจ และบอมบ์ โดยแต่ละคนเสนอค่าจ้างชั่วโมงละ 43 , 48 , 52 ,และ 55 บาท ตามลำดับ ซึ่งแต่ละคนจะต้องทดลองทำงานทั้งหมด 3 ชิ้น พบว่า จำนวนชั่วโมงที่แต่ละคนทำงานเสร็จเป็นดังนี้

จำนวนชั่วโมงที่อาร์มทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 5, 4.5, 6 ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่ดูปทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 4.5, 3.5, 5.5 ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่เจทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 6, 3, 7 ตามลำดับ

จำนวนชั่วโมงที่บอมบ์ทำงานแต่ละชิ้นเสร็จเป็นดังนี้ คือ 5.5, 5, 4.5 ตามลำดับ

จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าจ้างพนักงานทั้งสี่คน จำนวนเงินที่เจ้าของบริษัทจะต้องจ่ายเงินให้พนักงานแต่ละคนในช่วงทดลองงานเป็นเท่าไร
2. เจ้าของบริษัทควรจ้างพนักงานคนใดเข้าทำงานแต่ละชิ้น และถ้าบริษัทต้องการจ้างคนงานเพียงคนเดียวทำงานทั้งหมด บริษัทควรจ้างใครจึงจะจ่ายเงินน้อยที่สุด จงแสดงวิธีการคิด อาจใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟช่วยในการหาคำตอบ

รูปแบบการตอบ				เกณฑ์การให้คะแนน																							
วิธีคิด				ภาษาทางคณิตศาสตร์ 2 = ใช้สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน 1 = ใช้สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาคำตอบได้บางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ไม่ชัดเจน 0 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาคำตอบผิด ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย																							
1. ในการแก้ปัญหาใช้ตารางช่วยในการวิเคราะห์																											
จากข้อมูลเขียนจำนวนชั่วโมงที่แต่ละคนทำงานเสร็จ																											
แสดงจำนวนชั่วโมงที่พนักงานแต่ละคนทำงานแต่ละชิ้นเสร็จ																											
<table><tr><td>งาน</td><td colspan="3">จำนวนชั่วโมงที่พนักงานแต่ละคนทำงานแต่ละชิ้นเสร็จ</td></tr><tr><td>ชิ้นที่</td><td>อาร์ม</td><td>ดูย์</td><td>เจ</td><td>บอมบ์</td></tr><tr><td>1</td><td>5</td><td>4.5</td><td>6</td><td>5.5</td></tr><tr><td>2</td><td>4.5</td><td>3.5</td><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>6</td><td>5.5</td><td>7</td><td>4.5</td></tr></table>					งาน	จำนวนชั่วโมงที่พนักงานแต่ละคนทำงานแต่ละชิ้นเสร็จ			ชิ้นที่	อาร์ม	ดูย์	เจ	บอมบ์	1	5	4.5	6	5.5	2	4.5	3.5	3	5	3	6	5.5	7
งาน	จำนวนชั่วโมงที่พนักงานแต่ละคนทำงานแต่ละชิ้นเสร็จ																										
ชิ้นที่	อาร์ม	ดูย์	เจ	บอมบ์																							
1	5	4.5	6	5.5																							
2	4.5	3.5	3	5																							
3	6	5.5	7	4.5																							
จากจำนวนชั่วโมงที่แต่ละคนทำงานแต่ละชิ้นสามารถนำมาคำนวณจากราคาค่าแรงต่อชั่วโมงแต่ละคนดังนี้																											

รูปแบบการตอบ					เกณฑ์การให้คะแนน	
ตารางแสดงจำนวนเงินที่พนักงานแต่ละคนได้รับ (บาท)					การแสดงความหวาดวิตก	
งาน	จำนวนเงินที่พนักงานแต่ละคนได้รับ (บาท)				2 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ ในการดำเนินการได้อย่างถูกต้อง	
	อาร์ม (43)	ด้อย (48)	เจ (52)	บอมป์ (55)	1 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา และอธิบายสรุปคำตอบเล็กน้อย	
1	$5 \times 43 = 215$	$4.5 \times 48 = 216$	$5.5 \times 52 = 286$	$5 \times 55 = 275$	0 = ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา	
2	$4.5 \times 43 = 193.50$	$3.5 \times 48 = 168$	$3 \times 52 = 156$	$5 \times 55 = 275$	ความชัดเจนในการนำเสนอ	
3	$6 \times 43 = 258$	$5.5 \times 48 = 264$	$7 \times 52 = 364$	$4.5 \times 55 = 247.50$	2 = นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบสมบูรณ์ชัดเจน มีการใช้ตารางช่วยในการเปรียบเทียบคำตอบที่เหมาะสม ถูกต้องชัดเจน	
รวม	666.50	648	806	797.50	1 = การนำเสนอยังสับสนไม่เป็นระบบ ไม่มีการใช้ตารางช่วยในการเปรียบเทียบคำตอบ	
					0 = ไม่แสดงวิธีการนำเสนอ	
2. จากตารางสามารถตอบคำถามได้ว่าจำนวนเงินที่เจ้าของบริษัทจ่ายเงินให้พนักงานแต่ละคน คือ อาร์ม ด้อย เจ และ บอมป์ เป็นเงินเท่ากับ 666.5 648 806 และ 797.5 ตามลำดับ						
เจ้าของบริษัทควรจ้างอาร์มทำงานชิ้นที่ 1 ควรจ้างเจทำงานชิ้นที่ 2 และควรจ้างบอมป์ทำงานชิ้นที่ 3 และถ้าบริษัทต้องการจ้างคนงานเพียงคนเดียวทำงานทั้งหมด บริษัทควรจ้าง						

4. ชมรมคณิตศาสตร์ของโรงเรียนต้องการจัดซื้อเสื้อแจ็คเก็ตให้นักเรียนจำนวน 69 คน โดยได้สอบถามราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตจากร้านค้าจำนวน 3 ร้านพบว่า

ร้านที่ 1 จำหน่ายเสื้อแจ็คเก็ตราคาตัวละ 150 บาท และคิดค่าจ้างในการปักเสื้อแจ็คเก็ตตัวละ 15 บาท โดยจะลดราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตให้ 3% เมื่อซื้อเต็มโหล

ร้านที่ 2 จำหน่ายเสื้อแจ็คเก็ตราคาโหลละ 1750 บาท และคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตโหลละ 180 บาท แต่ถ้าซื้อไม่ครบโหลจะคิดราคาขายปลีกตัวละ 180 บาทและคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตตัวละ 17 บาท

ร้านที่ 3 จำหน่ายเสื้อแจ็คเก็ตราคาโหลละ 1900 บาท และคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตโหลละ 150 บาท แต่ถ้าซื้อไม่ครบโหลจะคิดราคาขายปลีกตัวละ 200 บาทและคิดค่าปักเสื้อแจ็คเก็ตตัวละ 18 บาท แต่ทางร้านจะลดราคาเสื้อแจ็คเก็ตให้ถ้าซื้อมากกว่า 50 ตัว โดยจะลดราคาให้ 5% จากราคาที่ขาย

จากสถานการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงแสดงราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อทั้งหมดของร้านค้าทั้ง 3 ร้าน และราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อต่อ 1 ตัวด้วย
2. จงเขียนแสดงการเปรียบเทียบราคาเสื้อแจ็คเก็ตและราคาการปักเสื้อ ในแต่ละร้านโดยอาจเขียนในรูปตาราง แผนภาพ แผนภูมิ เป็นต้น
3. ร้านใดคิดราคาเสื้อแจ็คเก็ต และราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตถูกที่สุด และร้านใดคิดราคาเสื้อแจ็คเก็ต และราคาการปักเสื้อแจ็คเก็ตแพงที่สุด
4. ถ้านักเรียนจะเลือกซื้อเสื้อแจ็คเก็ต นักเรียนจะเลือกซื้อเสื้อร้านใดและจะปักเสื้อหรือไม่ นักเรียนจึงเลือกที่จะซื้อเสื้อและปักเสื้อที่ร้านดังกล่าว

จงเขียนอธิบายเหตุผล

รูปแบบการตอบ		เกณฑ์การให้คะแนน
วิธีคิด ทั้งหมด 5 โหล และอีก 9 ตัว ร้านที่ 1	เนื่องจากชมรมคณิตศาสตร์ต้องการซื้อเสื้อแจ็คเก็ต 69 ตัว แสดงว่าจะซื้อเสื้อ 5 โหล และอีก 9 ตัว คิดราคาเสื้อตัวละ 150 บาท แต่ถ้าซื้อครบโหลลดให้ 3% เสื้อ 12 ตัว ราคา 150 x 12 = 1,800 บาท เสื้อ 5 โหล เป็นเงิน 1,800x5 = 9,000 บาท ถ้าซื้อครบโหลทางร้านจะลดให้ 3% แสดงว่า	ภาษาทางคณิตศาสตร์ 2 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน 1 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้บางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อเลือก 100 บาท ได้ส่วนลด 3 บาท ข้อเลือก 9,000 บาท ได้ส่วนลด $\frac{3}{100} \times 9000 = 270$ บาท ดังนั้นเลือก 5 โหล คิดเป็นเงิน $9,000 - 270 = 8,730$ บาท นอกจากนี้ยังมีเสื้ออีก 9 ตัว คิดในราคาขายปลีก เป็นเงิน $150 \times 9 = 1,350$ บาท แสดงว่าถ้าซื้อเสื้อร้านที่ 1 เป็นเงินทั้งหมด $8,730 + 1,350 = 10,080$ บาท ดังนั้นเลือก 69 ตัว คิดเป็นเงิน 10,080 บาท เลือก 1 ตัว คิดเป็นเงิน $\frac{10080}{69} \approx 146$ บาท จาก ปักเสื้อ 1 ตัว ราคา 15 บาท ปักเสื้อ 12 ตัว ราคา $15 \times 12 = 180$ บาท เนื่องจากชมรมปักเสื้อ 5 โหล เป็นเงิน $180 \times 5 = 900$ ถ้าปักเสื้อครบโหลจะลดให้ 3% ปักเสื้อ 100 บาท ได้ส่วนลด 3 บาท ปักเสื้อ 900 บาท ได้ส่วนลด $\frac{3}{100} \times 900 = 27$ บาท ดังนั้นปักเสื้อ 5 โหล คิดเป็นเงิน $900 - 27 = 873$ นอกจากนี้ยังมีเสื้ออีก 9 ตัว คิดในราคาขายปลีก เป็นเงิน $15 \times 9 = 135$ บาท แสดงว่าถ้าปักซื้อเสื้อร้านที่ 1 จะเป็นเงินทั้งหมด $873 + 135 = 1008$ ดังนั้นเลือก 69 ตัว คิดราคาถ้าปักเสื้อเป็นเงิน 1008 บาท	ภาษาทางคณิตศาสตร์(ต่อ) 0 = ใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความผิด ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย การแสดงแนวความคิด 2 = - เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้(ร้อยละและปัญหาดีไตรยางค์) ในการดำเนินการได้อย่างถูกต้อง - อธิบายสรุปคำตอบที่ได้โดยอาศัยข้อมูลมาประกอบอย่างครบถ้วนทุกข้อมูล 1 = - เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา แต่ไม่ได้อาศัยความรู้ในการดำเนินการ - มีการสรุปคำตอบแต่ไม่มีข้อมูลประกอบ 0 = - ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา - ไม่มีการอธิบายสรุป ความชัดเจนในการนำเสนอ 2 = - นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบ มีความชัดเจน - รูปแบบตารางที่ใช้มีความชัดเจนครบถ้วน 1 = - นำเสนออย่างมีขั้นตอนชัดเจน แต่ยังไม่เป็นระบบเท่าที่ควร - รูปแบบตารางที่ใช้ไม่มีความชัดเจน มีรายละเอียดเพียงเล็กน้อย

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
เสื้อ 1 ตัว คิดราคาค่าปักเสื้อเป็นเงิน $\frac{1008}{69} \approx 14.60$ บาท ดังนั้นถ้าซื้อเสื้อแฉกเกิดและปักเสื้อคิดเป็นเงิน $10,080 + 1,008 = 11,088$ บาท <u>ร้านที่ 2</u> คิดราคาค่าเสื้อโหลละ 1,750 บาท ถ้าซื้อไม่ครบโหลคิดราคาขายปลีกตัวละ 180 บาท เนื่องจากชมรมซื้อเสื้อ 5 โหล เป็นเงิน $1,750 \times 5 = 8,750$ นอกจากนี้ยังมีเสื้ออีก 9 ตัว คิดในราคาขายปลีก เป็นเงิน $180 \times 9 = 1,620$ บาท แสดงว่าถ้าซื้อเสื้อร้านที่ 1 จะเป็นเงินทั้งหมด $8,750 + 1,620 = 10,370$ บาท ดังนั้น เสื้อ 69 ตัว คิดเป็นเงิน 10,370 บาท เสื้อ 1 ตัว คิดเป็นเงิน $\frac{10370}{69} \approx 150$ บาท เนื่องจากร้านที่ 2 คิดราคาค่าปักเสื้อโหลละ 180 บาท ถ้าซื้อไม่ครบโหลคิดราคาค่าปักเสื้อตัวละ 17 บาท ถ้าต้องการปักเสื้อ 5 โหล คิดเป็นเงิน $180 \times 5 = 900$ นอกจากนี้ยังมีเสื้ออีก 9 ตัว คิดในราคาปลีก เป็นเงิน $17 \times 9 = 153$ แสดงว่าถ้าปักเสื้อร้านที่ 2 จะเป็นเงินทั้งหมด $900 + 153 = 1,053$ ดังนั้น ปักเสื้อ 9 ตัว คิดเป็นเงิน 1,053 บาท ปักเสื้อ 1 ตัว คิดเป็นเงิน $\frac{1053}{69} \approx 15$ บาท ดังนั้นถ้าซื้อเสื้อแฉกเกิดและปักเสื้อคิดเป็นเงิน $10,370 + 1,053 = 11,423$ บาท	0 = - ไม่แสดงวิธีการนำเสนอ

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ร้านที่ 3 คิดราคาค่าเสื้อโหลละ 1,900 บาท ถ้าซื้อไม่ครบโหลคิดราคาขายปลีกตัวละ 200 เนื่องจากยังมีเสื้ออีก 9 ตัว คิดในราคาขายปลีก เป็นเงิน $1,900 \times 5 = 9,500$ บาท ถ้าซื้อเสื้อร้านที่ 3 จะเป็นเงินทั้งหมด $200 \times 9 = 1,800$ บาท แต่เนื่องจากร้านค้าละลดราคาให้เมื่อซื้อเสื้อมากกว่า 50 ตัว จะลดราคาให้ 5% ราคาเสื้อ 100 บาท ลดราคาให้ 5 บาท ถ้าราคาเสื้อ 11,300 บาท ลดราคาให้ $\frac{5}{100} \times 11,300 = 565$ แสดงว่าถ้าซื้อเสื้อร้านที่ 3 จะต้องจ่ายเงินเท่ากับ $11,300 - 565 = 10,735$ บาท ดังนั้น เสื้อ 69 ตัว คิดเป็นเงิน 10735 บาท เสื้อ 1 ตัว คิดเป็นเงิน $\frac{10735}{69} \approx 156$ บาท เนื่องจากร้านที่ 3 คิดราคาค่าปากเสื้อโหลละ 150 บาท ถ้าซื้อไม่ครบโหลคิด ราคาค่าปากเสื้อตัวละ 18 บาท ถ้าต้องการปากเสื้อ 5 โหล คิดเป็นเงิน $150 \times 5 = 750$ นอกจากนี้ยังมีเสื้ออีก 9 ตัว คิดในราคาปลีก เป็นเงิน $18 \times 9 = 162$ บาท แสดงว่าถ้าปากเสื้อร้านที่ 3 จะเป็นเงินทั้งหมด $750 + 162 = 912$ บาท แต่เนื่องจากร้านค้าละลดราคาให้เมื่อปากเสื้อมากกว่า 50 ตัว โดยจะลดราคาให้ 5% ราคาปากเสื้อ 100 บาท ลดราคาให้ 5 บาท	

รูปแบบการตอบ		เกณฑ์การให้คะแนน		
ถ้าราคาปากเสือ 912 บาท ลดราคาให้ $\frac{5}{100} \times 912 = 46$ บาท แสดงว่าถ้าซื้อเสื้อร้านที่ 3 จะต้องจ่ายเงินเท่ากับ $912 - 46 = 866$ บาท ดังนั้น ปากเสือ 69 ตัว คิดเป็นเงิน 866 บาท ปากเสือ 1 ตัว คิดเป็นเงิน $\frac{866}{69} \approx 13$ บาท ดังนั้นถ้าซื้อเสื้อแจ็คเก็ตและปากเสือคิดเป็นเงิน $10,735+912 = 11,647$ บาท				
2. จากการคำนวณในข้อ 1 สามารถเขียนตารางเปรียบเทียบได้ดังนี้				
ร้านค้า	ราคาเสื้อทั้งหมด	ราคาเสื้อต่อ 1 ตัว (ประมาณ)	ราคาการปากต่อ 1 ตัว(ประมาณ)	ราคารวมทั้งหมด
1	10,080	146	1,008	11,088
2	10,370	150	1,053	11,423
3	10,735	156	912	11,647

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
3. จากตารางจะเห็นได้ว่า ร้านที่ 1 คัดราคาค่าเสื้อแจ็คเก็ตถูกที่สุด และร้านที่ 3 คัดราคาค่าปากเสื้อแจ็คเก็ตถูก ที่สุด และร้านที่ 3 คัดราคาค่าเสื้อแจ็คเก็ตแพงที่สุด และร้านที่ 2 คัดราคาค่าปากเสื้อแจ็คเก็ต แพงที่สุด 4. นักเรียนสามารถจะเลือกซื้อร้านใดก็ได้แต่สามารถนำข้อมูลที่ได้มาอธิบายประกอบการ ตัดสินใจโดยใช้การนำเสนอที่ชัดเจน สมบูรณ์	

ภาคผนวก จ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์

อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสด

ภาควิชาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษา

อาจารย์ยุวรินทร์ ธนัญญา

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์และการวัดผลการศึกษา

อาจารย์รุจิเรข จิระเสวี

โรงเรียนสายปัญญา ในพระบรมราชินูปถัมภ์

สำนักเขตพื้นที่การศึกษา 1 กรุงเทพมหานคร

อาจารย์จงดี้ แซ่ตัน

โรงเรียนสายปัญญา ในพระบรมราชินูปถัมภ์

สำนักเขตพื้นที่การศึกษา 1 กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	เขาวพร วรรณทิพย์
วันเดือนปีเกิด	29 ตุลาคม 2521
สถานที่เกิด	อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	230 หมู่ 2 ตำบลขวัญเมือง อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	ปริญญาโท (การวัดผลการศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2544	ปริญญาตรี (การมัธยมศึกษา คณิตศาสตร์) จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม