

การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปริญญาานิพนธ์  
ของ  
อรรจน์ย์ ชูช่วยสุวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ตุลาคม 2552

การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปริญญาณิพนธ์  
ของ  
อรรจน์ย์ ชูช่วยสุวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ตุลาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ  
ของ  
อรรจน์ย์ ชูช่วยสุวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ตุลาคม 2552

อรรถเจนีย์ ชูช่วยสุวรรณ. (2552). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปริญญาโท กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง, อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ.

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 374 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การให้คะแนนของกรมวิชาการ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีดัชนีความยากตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.61 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.71 มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ตั้งแต่ 0.817 ถึง 0.903 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.821 คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ 2 คน และผู้ตรวจ 3 คน มีดัชนีความสอดคล้อง 0.929 และ 0.934 ตามลำดับ และจากศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 71.39

A DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY TEST  
FOR MATHAYOMSUKSA V STUDENTS

AN ABSTRACT  
BY  
ATCHANEE CHUCHUAYSUWAN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Education Degree in Educational Measurement  
at Srinakharinwirot University

October 2009

Atchaneey Chuchaysuwan. (2009). *A Development of Mathematical Connection Ability Test for Mathayomsuksa V Students*. Master thesis, M.Ed.(Educational Measurement). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr.Suwaporn Semheng. Mr.Chawalit Ruayajin.

The purposes of this study were to Construct Mathematical Connection Ability Test for Mathayomsuksa V Students and to test its quality. The samples of this study were 374 Mathayomsuksa V students under the jurisdiction of the Office of Bangkok Educational Service Area I, during the 2<sup>nd</sup> semester of 2008 academic year, through two – stage random sampling. The mathematical connection ability within subject's content test was essay type and Holistic scoring rubric was applied in the scoring process.

The results revealed as follow:

The mathematical connection ability test for Mathayomsuksa V students had the difficulty index 0.43 to 0.61, discrimination index 0.55 to 0.71, construct validity item 0.817 to 0.924, and reliability 0.821 whereas two and three raters' reliability was at 0.929 and 0.934, respectively. It could be concluded that students' mathematical connection ability was at a criterion level with 71.39 percentages.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ของ

อรรชนีย์ ชูช่วยสุวรรณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)  
วันที่ ..... เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน  
(อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง)

..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยความเมตตา กรุณา อย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็น ตลอดจนแนะแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์วรรณพร สิริพล อาจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา และอาจารย์สุรัชย์ จามรเนียม ผู้ทรงคุณวุฒิสาขาคณิตศาสตร์ อาจารย์สุรี ใจกล้า และ อาจารย์นิศารัตน์ คงสวัสดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดผลทางการศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและแนะแนวทางแก้ไขข้อบกพร่อง ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารสถานศึกษา คณาจารย์ และนักเรียนทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณอาจารย์พรณี เกตุถาวร และอาจารย์นงลักษณ์ กำจัดภัย ที่เสียสละเวลาและร่างกาย ในการเป็นผู้ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบเพื่อหาความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งสำหรับการวิจัย และขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการวัดผลการศึกษาทุกท่านที่มอบมิตรภาพที่ดี ตลอดจนให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในระหว่างดำเนินการวิจัยอย่างดียิ่งเสมอมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ - คุณแม่ และสมาชิกทุกท่านในครอบครัว ที่คอยให้คำปรึกษา เป็นกำลังใจในยามที่ท้อแท้ และเหน็ดเหนื่อย ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน พร้อมทั้งสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาของผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในครั้งนี้

อรรชนีย์ ชูช่วยสุวรรณ



## สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ภูมิหลัง .....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	3
ความสำคัญของการวิจัย .....	3
ขอบเขตของการวิจัย .....	3
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	3
ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	3
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	6
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	8
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	8
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 .....	8
ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	10
ความสามารถในการเชื่อมโยง .....	10
ความหมายของการเชื่อมโยง .....	10
ความสำคัญของการเชื่อมโยง.....	10
คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง.....	10
ลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ .....	13
การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง .....	18
การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	22
ข้อสอบความเรียง.....	33
ลักษณะของข้อสอบความเรียง .....	33
วิธีการสร้างข้อสอบความเรียง .....	35
การหาคุณภาพของข้อสอบความเรียง .....	43
วิธีการตรวจให้คะแนน .....	51
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
งานวิจัยต่างประเทศ .....	54
งานวิจัยในประเทศ .....	56

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	59
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง .....	59
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	60
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	67
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล .....	68
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	73
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	73
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
<b>5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b> .....	80
วัตถุประสงค์ และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป.....	80
อภิปรายผล .....	81
ข้อเสนอแนะ.....	82
<b>บรรณานุกรม</b> .....	84
<b>ภาคผนวก</b> .....	89
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....	90
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน.....	93
<b>ประวัติย่อผู้วิจัย</b> .....	113

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่.....	20
2 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	59
3 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ.....	65
4 แสดงดัชนีความยาก ดัชนีอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดการเชื่อมโยงภายในวิชา .....	73
5 แสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากการหาค่าสอดคล้องภายในของ แบบทดสอบโดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ .....	74
6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการตรวจตามเกณฑ์การตรวจ จากผู้ตรวจ 3 คน	75
7 ตารางแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ .....	76
8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจเพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นของผู้ตรวจ .....	77
9 ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์.....	77

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็ว และเวลา เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่.....	14
3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็ว และเวลา เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่.....	14
4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	60

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในโลก ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกมุ่งพัฒนาบุคลากรของตนเอง ให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน โดยคุณแจสำคัญที่จะทำให้คนประสบความสำเร็จ ดำรงชีวิตอย่างมีความสุข สามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพสังคมของโลกยุค โลกาภิวัตน์ได้ คือ การศึกษา (สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. 2542: 5) ดังนั้นในการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ ต้องจัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย (กรมวิชาการ. 2544: 4) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนรู้อาจจัดเนื้อหา และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ใช้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น พร้อมทั้งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อให้ดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข

วิชาคณิตศาสตร์ถือเป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาคน เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบ ระเบียบ แบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถ่องแท้ รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทำให้คนเป็นคนที่สมบูรณ์ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา อารมณ์ และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญต่อโลกของวิทยาการหลายสาขา ทั้งเศรษฐศาสตร์ สังคม วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานของวิทยาการหลาย ๆ สาขา ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ก็ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าว ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ถูกบรรจุไว้ในทุกระดับชั้น ส่วนหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์นั้นก็ได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่เรื่อยมา โดยปัจจุบันประเทศไทยใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ซึ่งประกอบด้วย 6 สาระการเรียนรู้ แบ่งเป็นสาระการเรียนรู้ในเชิงเนื้อหา 5 สาระ ประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต และ การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การแก้ปัญหา

การให้เหตุผล การสื่อสาร/การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 6-7)

การเชื่อมโยงเป็นทักษะ/กระบวนการหนึ่งในสาระที่ 6 ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 203-205) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงนี้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อ นั้น จำเป็นต้องเชื่อมโยงเนื้อหาต่าง ๆ ภายในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และในการแก้ปัญหา นอกจากนี้แล้วยังต้องมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันอีกด้วย ในขณะที่เดียวกันสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 1989: 84 - 93) ก็ได้กล่าวถึงความสำคัญของกระบวนการเชื่อมโยงที่มีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้เช่นเดียวกันโดยกล่าวถึงนักเรียนเกรด 5 – 8 ว่ากระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะช่วยขยายการรับรู้ของนักเรียนให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนรับรู้ว่าคณิตศาสตร์เป็นส่วนเดียวกันทั้งหมด ไม่ใช่เป็นเพียงกลุ่มของส่วนที่เกี่ยวข้องกันเท่านั้น และทำให้นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ทั้งในการเรียนในโรงเรียนและในชีวิตประจำวัน โดยผ่านการสำรวจความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และความสัมพัทธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนพบว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ นั้นมีความสัมพันธ์กันและสามารถช่วยให้พวกเขาเข้าใจวิชาอื่น ๆ และชีวิตประจำวันได้อย่างไร นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าวิชาอื่น ๆ และความรู้ในชีวิตประจำวันมีประโยชน์ต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างไรอีกด้วย ซึ่งเมื่อนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ก็จะทำให้นักเรียนมองเห็นถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์มีคุณค่า และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง และยังส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ตามมาอีกด้วย นอกจากนี้กระบวนการเชื่อมโยงยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการ ไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรม และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ง่ายต่อการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ที่มีต่อการเรียนการสอน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเด็กไทยทำข้อสอบแบบท่องจำเนื้อหาวิชาได้ดี ในขณะที่ทำข้อสอบที่ต้องใช้เหตุผลและความสามารถในการวิเคราะห์ไม่ค่อยได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 58) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ภายในคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ภายในคณิตศาสตร์

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา

## ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรง ดัชนีความยาก ดัชนีอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและได้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบประเมินรวม (Scoring Rubric) ที่มีคุณภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อ ครู ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการที่จะนำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคุณภาพนี้ไปตรวจสอบความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 1 จำนวน 39 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 13,419 คน

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 1 จำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 374 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two – Stage Random Sampling)

### ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้ที่ 2 การวัดเรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติและการประยุกต์

## ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษาด้านคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ได้แก่

1. ดัชนีความยาก (Difficulty Index)
2. ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination Index)
3. ค่าความเที่ยงตรง (Validity)
4. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**1. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการภายในวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วมาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือช่วยในการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

**2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์** หมายถึง แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย (Essay Type)

**3. คุณภาพของแบบทดสอบ** หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

**3.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity)** ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตรงตามความมุ่งหมายที่จะวัด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะตรวจสอบความเที่ยงตรงในด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ของแบบทดสอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนน รวมทั้งฉบับด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

**3.2 ดัชนีความยาก (Difficulty Index)** ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่ได้จากสัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิด โดยใช้คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบแต่ละข้อเทียบกับคะแนนเต็มของข้อนั้นโดยคำนวณด้วยสูตรการคำนวณของวิทนีย์ และซาเบอร์ (Whitney; & Saber. 1970)

**3.3 ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination Index)** ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถจำแนกหรือแยกผู้ตอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยผู้ที่ทำข้อสอบถูกควรจะมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง และผู้ที่ทำข้อสอบผิด



ควรมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้วยสูตรการคำนวณของวิทนีย์ และซาเบอร์ (Whitney; & Saber. 1970)

3.4 **ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)** ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะการเชื่อมโยงภายในวิชาของผู้ตอบได้คงที่ แน่นนอน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

4. **เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)** หมายถึง แนวทางในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถภายในวิชา ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยให้คะแนนแบบภาพรวมที่ปรับปรุงมาจากเกณฑ์การให้คะแนนของกรมวิชาการ

5. **การตรวจให้คะแนน** หมายถึง การให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะ (Specific Rubric) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวิธีประเมินแบบภาพรวม ที่มีผู้ตรวจมากกว่า 1 คน

6. **เกณฑ์การตรวจให้คะแนน (Scoring Rubric)** หมายถึง ชุดของแนวทางในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งผู้วิจัยใช้การตรวจให้คะแนนโดยวิธีประเมินแบบภาพรวม

7. **ความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน** หมายถึง ระดับความสอดคล้องของการให้คะแนนของผู้ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่วัดความสามารถภายในวิชา ที่มีจำนวนผู้ตรวจมากกว่า 1 คน ซึ่งตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวม จากแบบทดสอบฉบับเดียว ทำการสอบครั้งเดียว ซึ่งได้ตรวจสอบโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ตรวจให้คะแนนโดยคำนวณหาค่า RAI ของ เบอริรี – สตีอก และคนอื่น ๆ ซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนตั้งแต่ 0.0 - 1.0

8. **เกณฑ์ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545: 126)

คะแนนร้อยละ 80 – 100 หมายถึง มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนร้อยละ 70 – 79 หมายถึง มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี

คะแนนร้อยละ 60 – 69 หมายถึง มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ใน  
ในระดับ พอใช้

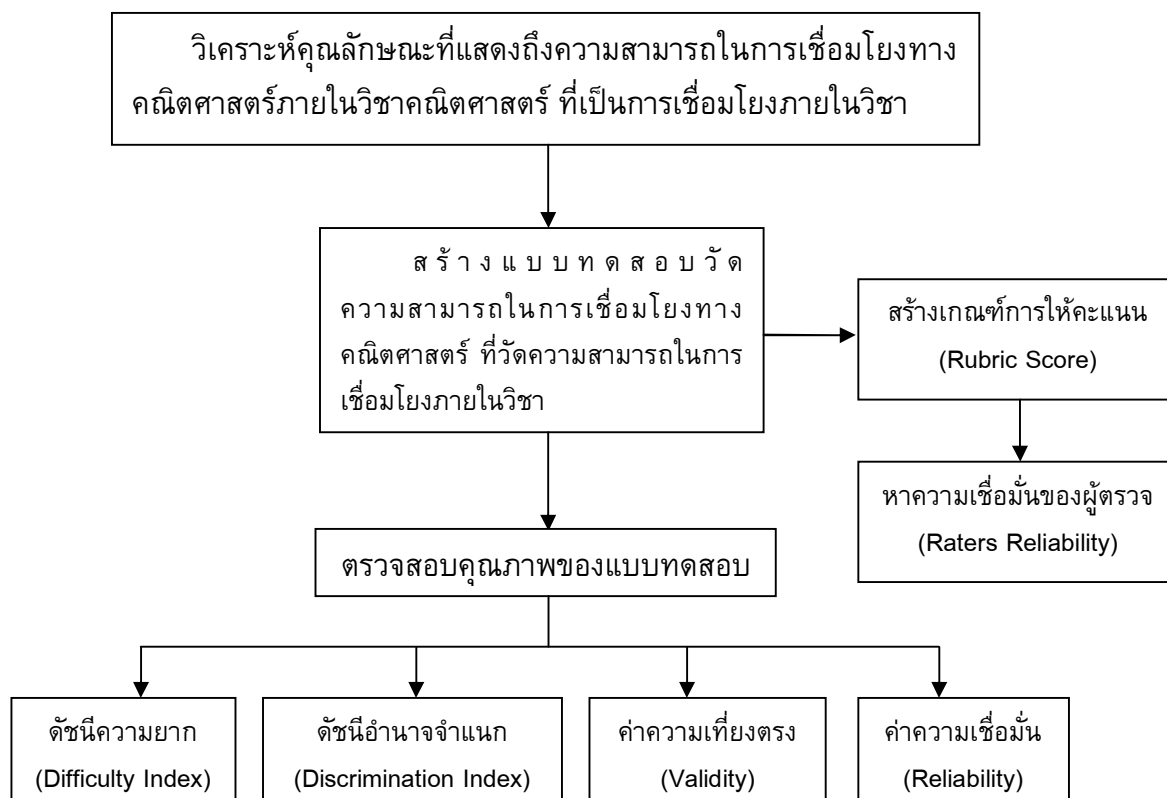
คะแนนร้อยละ 50 – 59 หมายถึง มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ใน  
ในระดับ ผ่านเกณฑ์

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ใน  
ระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

9. **ผู้เชี่ยวชาญ** หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ปริญญาโทขึ้นไปและมีประสบการณ์ใน  
การทำงานมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน จำแนกเป็นผู้เชี่ยวชาญสาขาการวัดผลการศึกษา  
จำนวน 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญสาขาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องของ  
ข้อคำถามแต่ละข้อกับนิยามปฏิบัติการและขอบเขตของเนื้อหาและเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring  
Rubric)

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการ  
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 6 มาตรฐาน ค 6.4 ตามการจัด  
สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ซึ่งในการวิจัย  
เรื่องความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัด  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการ  
วิจัยครั้งนี้ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4
  - 1.2 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการเชื่อมโยง
  - 2.1 ความหมายของการเชื่อมโยง
  - 2.2 ความสำคัญของการเชื่อมโยง
  - 2.3 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง
  - 2.4 ลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ
  - 2.5 การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง
  - 2.6 การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. ข้อสอบความเรียง
  - 3.1 ลักษณะของข้อสอบความเรียงหรือข้อสอบอัตนัย
  - 3.2 การสร้างข้อสอบความเรียง
  - 3.3 การหาคุณภาพของข้อสอบความเรียง
  - 3.4 วิธีการตรวจให้คะแนน
  - 3.5 ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
  - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

#### 1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

##### 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินของจำนวน และความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

#### 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 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้

#### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

#### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติ และความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

#### 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 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 1.2 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้แบ่งสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกเป็น 6 สาระ และสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ จะประกอบด้วย 5 มาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ แต่การวิจัยในครั้งนี้ มุ่งศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนั้นจึงขอล่าเฉพาะมาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ คือ มาตรฐานการเชื่อมโยงในระดับมัธยมศึกษา ช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งกรมวิชาการ (2545: 26 – 27) ได้กำหนดไว้ดังนี้

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต

ซึ่งจากมาตรฐาน 6.4 ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาเฉพาะการเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ด้วยกัน นั่นก็คือเป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

## 2. ความสามารถในการเชื่อมโยง

### 2.1 ความหมายของการเชื่อมโยง (Connections)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teacher of Mathematics, [NCTM]. 1991: 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิตและตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาเป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้เนื้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์

สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

จะเห็นได้ว่าความหมายของการเชื่อมโยงตามแนวคิดของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาตั้งกล่าวตรงกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ซึ่งคล้ายกับมาตรฐาน ค 6.4 ของการจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ของประเทศไทย

## 2.2 ความสำคัญของการเชื่อมโยง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 84 – 86) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และการจำลองปรากฏการณ์ที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอของปัญหาช่วยให้มองสิ่งต่าง ๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้นทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและคำตอบได้

บลาสคอป และชาซัน (Blaskopf; & Chazen. 2001: 625) กล่าวว่าตัวอย่างของการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นจริง มีความหมายและมีประโยชน์สำหรับทุกคน การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์มากขึ้น

กรมวิชาการ (2545: 203) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยงว่ามีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรม เกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในชวบั้นปลายของชีวิต

อัมพร ม้าคะนอง (2547: 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้

จากความสำคัญของการเชื่อมโยงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง และประยุกต์ในการเรียนสาขาวิชาอื่น ๆ ตลอดจนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

## 2.3 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง

เคนเนดีและทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 194 - 198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่

รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และมนโมติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

การเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการเรียนการสอน คือให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และกับชีวิตจริงเกิดขึ้นได้มากมาย ครูสามารถให้นักเรียนปฏิบัติงานที่จะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร และกิจกรรมในวิชาต่าง ๆ

ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงถึงวิธีที่ครูจะสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ และสังคมรอบตัว ด้วยการให้นักเรียนทำโครงการที่บางโครงการอาจให้ร่วมกันทำทั้งชั้นรายบุคคล หรือทำโดยกลุ่มย่อย ดังนี้

#### 1. คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เช่น

- 1.1 การจดบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม และ แรงดันอากาศ
- 1.2 การส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์
- 1.3 การโคจรของดาวเคราะห์
- 1.4 การกำหนดมาตราส่วนและการสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาล

#### 2. คณิตศาสตร์กับสังคมศึกษา

- 2.1 นาฬิกาหน้าและนาฬิกาทราย
- 2.2 การสร้างพีระมิดในอียิปต์
- 2.3 ศึกษาการออกแบบพรม ถ้วยชามและตะกร้าที่ใช้หลักการสมมาตรและ

รูปทรงลูกบาศก์ของชาวอินเดียนแดงทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา

2.4 การแยกประเภทของอาชีพต่าง ๆ เป็นอาชีพที่มีเครื่องแบบและไม่มีเครื่องแบบ เช่น นักวิจัย ผู้ให้บริการ คนงานโรงงาน ทหาร และปศุสัตว์

2.5 การเปรียบเทียบส่วนที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด เช่น จุดที่สูงที่สุดของพื้นโลก กับจุดที่ต่ำที่สุดของกันทะเล

#### 3. คณิตศาสตร์กับศิลปะ

- 3.1 การวัดกระดาษเพื่อตัดขอบผนัง
- 3.2 การกำหนดมาตราส่วนฉากละครในชั้นเรียน วัดและเตรียมกระดาษสร้างฉาก
- 3.3 การวาดภาพทิวทัศน์ต่าง ๆ

#### 4. คณิตศาสตร์กับสุขศึกษา

- 4.1 การวัดความสูงของนักเรียน บันทึกผลในรูปตารางและกราฟ
- 4.2 การหาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการข้างกล่องผลิตภัณฑ์
- 4.3 การวัดระดับคลอเรสเตอรอล



## 5. คณิตศาสตร์กับการอ่านและศิลปะทางภาษา

5.1 การหารูปแบบของคำ การแยกประเภทของคำ

5.2 การวิจัยรากศัพท์ของภาษาคณิตศาสตร์

5.3 การวิจัยและเขียนเรื่องราวของนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง

5.4 จำนวนและความงามของตัวเลข

5.5 การวิเคราะห์ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยัญชนะ (เรื่องนี้สามารถเชื่อมโยงกับรายการเกมโชว์ทางโทรทัศน์ของสหรัฐอเมริกาที่ชื่อ Wheel of Fortune)

## 6. คณิตศาสตร์กับพลศึกษา

6.1 การนับจำนวนรอบของการกระโดดเชือก

6.2 การตัดสินใจว่ากีฬาโอลิมปิกเป็นการแข่งขันที่มีขนาดใหญ่หรือไม่

6.3 การจัดวางพื้นที่การเล่น

6.4 การจับเวลาการแข่งขัน

จากบทความในหนังสือพิมพ์ หรือนิตยสารทั้งทางด้านธุรกิจ แนวโน้มทางเศรษฐกิจ สภาพอากาศ และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์กับโลกปัจจุบันเชื่อมโยงกันในหลาย ๆ ด้าน การรายงานพิเศษทั้งในรูปแบบบทความและภาพข่าว แผนผังการเดินทางที่หาเรือ สถานีรถไฟ และสนามบิน ล้วนให้ข้อมูลที่เป็นคณิตศาสตร์ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้คนที่สิ้นปัญหาทางเศรษฐกิจ ปัญหาการจัดการขยะและมลพิษที่เกิดจากรถยนต์ ของเสียจากโรงงาน ได้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ครูจึงควรสอนโดยบูรณาการคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือกับปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

### 2.4 ลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2547: 50 – 51) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างหลากหลายลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็น คือ รูปสามเหลี่ยมเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ความกว้างคูณความยาว ดังนั้น

สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม คือ  $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่างๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบ เป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน การวัดสัมพันธ์กับเรขาคณิต

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลาย ๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเองก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐานหลาย ๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัด เด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่าง ๆ จะมาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้นถ้าหากจำนวนเหล่านี้มีหน่วยต่างกัน จึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษา สืบค้น เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสิ่งต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน ยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

อัมพร ม้าคะนอง (2547: 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมา กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบการเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

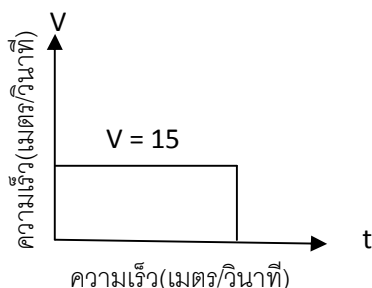
1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น

ซึ่งการเชื่อมโยงในลักษณะต่าง ๆ ก็สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

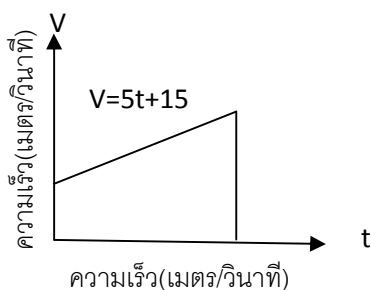
หัวข้อต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์นั้น แม้ว่าจะมีความเกี่ยวพันกับ แต่นักเรียนส่วนใหญ่มักล้มเหลวในการหาว่าหัวข้อที่เรียนในแต่ละขอบเขตเนื้อหา นั้น สามารถนำไปใช้ทำความเข้าใจในขอบเขตอื่น ๆ ซึ่งบทบาทสำคัญของครูในการสอนคณิตศาสตร์ คือ การช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นการบูรณาการของหัวข้อต่าง ๆ ได้ทั้งหมด นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้จะมีความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และนำมาซึ่งความประทับใจต่อคณิตศาสตร์ (Buck. 2000: 591-594) ไครส์ (Crites. 1995: 292-297) ได้ยกตัวอย่างความเชื่อมโยงระหว่างพีชคณิตและเรขาคณิต ที่นำมาใช้อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็ว และเวลา ซึ่งเรขาคณิตจะทำให้นักเรียนมีแนวทางใหม่ในการอธิบายด้วยการแสดงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระยะทาง ความเร็ว และเวลา ในรูปของสมการ ตัวอย่างเช่น ถ้าวัตถุ

เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 15 เมตรต่อวินาที ถ้าความเร็วของวัตถุแทนด้วย  $V$  เวลาแทนด้วย  $t$  และระยะทางแทนด้วย  $S$  กราฟที่ใช้นำเสนอมีลักษณะดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็ว และเวลา เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

จากภาพประกอบ 2 สามารถอธิบายระยะทางของวัตถุในเชิงเรขาคณิตได้ ด้วยการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม และสามารถอธิบายระยะทางของวัตถุในเชิงของพีชคณิตด้วยสมการ  $s = vt$  เมื่อเวลาผ่านไป 9 วินาที ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้คือ  $(15)(9) = 135$  เมตร ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ โดยเริ่มที่ความเร็ว  $5t + 15$  เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 9 วินาที สามารถหา ระยะทางในเชิงพีชคณิตโดยใช้สูตร  $s = (1/2) + 15t (v_1 + v_2)$  เมื่อ  $v_1$  แทนความเร็วต้น และ  $v_2$  แทนความเร็วปลาย ดังนั้น  $v_1 = 5(0) + 15 = 15$  เมตร/วินาที และ  $v_2 = 5(9) + 15 = 60$  เมตร/วินาที ซึ่งจะได้ระยะทางเท่ากับ  $(1/2) (9) (15+60) = 337.5$  เมตร กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทาง ความเร็ว และเวลา มีลักษณะดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็ว และเวลา เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

จากภาพประกอบ 3 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงระยะทางให้อยู่ในรูปของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูเป็นสิ่งสำคัญ เมื่อสามารถแปลงให้อยู่ในรูปสูตรต่างๆ ไป โดยให้ความเร่งเริ่มต้นที่ความเร็ว  $at + b$  เมตรต่อวินาที เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นตัวคงที่ หลังจากเวลาผ่านไป  $t$  วินาที

ระยะทาง  $s = (1/2) t (b + (at + b)) = (1/2)t(at + 2b) = (1/2) at^2 + bt$  ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ระยะทางสามารถอธิบายในเชิงพีชคณิตได้ด้วยสมการกำลังสองของเวลา ผลลัพธ์อยู่ในกราฟ พาราโบลา

จากตัวอย่างที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญที่ครูควรเน้นความเชื่อมโยงของหัวข้อต่าง ๆ ที่มีอยู่ในคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการปูพื้นฐานความคิดรวบยอดที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับอนาคตของนักเรียน

## 2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น

การเรียนการสอนในโรงเรียนนั้นแสดงให้เห็นว่าโลกถูกแบ่งออกเป็นวิชาต่าง ๆ แต่ในความเป็นจริง ชีวิตประกอบขึ้นจากส่วนต่างๆ มากมายและเชื่อมโยงกัน ดังนั้น เมื่อโรงเรียนแบ่งประสบการณ์ออกเป็นวิชาต่าง ๆ นักเรียนจึงเริ่มมีความรู้สึกและมีความเชื่อต่อคณิตศาสตร์ในทางลบ (Blaskopf; & Chazan. 2001: 625) ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นที่ น่าสนใจของนักเรียน ครูจึงควรมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นความ เชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่เรียนในโรงเรียน เช่นที่ Balas (ลิลลา ดลภาค. 2549; อ้างอิงจาก Balas. 2002: Online) ได้กล่าวถึงความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับการ อ่านว่าตัวอักษร สัญลักษณ์ และจำนวนเป็นวิธีเริ่มแรกในการสื่อสารในโลก ซึ่งทำให้เกิดการ เชื่อมโยงโดยธรรมชาติในการผสมผสานระหว่าง การอ่านและคณิตศาสตร์ในหลักสูตรของโรงเรียน การอ่านตัวอักษรในรูปของคำเป็นวัตถุเชิงสัญลักษณ์เป็นการอ้างเหตุผลและการกระทำ ซึ่งใน คณิตศาสตร์คือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวน รูปแบบหรือความสัมพันธ์ การแสดงออกทั้งในลักษณะของ คำและจำนวนเป็นพื้นฐานในการประมวลข้อมูลต่าง สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teacher of Mathematics.1989; citing in Balas. 2002: Online) กล่าวถึงการ เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับการอ่านว่า ในระดับอนุบาลถึงเกรด 4 คณิตศาสตร์สามารถคิดโดย ผ่านภาษา นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ครูสามารถช่วยด้วยการเปิด โอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารและพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Talk Math) กับเพื่อนๆ นอกจากนั้นแล้ว นักเรียนสามารถใช้การเชื่อมโยงในการสร้างความรู้ เรียนรู้แนวทางใหม่ๆ เพื่อที่จะคิดเกี่ยวกับ แนวคิด ความชัดเจนของการคิด และการสื่อสารเกี่ยวกับปัญหาในระดับเกรด 5 ถึง เกรด 8 ความ เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับการอ่าน คือ นักเรียนใช้ทักษะการอ่าน การฟัง และการมองดู ใน การแปลความและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ส่วนในระดับเกรด 9 ถึง 12 นักเรียนสามารถใช้ ทักษะต่าง ๆ เพื่อแปลความหมายของข้อมูลและสถิติต่าง ๆ ในการพิจารณาประเด็นทางสังคม นอกจากนั้นแล้ว การอ่านหนังสือเรียน อ่านหนังสือโฆษณาหรือหัวข้อในหนังสือพิมพ์ เป็นการเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ร่วมรับรู้และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูล การอ่านสามารถเตรียมข้อมูล สำหรับให้นักเรียนประยุกต์ใช้ในทักษะทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่เป็นผู้รู้คณิตศาสตร์บางครั้งก็เป็น

ผู้รู้การอ่านด้วย คณิตศาสตร์เป็นมากกว่าตัวเลขในขณะที่การอ่านเป็นมากกว่าตัวอักษรด้วยการเป็นผู้รู้หมายถึงการจัดวางจำนวนไปสู่บริบททางสังคมอย่างมีความหมายในชีวิตประจำวัน

มาร์ควิทซ์ (ลีลลา ตลภาค. 2549: 22; อ้างอิงจาก Malkevitch. 2003: Online) กล่าวถึง ความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศิลปะว่า เป็นที่น่าประหลาดใจว่ามีความเกี่ยวพันกันอย่างมากมายระหว่างคณิตศาสตร์กับศิลปะสาขาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นดนตรี การเต้นรำ การวาดภาพ สถาปัตยกรรม และการปั้น จนถึงได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือของศิลปะ ศิลปินใช้การรับรู้หรือการรับรู้เชิงเส้นตรงมาเพิ่มความสมจริงสมจังในการนำเสนอของพวกเขา ซึ่งการรับรู้เชิงเส้นตรงเป็นสาขาหนึ่งของเรขาคณิตที่รู้จักกันในชื่อของ Descriptive Geometry ที่กล่าวเกี่ยวกับการนำเสนอวัตถุ 3 มิติในลักษณะ 2 มิติ การนำเสนอวัตถุ 2 มิติ บนกระดาษหรือจอคอมพิวเตอร์ เป็นเทคนิคที่สำคัญมากในทางวิศวกรรม สถาปัตยกรรม และนักออกแบบ เช่น ในการออกแบบยานอวกาศลำหนึ่งนั้น ต้องใช้รูปวาดจำนวนนับหมื่นรูป ซึ่ง Descriptive Geometry จะช่วยศิลปินนักออกแบบปฏิมากร หรือสถาปนิกในการนำเสนอวัตถุ 3 มิติบนพื้นราบ

ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างสุดความสามารถ ถ้าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา ความรู้และทักษะที่ครอบครัวยุติสนใจ นักเรียนจะชอบแก้ปัญหาและสนุกสนานกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ถ้าเป็นปัญหาที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับพวกเขา นอกจากนี้แล้วผู้ปกครองของนักเรียนยังมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จากที่เคยคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยากและช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำความรู้ที่บ้านของนักเรียนมาช่วยส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

### 3. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

จากการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนของไคล์และมัวร์ (Kyle; & Moore. 2001: 80 – 86) โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเข้าไปเยี่ยมครอบครัวของนักเรียน เพื่อศึกษารูปแบบของสิ่งที่ครอบครัวของนักเรียนสนใจและทักษะการปฏิบัติของแต่ละครอบครัวซึ่งเกี่ยวกับขั้นตอนการทำเกษตร การเลี้ยงสัตว์ การฝีมือ การดูทีวี การทำอาหาร หลังจากนั้นได้นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเป็นปัญหาที่มีความหลากหลายและมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม พบว่าการให้นักเรียนได้ทำงานที่มีความหมาย การให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถ

จากลักษณะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถเชื่อมโยงได้หลายรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครูเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงที่สามารถแสดงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการเชื่อมโยงในเนื้อหาคณิตศาสตร์เท่านั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนเห็นให้นักเรียนเล็งเห็นถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นในการนำความรู้ไปใช้เชื่อมโยงภายในวิชาเดียวกัน

## 2.5 การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (นงลักษณ์ แก้วมาลา. 2547: 21; อ้างอิงจาก NCTM. 1991: Online) กล่าวถึงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ว่า ครูมีบทบาทในการพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สาธิตความรู้ในเรื่องความคิดรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. นำเสนอคณิตศาสตร์ในลักษณะเช่นเดียวกันเครือข่ายการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดและกระบวนการร่วมกัน
3. เน้นให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นและเป็นการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน
4. ร่วมทำกิจกรรมกับนักเรียน โดยส่งเสริมความเข้าใจในความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์
5. ร่วมกันอภิปรายคณิตศาสตร์ โดยขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กรมวิชาการ (2545: 203 – 205) กล่าวว่า องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง มีดังนี้

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

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

จรรยา ภูอุดม (2545: 23-24) กล่าวถึงการคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนับเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์แบบองค์รวม มีการบูรณาการเนื้อหา เน้นมโนคติหรือแนวคิด หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่แยกเป็นส่วน ๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวม และนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมจาก ส่วนย่อย ๆ ได้ แต่จะจำเฉพาะลักษณะที่เป็นส่วนย่อย ๆ ในทางตรงกันข้าม เมื่อมโนคติถูก นำเสนอในลักษณะที่เป็นภาพรวม นักเรียนจะหาวิธีการสร้างความหมายโดยการแยกภาพรวม ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อให้สามารถมองเห็นและเข้าใจได้ ส่วนการเน้นมโนคติหลักก็เนื่องมาจาก จุดประสงค์การเรียนรู้ทุกจุดประสงค์ไม่ได้มีความสำคัญเท่ากันทั้งหมด บางจุดประสงค์เป็นเพียง กรณีเฉพาะหรือเป็นผลที่ได้โดยอ้อมจากการเรียนรู้บางจุดประสงค์ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนที่เน้นความสำคัญทุกจุดประสงค์จะทำให้เวลาที่มีในหลักสูตรไม่เพียงพอสำหรับจัด กิจกรรมให้นักเรียนได้คิดอย่างจริงจัง การจัดการบรรยากาศการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ โดยการกระทำ จะต้องไม่เป็นบรรยากาศที่อัดแน่นด้วยเนื้อหา แต่เป็นการเน้นที่แนวคิดใหญ่ ๆ จึง ต้องมีการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกจุดประสงค์ใดที่เป็นจุดประสงค์หลักสำหรับจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ โดยอาจใช้การสร้างแผนผังมโนคติเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เนื่องจากแผนผังมโนคติเป็นระบบการแทนความรู้ที่มีโครงสร้างเป็นลำดับขั้น มีความสัมพันธ์ที่ เชื่อมโยงกันระหว่างมโนคติต่าง ๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่ขึ้นต่อกันอย่างชัดเจน โดยมโน คติที่เป็นกรณีทั่วไปที่สุดจะเป็นมโนคติหลัก ส่วนมโนคติที่เฉพาะเจาะจงจะเป็นมโนคติของแผนผัง มโนคติจึงสามารถแสดงให้เห็นถึงมโนคติหลักและความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี

2. ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาสอดคล้องและตรงตามสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ไม่เป็นเพียงข้อมูลที่แต่งขึ้นจากประสบการณ์ที่ผ่านมา เรามักพบว่านักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่เรียน ไปใช้กับสถานการณ์จริงได้ เพราะสถานการณ์ในชีวิตจริงส่วนใหญ่มีลักษณะซับซ้อน มีการ ผสมผสานกันของเนื้อหาต่าง ๆ มากกว่าที่จะแยกออกเป็นส่วน ๆ ด้วยเหตุนี้สถานการณ์ปัญหาที่ จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรมีลักษณะแบบองค์รวม มีการบูรณาการของ เนื้อหาและมีความซับซ้อนตรงตามความเป็นจริงมากกว่าเป็นการแต่งขึ้น การฝึกให้นักเรียนได้ เผชิญกับปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงย่อมทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่า คณิตศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การให้ออกาส ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาแบบนี้ จะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริงได้ และเห็นว่า การเรียนรู้ต่อไปอีกเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง

3. เป็นสถานการณ์ปัญหาที่อยู่รอบตัวนักเรียน เหมาะกับวัย ความสนใจ และมีความหมายต่อนักเรียน เนื่องจากการใช้สถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และม ีความหมายต่อนักเรียน เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะผลักดันให้นักเรียนเกิดความอยากแก้ปัญหา หรือการกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้

4. เป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ การอภิปราย และการตัดสินใจ เนื่องจาก สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ เป็นสถานการณ์ที่มีประสิทธิภาพต่อการ

เราให้นักเรียนรู้จักคิด อันเป็นจุดเริ่มต้นของการสำรวจอย่างนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และการตัดสินใจ ยังเป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้เกิด การใช้ระบบสัญลักษณ์ในการสื่อสาร เกิดปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในสังคม ที่สำคัญคือการใช้ สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถ ของนักเรียนทางด้านทักษะ / กระบวนการ ทั้งทางด้าน การสื่อสาร การแก้ปัญหา และการให้เหตุผล ได้เป็นอย่างดี

5. เป็นสถานการณ์ที่ทำนาย สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี นักเรียนแต่ละคนมี ระดับความรู้ ทักษะ และความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหาแตกต่างกัน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่ สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี จึงเอื้อต่อการใช้วิธีการของนักเรียนในการหาคำตอบ ซึ่งจะส่งเสริม การคิดและอภิปรายของนักเรียน ประกอบกับปัญหาในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่ สามารถแก้ไขได้หลายวิธี ดังนั้นการใช้สถานการณ์ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้หลายวิธีจึงส่งเสริมให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับความเป็นจริงได้มากขึ้น นอกจากนี้การ แก้ปัญหาเพียงไม่กี่ปัญหา แต่มีวิธีการแก้ที่หลากหลาย เป็นสิ่งที่มีประโยชน์กว่าการแก้ปัญหา หลาย ๆ ปัญหาแต่ใช้วิธีเดียวกัน เนื่องจากการใช้เพียงวิธีเดียวมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดความ ล้มเหลวในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ตัวอย่างการเชื่อมโยง

กำหนดสถานการณ์ปัญหา ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2545: 204-205)

บริษัทก่อสร้างต้องการเช่าที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง สำหรับเก็บวัสดุ ก่อสร้างทางในราคาประหยัด และมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้

นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาค่าเช่าที่ดินทั้งแปลงเดือนละ 7,000 บาท

นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่าได้โดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100 บาทต่อปี

ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างตาราง ผู้เรียนจะตกลงเช่าที่ดินของใคร เพราะเหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการ คำนวณค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องการประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ การ นำเสนอเฉพาะคำตอบ จากการคำนวณของผู้เรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญ ต่อแนวคิดและเหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ด.ช. ก่อ ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายปีละ 84,000 บาท ( $7,000 \times 12 = 84,000$ ) และได้ที่ดินมากกว่าที่กำหนดไว้อีก 1 งาน



ด.ญ.นิตยา ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนางล้วน ซึ่งคิดค่าเช่า 2 ไร่ หรือ 800 ตารางวา เป็นเงิน 80,000 บาท ต่อปี ซึ่งเป็นราคาเช่าที่ถูกกว่าเช่าที่ดินของนายบุญ

ด.ญ.นุช ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปีแล้ว จะจ่ายเพียงตารางวาละ 93 บาท ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้นักเรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีกในประเด็นที่ว่า ในชีวิตจริงแล้วก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใด ผู้ลงทุนจะไม่พิจารณาเฉพาะค่าเช่าเพียงอย่างเดียว ต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าออก ที่ดินอยู่ ใกล้หรือไกลจากบริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้างขึ้น สามารถนำความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ในชีวิตจริงได้ เป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการทำให้ เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในด้านการคิดอย่างถี่ถ้วน รอบคอบ กล้าแสดงความคิดเห็น และคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

อัมพร ม้าคะนอง (2547: 101 – 102) กล่าวถึง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจ เริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงสองประเภทแรก คือการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยง ต่อไปนี้

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าควรจะเสนอทางราชการให้ ตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่าการมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้ หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิด อาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 จำนวนของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่

จำนวนกิโลเมตรที่จุดเกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1-5	13
6-10	14
มากกว่า 10	15

ที่มา: อัมพร ม้าคะนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. หน้า 101.

1. จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้ / ไกล จากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2. มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา เพื่อจะตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงในปัญหานี้ผู้เรียนจะต้องคิดว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนมีอยู่ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างนี้แตกต่างจากข้อมูลประเภทเดียวกันที่เคยพบในหนังสือเรียนหรือผู้สอนสมมติขึ้น ผู้เรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์เพื่อจะได้อธิบายข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล และได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

กล่าวโดยสรุป ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงนั้น ควรบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ภายในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ รวมถึงการนำวิชาคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน นอกจากนี้ครูยังควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อที่จะได้นำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้เรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำมาแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น

## 2.6 การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการประเมินตามสภาพจริง การใช้แบบทดสอบ ซึ่งเครื่องมือทางการวัดผลแต่ละวิธีก็มีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือหรือวิธีในการวัดผลประเมินผลในแต่ละครั้งควรคำนึงถึงความเหมาะสม และจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ เอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบทดสอบความเรียง (Essay Test) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

### 2.6.1 เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

กูดริช (Goodrich. 1997) กล่าวว่า รูบริก (Rubric) เป็นเครื่องมือการให้คะแนน ซึ่งจะแสดงเกณฑ์สำหรับชิ้นงานจะเป็นการเชื่อมต่อกัน ในการแบ่งลำดับของคุณลักษณะแต่ละเกณฑ์ จากดีมาจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไข และกูดริชยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของรูบริกไว้ดังนี้

1. รูบริกสามารถจะพัฒนาการปฏิบัติงานของนักเรียนคล้ายกับเป็นการกำกับติดตาม โดยทำให้ความคาดหวังของครูมีความชัดเจน และเป็นการแสดงว่านักเรียนจะพบกับสิ่ง

ที่คาดหวังได้อย่างไร ผลที่ได้จะเป็นการบอกการปรับปรุงแก้ไขในคุณลักษณะของงานนักเรียน และในการเรียนรู้

2. รูบริกสามารถช่วยตัดสินเกี่ยวกับคุณลักษณะงานของนักเรียนด้วยตนเอง และงานอื่น ๆ เมื่อรูบริกนำมาใช้ประเมินตนเองและกลุ่มจะทำให้เพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา นั้น

3. รูบริกจะช่วยลดเวลาของครูที่ใช้ในการประเมินงานของนักเรียนได้

4. รูบริกใช้ง่าย และมีการอธิบายที่ชัดเจน

โรนีส (Ronis, 2000) กล่าวว่า รูบริกเป็นแนวทางการให้คะแนนผลงาน หรือการปฏิบัติของนักเรียน รูบริกจะเป็นตัวแทนคุณลักษณะที่สังเกตได้จากผลงาน กระบวนการ หรือการปฏิบัติ รูบริกจะช่วยให้ระบบการให้คะแนนมีความง่ายในการเรียนรู้และนำไปใช้ และปรับปรุงผลงาน การปฏิบัติ และโรนีสได้กล่าวว่า รูบริกจะเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ครูตอบคำถามต่อไปนี้

1. เป้าหมายการปฏิบัติของนักเรียนคืออะไร

2. อะไรเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องรู้อย่างแท้จริง โดยขึ้นอยู่กับเกณฑ์มาตรฐาน

3. อะไรจะเป็นหลักฐานประกอบความเข้าใจของนักเรียน

4. ผลงานจะต้องมีลักษณะอย่างไรบ้าง

5. อะไรเป็นสิ่งที่ผิดพลาดแสดงถึงคะแนนที่น้อยลง

กรมวิชาการ (2539: 54) กล่าวถึง “รูบริก” (Rubrics) คือ แนวทางการให้คะแนน (Scoring Guide) ซึ่งจะต้องกำหนดมาตรวัด (Scale) และรายการคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละจุดในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน การให้คะแนนของรูบริกก็คือ การตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จหรือว่ามีระดับความสำเร็จในขั้นต่าง ๆ กันหรือมีผลงานเป็นอย่างไร

เสาวนีย์ เกียรย์ (2540: 159) กล่าวว่า เป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ที่จะใช้พิจารณางานหนึ่ง และคำอธิบายระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นประเมิน ซึ่งอาจเรียงลำดับตั้งแต่ดีเลิศไปจนถึงต้องปรับปรุง หรือให้เป็นระดับตัวเลขตั้งแต่มากที่สุด ประเด็นประเมินอาจกำหนดเพิ่มเติมได้หลายข้อ คำอธิบายระดับคุณภาพควรอธิบายให้ชัดเจน กระชับที่สุด เป็นคำอธิบายที่สามารถบอกได้ว่า ทำไมต้องดีเลิศ ดี ต้องปรับปรุง

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544: 137 – 152) ให้ความหมายของรูบริกส์ (Rubrics) ว่าเป็นเครื่องมือในการให้คะแนน (Scoring Tool) ที่มีการระบุเกณฑ์ (Criteria) ประเมินชิ้นงาน และคุณภาพ (Quality) ของชิ้นงานในแต่ละเกณฑ์

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547: 89) กล่าวว่า กฎเกณฑ์การให้คะแนนคือ ชุดของแนวทางให้คะแนนผลการปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งสำหรับใช้ประเมินคุณภาพของการปฏิบัติของผู้เรียน แนวทางในการให้คะแนนอาจทำให้รูปของมาตราประมาณค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ โดยปกติกฎเกณฑ์การให้คะแนนชุดหนึ่งสำหรับประเมินจุดหมายการเรียนรู้ข้อหนึ่งหรือ

ส่วนหนึ่งของการปฏิบัติ ในกรณีที่มีการปฏิบัติมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น จำเป็นต้องทำการประเมินหลาย ๆ จุดหมายการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติหลาย ๆ อย่าง ดังนั้นจึงต้องใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนนหลายชุดในการประเมินการปฏิบัติจากหลาย ๆ จุดหมายการเรียนรู้ กฎเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละชุดประกอบด้วย ตัวเลขที่สะท้อนระดับคุณภาพของการปฏิบัติ เช่น 1 ถึง 4 เมื่อ 4 หมายถึงคุณภาพระดับสูงสุด, 3 หมายถึง คุณภาพระดับสูง, 2 หมายถึง คุณภาพระดับพอใช้ และ 1 หมายถึงคุณภาพยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

ซึ่งจากความหมายและคำกล่าวของนักวิชาการสรุปได้ว่า รุบริคมีประโยชน์หลายประการ ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาผลงานของนักเรียน ขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องมือในการติดตามพัฒนาผลงานของนักเรียนเองด้วย เพราะรุบริคบอกไว้ชัดเจนว่าครูคาดหวังอะไรและนักเรียนจะรู้ว่าจะก้าวไปถึงความคาดหวังนั้นได้อย่างไร
2. ช่วยให้นักเรียนหัดใช้ความคิดในการพิจารณาคุณภาพงานของตนเองและผู้อื่น จากการใช้รุบริคประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน การฝึกให้ทำงานหลาย ๆ ครั้ง จะช่วยให้นักเรียนเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่องานตนเอง
3. ช่วยลดเวลาที่ครูต้องใช้สำหรับการประเมินผลงานนักเรียน เพราะหลังจากนักเรียนประเมินตนเอง และให้นักเรียนประเมินโดยใช้รุบริคแล้ว ครูมักพบว่าสิ่งที่ครูต้องปรับปรุงมีไม่มาก
4. ครูสามารถปรับรุบริคให้เหมาะสมกับการประเมินผลงานนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ที่ต่างกันมาก
5. เป็นสิ่งที่ง่ายและอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ง่าย เช่น การอธิบายให้ผู้ปกครองทราบ

#### 2.6.2 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ทำได้ 2 วิธี (Stenmark. 1991: 20)

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) ใช้การวิเคราะห์ด้วยประเด็นที่มีลักษณะแตกต่างกันของคำตอบ

2. วิธีประเมินรวม (Holistic Method) เป็นวิธีที่ผู้ประเมินพิจารณาคำตอบโดยรวมมากกว่าตรวจสอบรายละเอียดปลีกย่อยเฉพาะ

นักวัดผลการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับวิธีการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้ไว้

เมอร์เรน และเลห์แมน (Mehrens; & Lehmann. 1969: 229-238) ได้อธิบายถึงการตรวจให้คะแนนวิธีวิเคราะห์และวิธีประเมินรวมไว้ ดังนี้

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) เป็นวิธีที่มีรูปแบบคำตอบประกอบด้วยประเด็นเฉพาะที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว คะแนนของนักเรียนที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประเด็นที่เขตอบ รวมไปถึงส่วนอื่น ๆ เช่น แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจนการให้เหตุผลและการยกตัวอย่างสนับสนุนในประเด็นคำตอบ และการกำหนดคะแนนในแต่ละประเด็นจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการตอบ ความซับซ้อนของคำถาม และเนื้อหาที่ครูสอน

2. วิธีประเมินรวม (Global Scoring หรือ Holistic หรือ Rating Method) วิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งเป็นส่วน ๆ เป็นประเด็นเฉพาะ แต่ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วแล้วใช้ความประทับใจและใช้มาตรฐานบางอย่าง กำหนดระดับของคำตอบ การตรวจคำตอบจะขึ้นอยู่กับระดับของการแบ่ง อาจจะแบ่งข้อสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ “กลุ่มที่ยอมรับได้ - กลุ่มที่ยอมรับไม่ได้” หรือ 5 กลุ่ม คือ “ดีมากจนถึงต่ำกว่ามาตรฐาน” โดยมากจะแบ่งประมาณ 4 หรือ 5 กลุ่ม

สำหรับกรณีที่แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย

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

ในการอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วนั้น ผู้ตรวจจะกำหนดคุณภาพของคำตอบให้อยู่ 1 ใน 5 กลุ่มนี้ แต่ละคำตอบจะต้องอ่านอย่างน้อยที่สุด 2 ครั้ง เพื่อจัดอันดับคุณภาพ วิธีนี้จะไม่ลำบากและไม่เสียเวลามากไป จึงทำได้เร็วกว่าวิธีการวิเคราะห์ ซึ่งวิธีประเมินรวมจะมีประสิทธิภาพมากเมื่อแบบทดสอบมีจำนวนมาก

ข้อเสนอแนะสำหรับการตรวจให้คะแนน ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะเพื่อให้การตรวจให้คะแนนมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น

1. ตรวจให้คะแนนที่ให้ไปแล้วอีกครั้งกับระดับคะแนนที่กำหนดให้
2. พยายามให้การตรวจให้คะแนนคงที่ สม่ำเสมอ
3. ตรวจให้คะแนนทีละคำถามให้ครบทุกคนก่อน
4. ตรวจให้คะแนนคำตอบโดยไม่บอกชื่อผู้ทำ
5. การพิจารณาต้องแยกกันระหว่างเนื้อหา กับความสามารถในการเขียนของ

นักเรียน

6. พยายามให้คะแนนคำตอบทั้งหมดในแต่ละคำถามโดยไม่มีการหยุดชะงัก
7. ถ้าเป็นไปได้ ควรมีผู้ตรวจ 2 คน ที่เป็นอิสระจากกัน ในการตรวจแบบทดสอบ 1 ฉบับ และใช้ค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนสรุป
8. จัดให้มีข้อคิดเห็นและการแก้ไขข้อผิดพลาด
9. จัดชุดคำตอบมาตรฐานที่เป็นไปได้จริง

ส. วาสนา ประवालพุกษ์ (2533: 39-42) ได้เสนอวิธีการกำหนดระดับคะแนนทั้งแบบองค์ประกอบที่มีคะแนนเดียวสำหรับงานหรือข้อเขียนนั้น และแบบองค์ประกอบที่มีคะแนนหลายคะแนนสำหรับงานหรือข้อเขียนนั้น โดยเสนอวิธีกำหนดเกณฑ์ 5 วิธี เพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน ดังนี้

1. แยกประเด็นพิจารณาออกเป็นประเด็นย่อย แล้วทำเป็นตารางพิจารณาความถูกต้องในแต่ละประเด็น กำหนดระดับคะแนนตามจำนวนที่ปฏิบัติถูกต้องในประเด็นเหล่านั้น
2. กำหนดระดับความสมบูรณ์ตามเส้นแสดงความต่อเนื่องของความสามารถ (Continuous Ability)
3. กำหนดระดับความผิดพลาด พิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเท่าใด โดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาทีละระดับ
4. กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย
5. ใช้หลักการจัดกลุ่มแบบอิงกลุ่ม

กรมวิชาการ (2539: 54-59) กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 2 วิธีว่า

1. เกณฑ์การให้คะแนนเป็นภาพรวม หรือเกณฑ์รวม (Holistic Scoring Rubric) คือเกณฑ์การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมายกระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน หรือความสำเร็จของงานเป็นขั้น ๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0 - 4 หรือ 0 - 6 สำหรับในขั้นต้นการให้คะแนนรูบริค อาจแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี 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 คือ พิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาทีละระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูก แนวคิดชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง คำตอบถูกเหตุผลถูกแต่มีคำข้อผิดพลาด

## เล็กน้อย

คะแนน 2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ

คะแนน 1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ

คะแนน 0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 3 กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย เช่น กฎเกณฑ์การให้คะแนนของความเข้าใจเนื้อหาสาระ เขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วนถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด รวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์ หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ครบถ้วนถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอดข้อเท็จจริงของงาน หรือ สถานการณ์ที่กำหนดได้น้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

ซึ่งทั้ง 3 วิธีดังกล่าว นั้น พอที่จะสรุปได้ว่า มีส่วนที่เหมือนกันก็คือเป็นการตรวจให้คะแนนที่มองภาพรวมของผลงาน (ในที่นี้หมายถึง การตอบในกระดาษคำตอบของนักเรียน) แล้วแยกออกเป็นกอง ๆ ส่วนที่แตกต่างกันของทั้ง 3 วิธี ก็คือการแยกออกเป็นกอง ๆ นั้น ใช้คุณสมบัติในการแยกต่างกัน กล่าวคือ

วิธีที่ 1 แยกโดยใช้คุณภาพของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 2 แยกโดยใช้ความผิดพลาดของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 3 แยกโดยใช้ความสามารถในการอธิบายหรือการแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจเป็นหลัก

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ หรือเกณฑ์ย่อย (Analytic Scoring Rubric) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และการอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด

2. การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบายนำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

3. การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีกระบวนการนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ความสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มา และตรวจสอบผลงาน

ส. วาสนา ประवालพฤษ์ (ม.ป.ป.: 42 - 52) ได้เสนอการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric) แบบ Analytic สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการวัดความสามารถ 4 ประการ คือ

1. ความเข้าใจในปัญหา
2. กระบวนการและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
3. การสื่อสารอย่างมีเหตุผล
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา

โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจในปัญหา

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ข้อมูลที่สำคัญทั้งหมด</li> <li>- ใช้ข้อมูลอย่างถูกต้อง</li> <li>- ใช้เทคโนโลยีช่วยในการแก้ปัญหา</li> </ul> | <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาบางส่วน</li> <li>- คำตอบขาดบางส่วนไป</li> <li>- ใช้เทคโนโลยีไม่เหมาะสมหรือใช้บ้าง</li> <li>- ไม่เข้าใจในปัญหา</li> <li>- ใช้เทคโนโลยีไม่ถูกต้อง</li> </ul> |
|--|--|--|

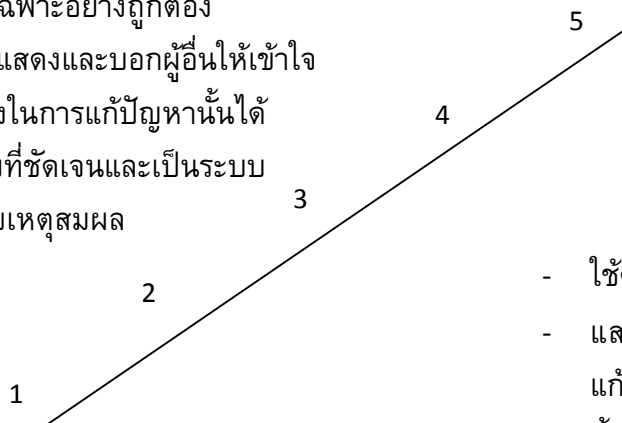
2. เกณฑ์การให้คะแนนกระบวนการและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- เลือกและใช้แผนการแก้ปัญหา</li> <li>- ใช้รูปภาพไดอะแกรม, ตารางและเทคนิคอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา</li> <li>- แก้ปัญหาได้สำเร็จ</li> <li>- ตรวจสอบการแก้ปัญหา</li> </ul> | <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เลือกแนวทางแต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ</li> <li>- ใช้แผนการแก้ปัญหาที่ไม่ค่อยจะถูกต้อง</li> <li>- ตรวจสอบผลงานไม่สมบูรณ์</li> <li>- ไม่ได้วางแผนการแก้ปัญหา</li> <li>- พยายามแก้ปัญหาแต่ไม่มีแนวทางที่ชัดเจน</li> <li>- ไม่ได้ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา</li> </ul> |
|---|--|---|



### 3. เกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหา

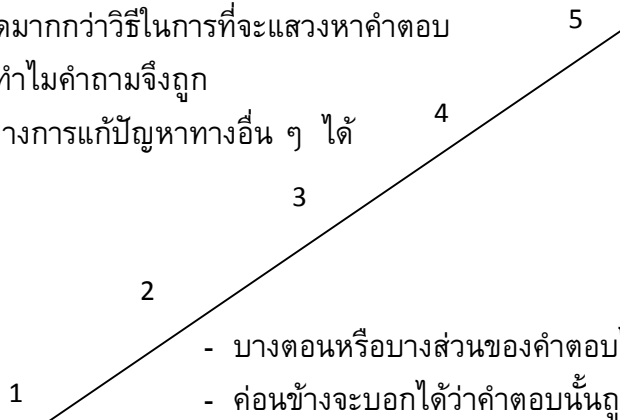
- ใช้ศัพท์เฉพาะอย่างถูกต้อง
- สามารถแสดงและบอกผู้อื่นให้เข้าใจ  
แนวทางในการแก้ปัญหานั้นได้
- มีคำตอบที่ชัดเจนและเป็นระบบ  
อย่างสมเหตุสมผล



- ใช้ศัพท์เฉพาะไม่ค่อยถูกต้อง
- แสดงให้ผู้อื่นเข้าใจแนวทางในการ  
แก้ปัญหาของตนไม่ชัดเจน
- ขั้นตอนไม่ค่อยเป็นระบบ
- ใช้ศัพท์ไม่ถูกต้อง
- แสดงเฉพาะคำตอบไม่บอกแนวคิด
- ตอบปัญหาผิด

### 4. เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

- ผลงานถูกต้อง
- แสดงวิธีคิดมากกว่าวิธีในการที่จะแสวงหาคำตอบ
- บอกได้ว่าทำไมคำถามจึงถูก
- บอกแนวทางการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ ได้



- บางตอนหรือบางส่วนของคำตอบไม่ถูกต้อง
- ค่อนข้างจะบอกได้ว่าคำตอบนั้นถูกต้อง
- ทราบว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นไม่สำเร็จ
- งานไม่ถูกต้อง
- แสดงความพยายามแก้ปัญหา
- ไม่สามารถบอกได้ว่าทำไมจึงแก้ปัญหาไป  
ในแนวทางนี้

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2547: 89) กล่าวถึงการจัดทำกฎเกณฑ์การให้คะแนนอาจพิจารณาตามลักษณะงาน / กิจกรรม ได้เป็นสองรูปแบบ คือ (1) กฎเกณฑ์การให้คะแนนทั่วไปสำหรับใช้ประเมินงาน / กิจกรรมหลาย ๆ ชิ้น ที่อยู่ในกรอบเรื่องเดียวกัน และ (2) กฎเกณฑ์

การให้คะแนนเฉพาะ เป็นแนวทางการให้คะแนนทั่วไปที่เขียนให้เฉพาะเจาะจงกับการปฏิบัติของงาน/ กิจกรรมแต่ละชิ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กฎเกณฑ์ทั่วไป (ใช้ได้หลายงาน / กิจกรรม)

4 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์อย่างถูกต้องทั้งหมด และมีแนวคิดใหม่

3 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์อย่างถูกต้องครบถ้วน

2 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์ไม่ครบถ้วนและมีบางความคิดผิดพลาด

1 แสดงความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์ผิดพลาดไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

กฎเกณฑ์เฉพาะ (เนื้อหาเดียว ใช้ได้เฉพาะงาน / กิจกรรมเดียว)

4 แสดงความเข้าใจในความคิดรวบยอดทั่วไปในกระบวนการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตยที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นได้ถูกต้อง ครบถ้วน และมีแนวคิดใหม่เกี่ยวกับตัวประกัน

3 แสดงความเข้าใจในความคิดรวบยอดทั่วไปในกระบวนการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตยที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นถูกต้องครบถ้วน

2 แสดงความเข้าใจในความคิดรวบยอดทั่วไปในการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตยที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นอย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่บางส่วนผิดพลาด

1 แสดงความเข้าใจในความคิดรวบยอดทั่วไปในกระบวนการต่อสู้เพื่อประชาธิปไตยที่ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นไม่ถูกต้องหลายส่วน

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

กฎเกณฑ์การให้คะแนนรวม

ทักษะการแก้ปัญหา

4 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ใช้วิธีการสมเหตุสมผล มีการตรวจสอบคำตอบ แสดงวิธีทำชัดเจน มีคำบรรยายประกอบ

3 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ใช้วิธีการสมเหตุสมผล แสดงวิธีทำ

2 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำ ใช้วิธีการไม่เหมาะสมบางส่วน

1 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำไม่ครบถ้วน ใช้วิธีการไม่เหมาะสม

ส่วนการให้คะแนนแบบเกณฑ์ย่อยเป็นการพิจารณาผลงานของผู้เรียนแยกเป็นด้าน ๆ ดังตัวอย่างกฎเกณฑ์การให้คะแนนเกณฑ์ย่อยทักษะการแก้ปัญหาแยกเป็นด้านความเข้าใจในงาน กับคุณภาพของวิธีทำความเข้าใจในงาน

4 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนถูกต้อง ใช้วิธีการสมเหตุสมผลตรวจสอบคำตอบถูก

3 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนถูกต้อง ใช้วิธีการสมเหตุสมผลตรวจสอบคำตอบถูก เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ถูกต้อง ใช้วิธีการสมเหตุสมผล ตรวจสอบคำตอบถูก

2 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนบางส่วนใช้วิธีการที่ขาดความสมเหตุสมผล

1 เขียนอธิบายงานที่ทำได้บางส่วน ส่วนใหญ่ไม่ชัดเจน

คุณภาพของวิธีทำ

4 แสดงวิธีทำถูกต้อง ชัดเจน มีคำบรรยายประกอบ มีต้นฉบับ ร่างแก้ไข

3 แสดงวิธีทำชัดเจนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ มีคำบรรยายประกอบ ไม่มีร่องรอยของการแก้ไข ปรับปรุง

2 แสดงวิธีทำถูกต้องบางส่วน มีคำบรรยายประกอบแต่ไม่ชัดเจน

1 แสดงวิธีทำได้ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน ส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง

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

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

กฎเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับเกณฑ์รูปรีคทั่วไป (General Rubric)

ระดับสูงสุด ควรมีลักษณะดังนี้

1. ประกอบด้วยคำตอบที่สมบูรณ์ ชัดเจน ปะติดปะต่อ ไม่คลุมเครือ และอธิบายได้ดีรวมถึงแผนภาพที่ชัดเจนและไม่ซับซ้อน

2. สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อแสดงต่อผู้อ่าน

3. แสดงความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการของคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

4. ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาทั้งหมด รวมถึงตัวอย่างประกอบ

5. ให้เหตุผลสนับสนุนที่มีน้ำหนัก

6. ความต้องการสนับสนุนที่มีน้ำหนัก

7. ความต้องการที่นอกเหนือจากนี้ของปัญหา

ระดับสอง ควรมีลักษณะดังนี้

1. ประกอบด้วยคำตอบที่ดี แต่อาจมีบางส่วนไม่สมบูรณ์

2. อธิบายได้ดีน้อยกว่า สมบูรณ์น้อยกว่า

3. ไม่แสดงความต้องการของปัญหา นอกเหนือไปจากนี้  
ระดับสาม ควรมีลักษณะดังนี้

1. ประกอบด้วยคำตอบที่สมบูรณ์ แต่การอธิบายสั้น
2. แสดงเหตุผลแต่ไม่สมบูรณ์ รวมถึงแผนภาพไม่เหมาะสมหรือไม่ชัดเจน
3. แสดงความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แต่ไม่ชัดเจนแน่นอน

ระดับสี่ ควรมีลักษณะดังนี้

1. ยกเว้นส่วนที่น่าสนใจ มีความหมาย หรือทั้งหมดของคำถามและคำตอบ
2. มีส่วนใหญ่ผิดพลาด
3. ใช้กลยุทธ์ไม่เหมาะสม

ไพศาล หวังพานิช (2526: 96 – 97) ได้กล่าวถึงข้อเสนอแนะในการตรวจให้คะแนนว่า ไม่ว่าจะใช้วิธีใดตรวจให้คะแนนการตรวจที่จะช่วยเพิ่มความเชื่อถือได้ของคะแนนควรกระทำดังต่อไปนี้

1. ไม่ควรให้เด็กเขียนชื่อในกระดาษคำตอบ เพื่อป้องกันการให้คะแนนจากความรู้สึกประทับใจในเรื่องอื่น ๆ ของเด็ก ซึ่งเรียกว่า Halo Effect เช่น ให้คะแนนจากความคุ้นเคย ความรู้สึกว่าเด็กมีความตั้งใจและขยันขันแข็ง เป็นต้น

2. ตรวจคำตอบทีละข้อ ไม่ควรตรวจทุกข้อของแต่ละคน เพราะจะก่อให้เกิด Halo Effect ได้เช่นกัน เช่น เห็นว่าข้อแรก ๆ ของเด็กได้คะแนนมาก ข้อต่อไปจึงให้คะแนนน้อย (ทั้งที่ตอบดี) หรือในทางตรงกันข้าม การตรวจคำถามข้อเดียวกันของทุก ๆ คน ให้เสร็จจะช่วยในแง่การเปรียบเทียบคุณภาพการตอบของเด็กทั้งกลุ่มได้ด้วย อีกทั้งช่วยให้การตรวจแต่ละข้อนั้น ๆ ของแต่ละคนยึดเกณฑ์ที่เหมือนกัน

3. ไม่ควรย้อนกลับไปดูคะแนนของเด็กจากข้อที่ตรวจแล้ว ในการตรวจข้อต่อ ๆ ไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้คะแนนจากข้ออื่น ๆ มีผลกระทบกับการให้คะแนน ในข้ออื่น ๆ

4. ไม่ควรให้คะแนนโดยยึดความถูกต้องทางภาษาเป็นหลัก ถ้าหากไม่ได้มุ่งวัดความถูกต้องในการเขียนและการใช้ภาษา ความถูกต้องสละสลวยในการใช้ถ้อยสำนวนในการตอบ ไม่ควรมีอิทธิพลต่อการให้คะแนนมากหรือน้อย ผู้ตรวจควรพิจารณาเฉพาะเป้าหมายการตอบในแง่ของความสมบูรณ์ครบถ้วนของเนื้อหาหรือความสมเหตุสมผลของความคิดเป็นหลักในการให้คะแนน

5. ถ้าเป็นไปได้ควรให้คนอื่นช่วยตรวจสอบผลการตรวจให้คะแนนทั้งนี้เพื่อให้คนอื่นได้ประเมินความเหมาะสมในการให้คะแนนของเรา ตามหลักการที่ถูกต้องนั้นคะแนนที่เด็กได้ควรเป็นคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากผู้ตรวจให้คะแนนหลาย ๆ คน ซึ่งคงเป็นเรื่องยากในเชิงปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามถ้าไม่อาจปฏิบัติได้ อย่างน้อยผู้ตรวจควรได้ทบทวนความเหมาะสมในการตรวจให้คะแนนของตนอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำคะแนนเหล่านั้นไปใช้

6. ควรเขียนข้อวิจารณ์ ข้อท้วงติง (Comments) ลงบนคำตอบเพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน หรืออย่างน้อยให้เป็นหลักฐานว่า ทำไมจึงให้คะแนนเท่านี้ สำหรับคำตอบของเด็กคนนี้

7. การตรวจให้คะแนนต้องกระทำอย่างตั้งใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนและต้องอ่านคำตอบของเด็กอย่างถี่ถ้วน เมื่อใดที่ผู้ตรวจขาดหลักเกณฑ์การให้คะแนน หรือไม่ได้อ่านคำตอบอย่างตั้งใจ คะแนนที่ให้กับเด็กมักออกมาในรูปกลาง ๆ ซึ่งเป็นไปตามหลักของ Central Tendency Error ซึ่งเป็นไปในลักษณะที่ว่า “เมื่อไม่แน่ใจก็ให้คะแนนกลาง ๆ ไว้ก่อน” ซึ่งแน่นอนคะแนนที่ได้จากการสอบวัดนั้นจะมีความเชื่อมั่นต่ำลง

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยข้อคำถามอยู่ในรูปสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการตรวจโดยใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) โดยวิธีวิเคราะห์ (Analytical Method) ซึ่งการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละข้อ จะตรวจให้คะแนนเฉพาะ (Specific Rubric) ซึ่งมีการกำหนดคะแนนเป็นส่วนย่อย ๆ ในทั้ง 3 ประเด็นหลักตามชุดแนวทางการตอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### 3. ข้อสอบความเรียง

#### 3.1 ลักษณะของข้อสอบความเรียง

##### 3.1.1 รูปแบบของข้อสอบความเรียง

ข้อสอบความเรียง (Essay Type) หรือข้อสอบอัตนัย คือข้อสอบที่มุ่งให้ผู้สอบได้เขียนบรรยายสิ่งต่าง ๆ ที่แสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์เรื่องราวหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ ทศนคติ พฤติกรรมทางสมองด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) ซึ่งเป็นลักษณะความคิดในเชิงริเริ่ม สร้างสรรค์ความสามารถในการใช้ภาษา ความสามารถในการใช้เหตุผล การวางแผนงาน และการแสดงออกในลักษณะจินตนาการ ซึ่งไม่สามารถใช้ข้อสอบปรนัยหรือข้อสอบชนิดอื่นวัดได้หรือวัดได้ลำบาก ลักษณะของข้อสอบความเรียงหรืออัตนัย จึงเป็นคำถามหรือโจทย์ที่กำหนดเป็นสถานการณ์หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่งอย่างกว้าง ๆ หรือเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ผู้สอบได้เขียนตอบในลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น โดยคำตอบของข้อสอบประเภทนี้มีลักษณะของปริมาณไม่แน่นอน เนื่องจากผู้สอบต้องเขียนตอบโดยเรียงเรียงจากความคิด ความเข้าใจอย่างอิสระของตนเอง ดังนั้น คำตอบจึงอาจมีตั้งแต่ประโยคเดียวจนถึงหลาย ๆ หน้ากระดาษ

##### 3.1.2 ประเภทของข้อสอบความเรียง

เมเรนและเลแมนน์ (Mehen and Lehmann. 1969) ได้แบ่งข้อสอบความเรียงออกเป็นสองประเภท ตามลักษณะของความมีอิสระในการตอบ ดังนี้

1.1 แบบตอบขยาย (Extended Response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted Response) ข้อสอบแบบนี้จะถามความรู้ความสามารถต่าง ๆ โดยให้อิสระในการตอบแก่นักเรียน

หรือผู้สอบมาก เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็น อธิบาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่ ทุกแง่ทุกมุมตามที่ ต้องการ โดยไม่จำกัด ลักษณะของคำถามจึงกว้างขวาง เหมาะสำหรับการวัดความสามารถด้าน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะคิด และการประเมินค่า (Evaluation) เพราะข้อสอบแบบนี้ส่งเสริมให้ นักเรียนรู้จักรวบรวมความคิดต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่ข้อสอบแบบนี้ใช้กับนักเรียนหรือนักศึกษาในระดับที่สูง เช่น ในระดับอุดมศึกษา หรือระดับหลังปริญญาตรีไปแล้ว ทั้งนี้เพราะในการ วัดผลการศึกษาระดับดังกล่าว มุ่งวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ในภาวะที่มีอิสระอย่างเต็มที่ เพื่อใช้ความสามารถแก้ปัญหา ริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนมีการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุผลนี้ ปริมาณคำตอบของข้อสอบแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับคำถามและความรู้ที่สั่งสมไว้ว่ามีมาก น้อยเพียงใด ประกอบกับความสามารถในการจัดระบบการตอบ และความสามารถในการใช้ภาษา ของนักเรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ จุดอ่อนของข้อสอบแบบนี้อยู่ที่การให้คะแนน เพราะยากที่จะหา เกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกต้องเที่ยงตรงได้ คำถามที่ใช้มักจะเป็นคำถามประเภท จงอภิปราย เปรียบเทียบ แสดงความคิดเห็นเป็นส่วนใหญ่ (Green: 1963)

ตัวอย่าง ตามความคิดเห็นของท่านการวัดผลการศึกษามีประโยชน์ต่อการพัฒนา ด้านจริยธรรมของนักเรียนได้อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

1.2 แบบตอบจำกัด (Restricted Response หรือ Short – Essay Item) ข้อสอบแบบ จะสามารถจุดจุดอ่อนของคำถามแบบแรกได้ ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบแบบขยายคำตอบเป็น แบบทดสอบที่ให้อิสระในการตอบโดยไม่จำกัด ทำให้ได้คำตอบที่แตกต่างกันมาก จึงมักมีปัญหาใน การตรวจให้คะแนน โดยเฉพาะในแง่ของการเปรียบเทียบกันในกลุ่ม ข้อสอบแบบนี้จึงถามแบบ จำเพาะเจาะจง ผู้เขียนข้อสอบต้องกำหนดขอบเขตลักษณะการตอบ ตลอดจนเนื้อหา ทิศทางการ ตอบและความยาวในการตอบไว้ด้วย คำตอบจึงสั้นและอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้ตอบต้อง จัดเรียงความคิดให้เป็นระเบียบแล้วตอบให้ตรงประเด็นของคำถามเพียงสั้น ๆ โดยไม่มีโอกาส อภิปรายแสดงความคิดเห็นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ ข้อสอบแบบนี้จึงมีความสะดวกในการให้ คะแนนมากกว่าแบบแรก เพราะมีเกณฑ์ต่าง ๆ ที่จะตัดสินให้คะแนนมากขึ้น ผู้เขียนข้อสอบจึง จำเป็นที่จะต้องระมัดระวังในเรื่องคำสั่งของโจทย์ ขอบเขตของเนื้อหา และเวลาที่กำหนดให้นักเรียน ตอบ คำถามที่ใช้มักอยู่ในรูป จงนิยาม, ตอบสั้น ๆ, อธิบายสั้น ๆ

ตัวอย่าง จงอธิบายเปรียบเทียบเทคนิคการสอน 3 แบบ คือ แบบบรรยาย แบบ สาธิต และแบบอภิปราย ในหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักเกณฑ์
2. วิธีการ
3. เนื้อหาที่เหมาะสม
4. ....

อย่างไรก็ดี ข้อสอบแบบนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนน้อยมากในการแสดง ความสามารถเกี่ยวกับการจัดการรวบรวม การแสดงความคิดเห็น และการจัดหาสิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็น

เกี่ยวกับการตอบ จึงมีประโยชน์สำหรับการวัดผลการเรียนรู้ระดับความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ แต่มีคุณค่าน้อยมาก ถ้าจะนำไปใช้วัดในระดับการสังเคราะห์และการประเมินค่า

### 3.2 วิธีการสร้างข้อสอบความเรียง

#### 3.2.1 ข้อแนะนำในการสร้าง

เนื่องจากข้อสอบความเรียงมีข้อจำกัดและจุดอ่อนอยู่หลายประการ นักวัดผลจึงได้เสนอข้อแนะนำเพื่อลดจุดอ่อนเหล่านั้น ทั้งนี้จะได้ช่วยให้คุณภาพของข้อสอบแบบนี้ดีขึ้น ซึ่งสิ่งที่ต้องคำนึงของข้อสอบแบบนี้ อยู่ที่จุดอ่อนสำคัญ 2 ประการ คือ ทำอย่างไรจึงจะสร้างคำถามให้สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ และทำอย่างไรจึงจะทำให้คะแนนของข้อสอบมีความเชื่อถือได้มากที่สุด เพื่อลดจุดอ่อนทั้งสองนี้ ในการสร้างข้อสอบความเรียงจึงต้องคำนึงถึงข้อแนะนำต่อไปนี้

1. ใช้ข้อสอบแบบความเรียงวัดผลการเรียนรู้ที่ซับซ้อนเท่านั้น หลีกเลี่ยงคำถามประเภท วัดความจำอย่างเดียว เพราะการวัดความจำสามารถใช้ข้อสอบปรนัยอื่น ๆ วัดได้ดีกว่า ข้อสอบแบบความเรียงควรมุ่งวัดพฤติกรรมทางสมองที่ซับซ้อน เช่น การสังเคราะห์และการประเมินค่า โดยนักเรียนต้องคิดหาเหตุผล อธิบายความสัมพันธ์ วางเกณฑ์ในการสรุปเรื่องราว การประเมินผลการดำเนินงานของโครงการ ฯลฯ เป็นต้น ตัวอย่างคำถาม เช่น

- สีซัง เป็นชื่อของอะไร อยู่ที่ไหน สำคัญอย่างไร (ไม่ดี)

คำถามข้อนี้ไม่ดี เพราะใช้วัดได้แต่ความจำเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อสอบความเรียงก็ได้ เราสามารถใช้ข้อสอบปรนัยแทนได้ ซึ่งจะดีกว่าทั้งด้านความสะดวกในการตรวจและความเชื่อมั่นในการให้คะแนน จึงควรปรับปรุงใหม่ดังนี้

- จงอธิบายถึงองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกาะสีซังเหมาะที่จะเป็นท่าเรือเดินทะเล (ดีขึ้น)

2. วิเคราะห์จุดประสงค์ของวิชาที่ออกข้อสอบให้ละเอียดครอบคลุม และเลือกรูปแบบให้เหมาะสมกับจุดประสงค์นั้น ๆ

3. เขียนคำถามให้ชัดเจน ตรงจุด รัดกุมและเข้าใจง่าย ไม่ควรถามคำถามที่คลุมเครือหรือยาวเยิ่นเย้อเกินไป คำถามจะต้องระบุให้แน่ชัดว่าต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร เช่น ต้องการให้เปรียบเทียบ วิจารณ์ หาเหตุผล สรุปใจความหรือหาข้อแตกต่าง เป็นต้น คำถามที่ระบุชัดเจน จะช่วยให้สามารถให้คะแนนได้ง่าย และมีความเที่ยงตรงมากขึ้น

- ตัวอย่าง จงเปรียบเทียบประเทศไทยกับประเทศพม่า (ไม่ดี)

จงเปรียบเทียบลักษณะภูมิประเทศระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า

(ดีขึ้น)

4. ควรกำหนดขอบเขตของคำถามแต่ละข้อว่า กว้างหรือแคบเพียงไร เนื้อหาแค่ไหน เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจจุดมุ่งหมายของคำถามและสามารถตอบได้ตรงจุดที่ต้องการ การที่ผู้เขียนต้องระวังเรื่องนี้มาก ก็เพราะต้องการให้คำตอบของนักเรียนสามารถเปรียบเทียบกันได้ เช่น ให้อีก

เฉพาะใจความสำคัญ หรือ กำหนดหัวข้อที่ต้องการไว้อย่างมีขอบเขตว่าจะให้เปรียบเทียบในเรื่องใดบ้าง

ตัวอย่าง จงเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของข้อสอบอัตนัยและปรนัยมาเป็นข้อ ๆ

5. ควรออกข้อสอบวัดเด็กหลายครั้ง บ่อย ๆ เพื่อช่วยให้การทดสอบครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรยิ่งขึ้น

6. ในคำชี้แจง ควรกำหนดคะแนนไว้ด้วยว่า ให้ข้อใดกี่คะแนน และควรบอกหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนแต่ละข้อด้วย ผู้ตอบจะได้ระวังในเรื่องเหล่านั้น

7. ควรเขียนข้อสอบแบบตอบจำกัด (Restricted Response) หลาย ๆ ข้อ หรือชอยข้อให้เห็นเด่นชัด มากกว่าแบบตอบขยาย (Extended Response) เพียงน้อยข้อ ทั้งนี้เพราะ

7.1 เพื่อให้การตรวจให้คะแนนมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น

7.2 คำถามหลายข้อทำให้ถามได้มาก ซึ่งทำให้การสุ่มเนื้อหามาเป็นข้อสอบ มีลักษณะเป็นตัวแทนที่ดี ทำให้ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นสูงขึ้นด้วย

7.3 ครูสามารถพิจารณาคุณภาพของคำตอบของนักเรียนได้ดีและง่ายขึ้น เพราะเขียนอยู่ในวงแคบและจำนวนคำตอบไม่ยาวเกินไป

7.4 คำตอบของนักเรียนตรงตามจุดมุ่งหมายของผู้ออกข้อสอบ

ตัวอย่าง จงอธิบายถึงความไม่เสมอภาคทางการศึกษาของคนไทย (ไม่ดี)

จงอธิบายถึงความไม่เสมอภาคทางการศึกษาของคนไทยในหัวข้อ

ต่อไปนี้

- ฐานะทางเศรษฐกิจ
- ถิ่นที่อยู่
- ขนาดครอบครัว
- สถานะทางสังคม

8. ไม่ควรให้มีการเลือกทำข้อสอบเพียงบางข้อ เพื่อให้นักเรียนได้ทำเหมือนกันหมด จะได้สามารถเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนอย่างมีความหมาย นอกจากนั้นเราไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าข้อสอบทุกข้อมีความยากง่ายเท่ากัน คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจึงขึ้นอยู่กับข้อที่เลือกทำเป็นสำคัญ

9. ควรเฉลยคำตอบไว้ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และแนวคำตอบที่อาจเป็นไปได้ และต้องแน่ใจว่าคำถามที่สร้างนั้น มีคำตอบทุกข้อและดีที่สุดซึ่งผู้รู้จะให้คำตอบได้ ควรจะได้ทำเฉลยไว้ทั้งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้พร้อมด้วย เพื่อให้สามารถให้คะแนนได้เชื่อมั่นยิ่งขึ้น

10. ถ้าเป็นไปได้ควรออกข้อสอบให้มีความยากง่ายใกล้เคียงกัน

11. ออกคำถามโดยพิจารณาให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด เพื่อให้ให้นักเรียนตอบทุกข้อเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และถ้าได้กำหนดเวลาที่จะใช้ทำแต่ละข้อไว้อย่างคร่าว ๆ จะช่วยให้ผู้ตอบสามารถกำหนดขอบเขตในการตอบอย่างเหมาะสม และทำข้ออื่น ๆ ได้ทันเวลา



12. ในการเรียงเป็นแบบทดสอบ ควรเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยาก

13. ไม่ควรให้เปิดตำราตอบ เพราะอาจทำให้บางคนมีกำลังใจไม่ตั้งใจเรียน ไม่ตั้งใจในการเตรียมตัวสอบ โดยหวังจะเปิดตำราในเวลาสอบ นอกจากนั้นนักเรียนที่เก่งอยู่แล้ว จะได้เปรียบนักเรียนที่เรียนอ่อน เพราะมีความชำนาญในการใช้หนังสือ มีทักษะในการอ่าน และมีความคล่องแคล่วกว่า เด็กเก่งจึงมีแนวโน้มจะได้คะแนนสูงกว่าปกติ ส่วนเด็กอ่อนจะมีแนวโน้มการได้คะแนนต่ำลงกว่าเดิม

### 3.2.2 หลักทั่วไปในการเขียนข้อสอบความเรียง

1. คำถามควรอยู่ในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้เรียบเรียงความคิดและหลักวิชา มาตอบ กล่าวคือ ไม่ควรตอบในลักษณะที่เป็นคำถามแบบให้ตอบสั้น ๆ หลาย ๆ คำถาม ปนกัน หรือไม่ควรถามกว้างเกินไปจนผู้ตอบไม่ทราบจุดประสงค์หรือประเด็นของการถาม

2. ควรให้ผู้ตอบทราบขอบข่าย (Scope) ของการตอบด้วย เช่น ความยาวของการตอบรายละเอียดที่ต้องการให้ระบุในคำตอบ

3. ไม่ควรถามเรื่องที่เคยสอนหรืออภิปรายไว้แล้วโดยตรง ในกรณีที่เป็นควรดัดแปลงคำถามเสียบ้าง เพื่อให้ผู้ตอบได้ใช้ความคิด ความรู้ ฯลฯ ของตนในการตอบ

4. ไม่ควรถามในเรื่องที่ไม่อาจหาข้อยุติได้ เช่น ศาสนาพุทธกับคริสต์ ศาสนาใดน่าเชื่อถือกว่ากัน เพราะเหตุใด? แต่ควรถามในเรื่องที่ผู้ตอบสามารถหาหลักฐาน (Evidence) มาสนับสนุนความคิดของตนเอง เช่น เหตุใดประเทศไทยจึงไม่สามารถพัฒนาอุตสาหกรรมได้ดีเท่าประเทศสิงคโปร์ เป็นต้น

5. ควรใช้คำถามให้ผู้ตอบได้เปรียบเทียบหรือระบุความแตกต่าง แสดงเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้าน แสดงสาเหตุหรืออธิบาย ตลอดจนยกตัวอย่างและอื่น ๆ

### 3.2.3 ชนิดของคำถามและข้อสอบความเรียง

ได้มีผู้เสนอสิ่งที่ควรจะถามด้วยข้อสอบความเรียงไว้หลายท่าน แตกต่างกันไปตามชนิดและลักษณะของการคิดหาคำตอบ ซึ่งจะได้เสนอเรียงตามลำดับดังนี้

มอนโรและคาร์เตอร์ (Monroe and Carter) ได้เสนอแบบข้อสอบอัตนัยไว้ 20 แบบ ดังนี้

1. รำลึกแบบให้เลือก (Selective Recall) ถามให้ระลึกประสบการณ์ออกมา หมายถึงการวัดการระลึกได้ โดยที่ในกระบวนการที่ระลึกได้นั้นต้องเลือกสิ่งที่ต้องการไว้ด้วย การถามแบบนี้เป็นการถามปัญหาให้ผู้ตอบได้ระลึกสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว และตอบมาในส่วนของโจทย์ถาม เป็นการวัดความจำเท่านั้น

ตัวอย่าง จงบอกชื่อนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตระเบิดปรมาณูมา

3 ท่าน

2. ระลึกแบบให้ประเมิน (Evaluating Recall) ถามให้ประเมินผลให้ด้วย คำถามประเภทนี้จะถามเพื่อวัดความสามารถในการระลึกได้ ในสิ่งที่มีลักษณะเป็นการประเมินความสำคัญตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งมีลักษณะเฉพาะเจาะจงและจำกัดคำตอบมากกว่าแบบ Selective Recall จึงยากขึ้น

ตัวอย่าง จงบอกชื่อนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตระเบิดปรมาณูมากที่สุดมา 3 ท่าน

3. เปรียบเทียบของสองสิ่งบนพื้นฐานเดียวกัน (Comparison of Two Things on a Single Basis) ถามให้เปรียบเทียบสิ่งสองสิ่งในแง่ใดแง่หนึ่งบนรากฐานที่กำหนดให้ การถามแบบนี้เป็นการถามให้เปรียบเทียบสิ่งสองสิ่งบนข้อกำหนดหรือหลักการเดียว ซึ่งเป็นข้อสอบวัดความเข้าใจขั้นต้นนั่นเอง

4. เปรียบเทียบของสองสิ่งโดยทั่วไป (Comparison of Two Things in General) ถามให้เปรียบเทียบสิ่งสองสิ่งในแง่ทั่วไป คำถามชนิดนี้ต้องการให้เปรียบเทียบบนหลักการหรือเกณฑ์ทั่วไป ซึ่งจะมีลักษณะกว้างกว่าคำถามคำถามในข้อ 3

ตัวอย่าง จงเปรียบเทียบรถกับต่าง

5. การตัดสินใจสนับสนุนหรือคัดค้าน (Decision for or Against) ถามให้ตัดสินใจเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้าน เป็นคำถามที่ต้องการวัดการแสดงความคิดเห็นหรือลักษณะการตัดสินใจว่าจะเห็นด้วย คล้อยตาม หรือจะคัดค้าน

ตัวอย่าง ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่า การลงโทษด้วยการประหารชีวิตควรยกเลิกเสีย

6. หาเหตุหรือหาผล (Causes or Effects) ถามถึงสาเหตุหรือผล เป็นคำถามที่ต้องการวัดการแสดงผลและผลของสถานการณ์ที่กำหนดให้ นับเป็นคำถามที่วัดความสามารถด้านความเข้าใจ

ตัวอย่าง ทำไมระบอบเผด็จการ (Fascism) จึงเจริญในอิตาลีและเยอรมัน แต่ไม่เจริญในสหรัฐอเมริกาหรืออังกฤษ

7. อธิบายความหมายของวลีหรือประโยคในเนื้อเรื่อง (Explanation of the Use or Exact Meaning of Some Phrase or Statement in Passage) ถามให้อธิบายการใช้หรือความหมายที่แท้จริงของคำหรือข้อความที่กำหนดให้ คำถามชนิดนี้เป็นการวัดความสามารถด้านความเข้าใจ การแปลความ

ตัวอย่าง ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพ โรงเรียนควรพิจารณาใช้นวัตกรรมทางการศึกษาด้วยจึงจะสัมฤทธิ์ผล จงอธิบายความหมายของคำ นวัตกรรมทางการศึกษามาพอเข้าใจ

8. สรุปความจากเรื่องหรือหนังสือที่อ่าน (Summary of Some Unit of the Text or Some Article Read) ถามให้สรุปความบางหัวข้อจากตำราหรือบทความที่อ่าน เป็นการวัด

ความสามารถในการสรุป ย่อบทความหรือเรื่องราวตอนใดตอนหนึ่ง คำถามชนิดนี้เป็นการวัดความสามารถด้านความเข้าใจ การตีความ

ตัวอย่าง จงกล่าวถึงข้อดีข้อเสียของข้อสอบอัตนัยมา 5 บรรทัด

9. วิเคราะห์เรื่องราว (Analysis) ถามให้วิเคราะห์ เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถในการแยกแยะหาความสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ (วิเคราะห์ความสำคัญ)

ตัวอย่าง จงหาสาเหตุที่ทำให้ค่าของซีพีในปัจจุบันสูงขึ้นอย่างมากมาย

10. บอกความสัมพันธ์ของเรื่องราว (Statement of Relationships) ถามหาความสัมพันธ์เป็นการถามเพื่อต้องการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ตัวอย่าง ทำไมความเที่ยงตรงของแบบทดสอบจึงมีผลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในขณะที่ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่มีอิทธิพลต่อความเที่ยงตรง จงอธิบาย

11. แสดงหรือยกตัวอย่าง (Illustration or Example) ถามให้แสดงตัวอย่างหรือหลักการของวิทยาศาสตร์ โครงสร้างทางภาษาและหลักการในวิชาอื่น ๆ เป็นการถามเพื่อให้เห็นถึงหรือยกตัวอย่างการนำกฎเกณฑ์ในการจำแนกเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ

ตัวอย่าง จงยกตัวอย่างว่าสารประกอบใดที่มีส่วนของ Sucrose และ Lactose ผสมอยู่

12. แยกแยะเรื่องราว (Classification) ถามให้จำแนกประเภท เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถในการจำแนกเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ

ตัวอย่าง จงจำแนกและอธิบายว่าสารประกอบใดที่มีส่วนของ Sucrose และ Lactose ผสมอยู่

13. ประยุกต์กฎหรือหลักการในสถานการณ์ใหม่ (Application of Rules or Principles in New Situations) ถามให้ประยุกต์กฎหรือหลักการในสถานการณ์ใหม่ เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถในการนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งไม่เคยพบมาก่อน (การนำไปใช้)

ตัวอย่าง สมมติว่าถุงใบหนึ่งบรรจุก๊าซฮีเลียมอยู่เต็ม ถุงนี้ลอยอยู่กลางห้อง (ระหว่างเพดานกับพื้น) ในห้องขนาด  $10 \times 12 \times 11$  ฟุต ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น  $10^{\circ} \text{C}$  อยากทราบว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับถุงใบนี้

14. อภิปราย (Discussion) ถามให้อภิปราย เป็นการวัดความสามารถในการอภิปรายให้เหตุผลในหัวข้อที่กำหนดให้

ตัวอย่าง จงอธิบายถึงสนธิสัญญาแคนาดา (Canadian Confederation) ในหัวข้อต่อไปนี้

1. เหตุผลที่สำคัญของการจัดประชุมจัดทำสนธิสัญญา
2. การประชุมทำสนธิสัญญา
3. ....

15. ระบุจุดหมายของผู้แต่งจากการเลือกหรือจัดระบบเรื่องราว (Statement of Aim Authors's Purpose in His Selection or organization of Material) ถามให้ระบุจุดมุ่งหมายในการเลือกหรือจัดเรียงเรียงความรู้ เป็นการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ความมุ่งหมายของข้อเขียนหรือการจัดสิ่งหนึ่งสิ่งใด

ตัวอย่าง ทำไมนักวัดผลจึงกล่าวว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องราวของการทดสอบมีความสำคัญแก่ครูเป็นอย่างมาก

16. วิพากษ์วิจารณ์ (Criticism) ถามให้วิจารณ์เพื่อความถูกต้องและมีเหตุผลเป็นการวัดความสามารถในการวิจารณ์ทั้งในด้านคุณภาพ ความถูกต้องหรือความสัมพันธ์ของข้อความที่กำหนดให้

ตัวอย่าง จงวิจารณ์ข้อความที่ว่า “ ศูนย์กลางความขัดแย้งในระบบการปกครองเกิดขึ้นระหว่างนายทุนกับกรรมกร”

17. ระบุโครงสร้างหรือขั้นตอน (Out Line) ถามเกี่ยวกับโครงสร้าง เป็นการวัดความสามารถในการเรียงลำดับ ขบวนการ หรือการวางแผนงาน

ตัวอย่าง จงบอกถึงลำดับขั้นในการคำนวณหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank)

18. จัดระบบของข้อเท็จจริงเสียใหม่ (Reoranzation of Facts) ถามให้จัดรวบรวมข้อเท็จจริงใหม่ เป็นการวัดความสามารถในการสังเคราะห์แผนงาน

### 3.2.4 การเขียนข้อสอบแบบความเรียงวัดพฤติกรรมสนองระดับต่าง ๆ

การใช้ข้อสอบความเรียงวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนนั้น สามารถใช้วัดได้หลายด้านด้วยกัน ดังจะเสนอหลักและวิธีการเขียน ดังนี้

#### 1. การเขียนข้อสอบวัดความสามารถในการนำไปใช้ (Items to Measure Application)

เนื่องจากการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ความเข้าใจที่ได้เรียนรู้หรือมีอยู่เดิม ซึ่งอาจจะเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ ทฤษฎี วิธีการรวมทั้งแนวคิดต่าง ๆ ไปใช้แก้ปัญหาหรือนำไปใช้ในรูปแบบใหม่หรือเหตุการณ์ใหม่ ดังนั้นในการเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมทางสมองด้านนี้ จึงต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1.1 ส่วนสถานการณ์ เราจะต้องกำหนดสถานการณ์ขึ้นใหม่ เพื่อให้เป็นปัญหาที่นักเรียนยังไม่เคยพบเห็นมาก่อน ส่วนสถานการณ์จะทำหน้าที่เป็นกรอบหรือแนวทางของการตอบของนักเรียน เพื่อให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของผู้ออกข้อสอบ ในการกำหนดสถานการณ์จะต้องมีความรอบคอบ เพื่อให้การตรวจให้คะแนนมีความเชื่อมั่นสูงขึ้นด้วย

1.2 ส่วนปัญหาหรือคำถาม ส่วนนี้จะเป็นส่วนชี้บอกให้นักเรียนทราบว่าจะต้องแก้ปัญหาใดบ้างตามเงื่อนไขในสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง (ส่วนที่ขีดเส้นใต้ คือส่วนสถานการณ์) ให้ท่านวางแผนการจัดงาน วันลอยกระทง สำหรับโรงเรียนแห่งหนึ่ง ซึ่งมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 จำนวน 500 คน โดยกำหนดขั้นตอนของการจัดงานรายการบันเทิง การให้ความรู้ ทั้งนี้โดยให้คำนึงถึงความรู้และความสนุกสนานเป็นหลัก และให้เหตุผลด้วยว่าทำไมท่านจึงเลือกจัดงานในลักษณะดังกล่าว

1.3 ข้อกำหนดในการตอบองค์ประกอบคำถามอีกชนิดหนึ่ง ที่อาจนำมาประกอบเป็นคำถามวัดการนำไปใช้คือ ข้อกำหนดในการตอบข้อสอบ (Response Instruction) ซึ่งอาจประกอบด้วย

1.3.1 การกำหนดความยาวของคำตอบ เช่น กำหนดให้ตอบอย่างมากที่สุด 1 หน้ากระดาษ

1.3.2 ระบุสิ่งที่ต้องการเน้นหรือเจาะจงการทำงานบางชนิด เช่น ให้แสดงวิธีทำ (คณิตศาสตร์) ระบุให้ตอบโดยละเอียดหรือโดยย่อ ฯลฯ

1.3.3 บอกเกณฑ์ในการให้คะแนนว่า จะพิจารณาสิ่งใดบ้าง เช่น ความเรียบร้อย การแยกรายละเอียดเป็นข้อ ๆ ให้ชัดเจน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามในบางโอกาส ข้อกำหนดการตอบ (Response Instruction) อาจรวมเขียนในส่วนสถานการณ์ของข้อสอบก็ได้

## 2. การเขียนข้อสอบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ (Items to Measure Analysis)

การวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะหรือการพิจารณาส่วนย่อยของสิ่งต่าง ๆ ในแง่ของความสำคัญ ความสัมพันธ์ของส่วนย่อยต่าง ๆ และพิจารณาลักษณะวิธีการที่ทำให้ส่วนย่อยต่าง ๆ รวมกันอยู่ได้ หรือมีระบบ ดังนั้นในการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จึงต้องการให้นักเรียนสามารถมองเห็นแจ้งถึงขบวนการหรือระบบของปัญหาต่าง ๆ ลักษณะของคำถามชนิดนี้จึงประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ

2.1 สถานการณ์ (Situation or Setting) ส่วนที่กำหนดขึ้นมาให้ผู้ตอบได้ทำความเข้าใจ ซึ่งจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี ฯลฯ ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปเป็นหลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ได้

2.2 ข้อกำหนดในการตอบ (Response Instruction) ส่วนที่กำหนดลักษณะโครงสร้างการตอบของผู้ตอบ เช่น จำกัดให้ตอบในแง่ใดแง่หนึ่ง ความยาวของการตอบ หรือเกณฑ์ที่นำมาพิจารณาในการให้คะแนน

ตัวอย่าง ถ้าใช้หลักคำสอนของพุทธศาสนา (1) เป็นหลักในการดำเนินชีวิตอย่างเคร่งครัดของคนไทย ท่านคิดว่าจะมีส่วนดีและส่วนเสียอย่างไรบ้าง (2) จงอธิบายข้อสอบวัดความสามารถเชิงวิเคราะห์ มักจะเน้นให้ผู้ตอบใช้สติปัญญาพิจารณาส่วนย่อยๆ ในปัญหาที่

กำหนดให้ อาจพิจารณาถึงความสำคัญในแต่ละส่วนย่อย ความสัมพันธ์ที่แต่ละส่วนย่อยมีต่อกัน หรือพิจารณาส่วนย่อยในด้านหลักเกณฑ์หรือทฤษฎีต่าง ๆ

ข้อสอบวัดความสามารถด้านวิเคราะห์ จะมีประสิทธิภาพมาก ถ้าสอบวัดในส่วนที่เกี่ยวข้องระหว่างความสามารถทางสติปัญญา อารมณ์และจริยธรรม นักเรียนจะใช้ความสามารถของตนวิเคราะห์ปัญหานั้น โดยพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ของความคิดและความรู้สึกของตนตามประสบการณ์ที่ผ่านมา

### 3. การเขียนข้อสอบวัดความสามารถเชิงสังเคราะห์ (Items to Measure Synthesis)

การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะพิจารณารวมส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นสิ่งใหม่ที่มีความหมายและมีประโยชน์ดีขึ้นกว่าเดิม นั่นคือเป็นพฤติกรรมที่ส่งเสริมให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ เพราะฉะนั้นการกำหนดข้อสอบให้ผู้สอบตามกฎเกณฑ์ที่วางไว้ จึงไม่เป็นการวัดการสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์แบบ บลูม (Bloom) ได้ให้ข้อสังเกตว่าความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อให้อิสระในการทำกิจกรรม มีอิสระในการกำหนดความตั้งใจ และมีอิสระในการเลือกใช้สิ่งต่าง ๆ (Materials) ที่จะทำได้ด้วยตนเอง

ดังนั้น ข้อสอบวัดพฤติกรรมสมองด้านนี้ จึงมักให้อิสระในการตอบแก่นักเรียน เช่น

- จงสร้างผลงานชิ้นใหม่
- จงนำทฤษฎีต่าง ๆ เหล่านี้ไปจัดรูปใหม่
- จงสร้างเครื่องมือชนิดใหม่มา 1 ชิ้น
- จงวางแผนวิธีการในการดำเนินการแบบใหม่

จะเห็นได้ว่าปัญหาที่จะให้นักเรียนทำจะเป็นปัญหาใหม่ นักเรียนไม่เคยพบเห็น นั่นคือ จะต้องไม่ใช่เรื่องที่ครูเคยสอน หรือใกล้เคียงกับที่ครูเคยสอนหรือแก้ปัญหามาให้แล้ว ทั้งนี้เพราะพฤติกรรมการสังเคราะห์ จะต้องเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากต้นกำเนิดความคิดของนักเรียนเอง (Original Thinking) การตั้งปัญหาจึงต้องมุ่งวัดความคิดของนักเรียนเองเป็นสำคัญ

ตัวอย่าง จงต่อคำประพันธ์ต่อไปนี้ให้ครบ 1 บท

ชาวเอ๋ยชาวไทย .....  
 .....  
 .....  
 .....

### 4 การเขียนข้อสอบวัดความสามารถด้านการประเมินค่า (Items to Measure Evaluation)

การประเมินค่า หมายถึง การวินิจฉัยยติราคา ตัดสินสิ่งต่าง ๆ เช่น เรื่องราว งาน หรือวัตถุสิ่งของ ฯลฯ โดยอาศัยเกณฑ์ทั้งภายในและภายนอก เป็นเครื่องช่วยในการพิจารณา

เกณฑ์ที่จะนำมาประกอบการพิจารณาวินิจฉัย จะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่จะประเมินค่า ซึ่งอาจจะ เป็นเกณฑ์ในแง่คุณภาพ ความถูกต้อง ประสิทธิภาพ หรือเกณฑ์ในแง่เศรษฐกิจ จริยธรรม หรือ ความพอใจ เป็นต้น

ข้อสอบวัดความสามารถในการประเมินค่า จึงต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ

1. สิ่งที่ต้องการให้ประเมินค่า

2. ข้อกำหนดในการตอบ (Response Instructions) ซึ่งรายละเอียดของข้อกำหนดการตอบจะรวมทั้งเกณฑ์ให้ใช้ในการประเมินค่าด้วย

ตัวอย่าง จงเขียนประเมินบทประพันธ์ที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ ให้มีความยาวไม่เกิน 2 หน้ากระดาษ การประเมินจะต้องประกอบด้วย การประเมินโครงสร้างของบทประพันธ์ เนื้อหา ลักษณะการจัดเรียงเรียงถ้อยคำ รูปแบบการประพันธ์ ความหมายและสัญลักษณ์ หลักเกณฑ์ในการประเมินจะต้องชัดเจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จงพยายามเขียนคำตอบของท่านให้เรียบร้อยด้วยความตั้งใจ และอย่าลืมตรวจทานการตอบของท่าน เพราะการใช้ภาษาในการตอบของท่านจะมีผลต่อการพิจารณาคะแนนด้วย

### 3.3 การหาคุณภาพของข้อสอบความเรียง

#### 1. การหาความเชื่อมั่น (Reliability)

นินนอลลี (Nunn ally. 1964: 54) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

กรอนลินด์ (Gronlund. 1976: 65) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น เป็นความคงที่ของคะแนน ซึ่งได้จากการสอบบุคคลเดียวกันแต่ต่างเวลาและโอกาสกัน

อัลเลน และเยน (Allen; & Yen. 1979: 73) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นความแปรปรวนของคะแนนจริงหารด้วยความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้

อนาสตาซี (Anastasi. 1982: 109) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นหมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบกับคนกลุ่มเดียวกันสองครั้งด้วยแบบทดสอบเดิมในเวลาที่แตกต่างกัน หรือทดสอบกลุ่มเดียวกันด้วยข้อสอบต่างชุดที่มีข้อสอบเทียบเท่ากันหรือภายใต้สภาพการณ์ทดสอบที่ต่างกัน

แจนดา (Janda. 1998: 59) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นตัวที่บ่งบอกความแปรปรวนของคะแนนในการสังเกตจากการทดสอบที่สามารถอธิบายความแปรปรวนคะแนนจริงได้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540: 88) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นหมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543: 209) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายครั้งในแบบทดสอบชุดเดิม

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2547: 198) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นหมายถึงระดับของความสอดคล้องของผลการวัดหรือคำตอบของนักเรียนที่ได้จาก

1. การตอบคำถามเดียวกันสองครั้ง
2. การตอบคำถามที่คล้ายคลึงกันสองคำถามในเวลาเดียวกัน หรือในช่วงเวลาต่างกัน หรือ

3. การตรวจให้คะแนนคำตอบเดียวกันของผู้ตรวจสองคนหรือมากกว่าสองคน Don F. Blood และ William C. Budd (1972) ได้เสนอไว้ 2 วิธี คือ

1. Interscorer Reliability เป็นการให้ผู้ตรวจ 2 คน ให้คะแนนกระดาษคำตอบแผ่นเดียวกันอย่างอิสระ แล้วนำคะแนนมาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ Pearson Product Moment Correlation

2. Interscorer Reliability เป็นการให้ผู้ตรวจให้คะแนน ตรวจกระดาษคำตอบแผ่นเดียวกัน 2 ครั้งแต่ต่างเวลากัน แล้วนำคะแนนของทั้งสองครั้งมาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ Pearson Product Moment Correlation โดยให้คะแนนที่ให้ครั้งแรกเป็นหลัก แต่ถ้าต้องการหาความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนนเฉลี่ย ก็ทำได้โดยใช้สูตร Spearman Brown

ถ้ามีผู้ตรวจให้คะแนนเกินกว่า 2 คน และผู้ให้คะแนนแต่ละคนให้คะแนนแบบเป็นตำแหน่ง ก็ทำได้โดยใช้สูตร Guildford

อีกวิธีหนึ่ง สำหรับการหาความเชื่อมั่นในการให้คะแนนแบบการจัดอันดับของผู้ตรวจมากกว่า 2 คน หาได้โดยใช้สูตรการหาสัมพันธ์ของ Kendall ซึ่งเรียกว่า Coefficient of Concordance

การหาความเชื่อมั่นภายในของข้อสอบ เนื่องจากข้อสอบแบบความเรียงมีระบบการให้คะแนนไม่เป็นแบบ Dichotomous คือ ผิดได้ 0 คะแนน ถูกได้ 1 คะแนน ดังนั้นในการหาความเชื่อมั่น จึงใช้สูตร Coefficient ของ Cronbarch

ส่วนอีกแบบหนึ่งหาได้โดยใช้ Hoyts ANOVA Procedure ซึ่งใช้หลักสถิติของการวิเคราะห์ ความแปรปรวน

## 2. การหาความยากง่าย (Difficulty)

ตามปกติแล้วความยากง่ายของข้อสอบ เราจะถือจุด 0.5 เป็นค่าเฉลี่ยปานกลาง ฉะนั้นการที่จะถือว่าเด็กตอบถูกหรือผิดนั้น ในการนำไปคำนวณหาความยากง่ายของข้อสอบ เราจะถือเอาเด็กที่ทำได้คะแนนตั้งแต่ครึ่งขึ้นไปเป็นผู้ตอบถูก

## 3. การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อสอบแบบความเรียง สามารถหาอำนาจจำแนกได้ โดยใช้สัมพันธ์แบบ ไบซีเรียล (Biserial Correlation) ซึ่งเราจะตรวจให้คะแนนข้อสอบเป็นเท่าใดก็ได้ เช่น 10, 5 ฯลฯ เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยยึดคะแนนเฉลี่ยหรือมัธยฐานเป็นจุดตัด หรือ



จะใช้วิธีเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย แล้วตัดกลุ่มเก่งกลุ่มอ่อนกลุ่มละ 25% หรือ 27% ก็ได้ ต่อจากนั้นไปใช้ในสูตร

#### 4. ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรง เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือวัดทุกชนิด ซึ่งมีนักการศึกษาให้นิยามไว้สอดคล้องกันหลายท่าน ดังนี้

บลูม (Bloom. 1967: 468) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงหมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัด

อัลเลน และเยน (Allen; & Yen. 1979: 95) กล่าวว่า แบบทดสอบจะมีความเที่ยงตรงถ้าแบบทดสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะวัด

อนาสตาซี (Anastasi. 1982: 99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ระดับที่แบบทดสอบนั้นวัดได้จริงตามสิ่งที่ต้องการจะวัด

ไฟสต์ (Feist. 1990: 702) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง แบบทดสอบหรือเครื่องมือที่สามารถวัดได้ถูกต้องแม่นยำ

กรอนลันด์ และลิน (Gronlund; & Linn. 1990: 65) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นการแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านการอธิบายคะแนนของแบบทดสอบ

ฮอบกินส์ และ สแตนเลย์ (Hopkins; & Stanley. 1990: 76) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นการวัดความตรงตามหน้าที่ที่จะวัดได้ดีเพียงใด สามารถประเมินความถูกต้องแม่นยำของความเที่ยงตรงจากการอ้างอิงของคะแนนวัด

สมาคม American Psychological Association (APA) สมาคม American Education Research Association (AERA) และสมาคม National Council on Measurement in Education (NCME) ได้แบ่งความเที่ยงตรงออกเป็น 3 ประเภท (Hopkins; & Stanley. 1990: 76 – 77) คือ

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)
2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – Related Validity)
3. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity)

อนาสตาซี (Anastasi. 1982: 99-104) กล่าวถึงการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงไว้ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) มี 2 ประเภท คือ

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบทดสอบและลงความเห็นว่าเป็นแบบทดสอบนั้นวัดลักษณะที่เหมาะสมหรือตรงประเด็น (Relevant) หรือไม่

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล (Logical Validity) ความเที่ยงตรงนี้将有ความเกี่ยวข้องกับการนิยามให้ตรงขอบเขต (Domain) ของพฤติกรรมที่จะวัด

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – Related Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่นำคะแนนของแบบทดสอบมาหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ (เกณฑ์ คือ พฤติกรรมบางประการที่คะแนนแบบทดสอบใช้เป็นตัวพยากรณ์) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ ความเที่ยงตรงนี้将有ความเกี่ยวข้องกับการใช้คะแนนแบบทดสอบเพื่อพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคต สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์หาได้โดยทดสอบกับผู้ที่ต้องการพยากรณ์แล้วนำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับเกณฑ์ในอนาคต

2.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเกณฑ์ เมื่อการวัดทั้งสองอย่างได้มาในเวลาเดียวกัน

3. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการพิจารณาว่าแบบทดสอบนั้นสามารถวัดคุณลักษณะและความสามารถตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ได้เพียงใด การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีวิธีการดังนี้

3.1 คำนวณจากค่าความสัมพันธ์ เป็นการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบกับแบบทดสอบมาตรฐาน หรือ แบบทดสอบแต่ละส่วน

3.2 คำนวณด้วยวิธีหลายลักษณะหลายวิธี วิธีการนี้ใช้เมื่อมีคุณลักษณะมากกว่า 2 คุณลักษณะ และมีวิธีการทดสอบมากกว่า 2 วิธี โดยนำไปหาค่าความสัมพันธ์ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แปลผลได้ ดังนี้

3.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเหมือน เป็นการวัดที่เกิดจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างการวัดคุณลักษณะเดียวกันหรือวิธีเดียวกัน ซึ่งค่าสหสัมพันธ์จะต้องมีค่าสูง

3.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก เป็นการวัดที่เกิดจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างการวัดคุณลักษณะต่างกันหรือใช้วิธีเดียวกัน หรือต่างวิธีก็ได้ ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ต้องต่ำ

3.3 คำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นการประเมินโดยกระบวนการวิเคราะห์ตัวประกอบค่าความสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบทดสอบ และได้รูปแบบน้ำหนักของตัวประกอบที่ทำนายได้

กรอนลันด์ และลินน์ (Gronlund; & Linn. 1990: 50 – 74) กล่าวถึงการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงไว้ว่าการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงนั้นสามารถแสดงได้ 3 วิธี คือ การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเนื้อหา การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเกณฑ์ และการแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับโครงสร้าง ซึ่งแต่ละวิธีนั้นก็จะมีวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน และแต่ละวิธีก็จะมีข้อจำกัดของกระบวนการแตกต่างกันออกไป การนำแบบทดสอบมาใช้หนึ่งจึงจำเป็นต้องมีหลักฐานแสดงการสนับสนุน ดังนี้

1. การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเนื้อหา (Content – Related Evidence) เป็นกระบวนการอธิบายขอบเขตหรือเนื้อหาของแบบทดสอบที่ตรงประเด็นและเป็นตัวแทนที่ดีของแบบทดสอบ การแสดงหลักฐานวิธีนี้มีความสำคัญด้านเนื้อหาของแบบทดสอบคือ ข้อความของแบบทดสอบนั้นจะต้องประเด็นตรงกับจุดมุ่งหมาย กระบวนการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงด้านความสัมพันธ์กับเนื้อหานั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงด้านความสัมพันธ์กับโครงสร้าง

2. การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเกณฑ์ (Criterion – Related Evidence) เป็นกระบวนการอธิบายของเขตความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการวัดกับการแสดงพฤติกรรม (เกณฑ์) หรือคะแนนที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปทำนายพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (เชิงทำนาย) หรือ ประเมินพฤติกรรมในปัจจุบัน (เชิงสภาพ) ความเที่ยงตรงวิธีนี้เป็นการรายงานสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ การแสดงหลักฐานวิธีนี้มีความสำคัญกับการนำไปแสดงกับแบบทดสอบวัดความถนัด

3. การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับโครงสร้าง (Construct – Related Evidence) เป็นกระบวนการอธิบายขอบเขตของแบบทดสอบที่สามารถอธิบายได้ตรงกับนิยามหรือโครงสร้างหรือไม่ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจะใช้การแสดงผลหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเนื้อหาและการแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเกณฑ์เป็นข้อมูลของการแสดงหลักฐาน กระบวนการแสดงหลักฐานวิธีนี้จะช่วยให้แบบทดสอบมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และทำให้คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมีความหมายอย่างแท้จริง การแสดงหลักฐานความสัมพันธ์กับโครงสร้างมีลักษณะคล้ายกับการหาเหตุผล อีกทั้งยังมีความตรงประเด็นของเนื้อหา ดังนั้นการแสดงผลหลักฐานวิธีนี้ จึงเป็นการแสดงหลักฐานที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

กลอนสั้น และลิ้นี่ ได้อธิบายสรุปถึงวิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 สรุปวิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง

ประเภท	กระบวนการ	ความหมาย
1. การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเนื้อหา (Content – Related Evidence)	เปรียบเทียบข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ โดยการพิจารณา	แสดงถึงข้อคำถามว่าเสนอได้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการวัด
2. การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับเกณฑ์ (Criterion – Related Evidence)	เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนแบบทดสอบที่แสดงพฤติกรรมภายหลัง (สำหรับทำนาย) หรือเปรียบเทียบกับ	แสดงถึงแบบทดสอบสามารถทำนายหรือประเมินพฤติกรรมในปัจจุบันด้วยค่าที่ได้จากการวัด

ประเภท	กระบวนการ	ความหมาย
	คะแนนแบบทดสอบที่เป็นเกณฑ์ในปัจจุบัน (สำหรับประเมินพฤติกรรมในปัจจุบัน)	
3. การแสดงหลักฐานด้านความสัมพันธ์กับโครงสร้าง (Construct – Related Evidence)	เป็นการประเมินความสัมพันธ์ของคะแนนกับความตรงประเด็นของการวัดและการตัดสินใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของแบบทดสอบ	แสดงถึงผลของแบบทดสอบสามารถอธิบายความหมายของการวัดได้อย่างมีนัยสำคัญหรือมีคุณภาพ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 246 – 265) กล่าวถึงความเที่ยงตรงในการวัดจำแนกตามคุณลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)
2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – Related Validity)
3. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity)

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัดและการพิจารณาความเที่ยงตรงชนิดนี้จะใช้การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล (Rational Analysis) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจำแนกออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล (Logical Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่ทำให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด (Table of Specifications) หรือไม่ ถ้าเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชานั้นจะต้องพิจารณาว่าแบบทดสอบนั้นมีข้อสอบแต่ละข้อตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและจำนวนข้อสอบสอดคล้องกันกับตารางวิเคราะห์รายละเอียดหรือไม่ ถ้าสอดคล้องกันก็แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล แต่ถ้าเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชานั้นจะต้องพิจารณาข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นว่าวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ซึ่งพิจารณาข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นว่าวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยค่า IOC ที่คำนวณได้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่นิยามไว้หรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ดังนั้นความเที่ยงตรงชนิดนี้จึงขึ้นอยู่กับผู้เชี่ยวชาญที่ทำการตรวจสอบว่ามีความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ (Criterion – Related Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธจำแนกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความเที่ยงตรงที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในสภาพปัจจุบัน ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับผู้เรียน ผลการสอบจากแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพ จะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของผู้เรียน คือผู้เรียนที่สอบได้คะแนนสูง จะเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถที่เป็นจริงสูงกว่าผู้ที่สอบได้คะแนนต่ำกว่า เช่น ในการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ผู้ที่ได้คะแนนสูงจะเป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพ สามารถจะคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบนั้นกับคะแนนความรู้หรือเกรดเฉลี่ย (G.P.A.) ของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบนั้นโดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment:  $r_{xy}$ )

2.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความเที่ยงตรงที่ได้มาจากเอาผลการวัดของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปคำนวณหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในอนาคต เพื่อที่จะเอาผลการสอบไปพยากรณ์ผลสำเร็จในอนาคต โดยการคำนวณความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์

สอบความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ หาได้โดยคำนวณสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนชุดที่เป็นตัวพยากรณ์กับคะแนนชุดที่เป็นตัวเกณฑ์ โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment:  $r_{xy}$ ) เช่นเดียวกับการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

3. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

3.1 คำนวณจากค่าความสัมพันธ์ เป็นการคำนวณความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรงโดยอาศัยคะแนนที่ได้จากการสอบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกันไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากสูตรของเพียร์สัน นอกจากนี้ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างที่คำนวณจากค่าสหสัมพันธ์ ยังหาโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละส่วน หรือแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับคะแนนรวมของแบบทดสอบ แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละส่วนกับคะแนนรวมเป็นค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

3.2 วิธีคำนวณจากหลายลักษณะหลายวิธี (The Multitrait – Multimethods Matrix) เป็นวิธีหาความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลายวิธี ซึ่งคิดขึ้นโดยแคมป์เบล และฟิสก์ (ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 261 อ้างอิงจาก Campbell; & Fiske. 1959) ซึ่งเป็นวิธีการหาความเที่ยงตรงแบบทดสอบที่ประกอบด้วยลักษณะที่วัดมีสองลักษณะ หรือมากกว่าสองลักษณะและมีวิธีวัดสองวิธีหรือมากกว่าสองวิธีแล้วคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงสองลักษณะ ดังนี้

3.2.1 ความเที่ยงตรงเหมือน (Convergent Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดลักษณะเดียวกันหรือวิธีวัดเดียวกัน ซึ่งก็คือความเชื่อมั่นแบบทดสอบที่สอบซ้ำกัน (Reliability of Test – Retest) และวัดลักษณะเดียวกันแต่ต่างวิธีวัด จะมีความสัมพันธ์กันมีค่าสูง

3.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก(Discriminates Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ต่างลักษณะกันจะใช้วิธีเดียวกันหรือต่างวิธีกันก็ตาม จะมีค่าความสัมพันธ์กันต่ำหรือมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงตรงเชิงเหมือน

3.3 วิธีการคำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นวิธีที่จะต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ของข้อสอบแต่ละข้อ หรือแบบทดสอบย่อย (Subtest) แต่ละฉบับ จากนั้นจึงหาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้น วัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ ถ้าผลปรากฏว่าเมื่อคำนวณค่าน้ำหนักองค์ประกอบแล้วปรากฏว่ามีหนึ่งองค์ประกอบ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

3.4 วิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้จักอยู่แล้ว (Known – Group Technique) เป็นวิธีที่เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่รู้ว่ามีความรู้ที่ต้องการวัดกับกลุ่มที่รู้ว่าไม่มีลักษณะที่ต้องการวัด เช่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ทำได้โดยนำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ (กลุ่มที่รู้ทางคณิตศาสตร์) กับกลุ่มที่เรียนวิชาเอกภาษาไทย (กลุ่มที่ไม่รู้หรือรู้น้อยทางคณิตศาสตร์) แล้วคำนวณคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่ม มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

3.5 วิธีการหาค่าความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัด (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2547: 192-193) ได้กล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามโครงสร้างด้วยวิธีการหาค่าความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัด โดยอาศัยความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัด โดยไม่ใช้เกณฑ์ภายนอก ซึ่งสามารถพิจารณาจากดัชนีต่าง ๆ ดังนี้

3.5.1 พิจารณาจากดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อ เพราะข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงเป็นข้อสอบที่วัดในทิศทางเดียวกันกับส่วนรวม ถือว่ามีหลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างภายในสูง

3.5.2 พิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนส่วนย่อยภายในเครื่องมือวัดกับคะแนนรวม

3.5.3 พิจารณาจากค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดที่หาด้วยสูตรความสอดคล้องภายใน เช่น สูตร KR-20 หรือ สูตรแอลฟา ของครอนบัค (Cranach's Coefficient-Alpha) ดังนั้น เครื่องมือวัดใดมีความเชื่อมั่นสูง ก็สามารถสรุปได้ว่ามีหลักฐานความเที่ยงตรงตามโครงสร้างภายในสูงได้

จากวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรง 2 วิธี คือการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ ซึ่งได้จากการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อ กับนิยามปฏิบัติการและขอบเขต

ของเนื้อหา กับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยการหาค่าความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ของแบบทดสอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมของแบบทดสอบในแต่ละด้านกับแบบทดสอบทั้งฉบับ

### 3.4 วิธีการตรวจให้คะแนน

เนื่องจากข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย เปิดโอกาสให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบ จึงทำให้มีจุดอ่อนในการตรวจให้คะแนนมาก จากผลการวิจัย คอฟแมน และเคิร์ฟแมน (Coffman; & Kauffman. 1968) คอฟแมน (Coffman. 1971) แคนเนล และมาเชล (Cannel; Marshall. 1966) พบว่า ปัญหาสำคัญที่สุดของข้อสอบความเรียงหรืออัตนัยอยู่ที่ความไม่แน่นอนของผู้ตรวจให้คะแนน ดังนั้นในการตรวจให้คะแนนจึงจำเป็นต้องมีวิธีการและหลักเกณฑ์ที่ดีและรัดกุม เพื่อช่วยให้คะแนนมีความเชื่อมั่นได้มากขึ้น

#### 3.4.1 วิธีการตรวจให้คะแนนข้อสอบความเรียง

วิธีการตรวจเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งที่จะทำให้คะแนนเชื่อมั่นได้ วิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การตรวจโดยการวิเคราะห์ (Analytic Method or Key Method) วิธีนี้ครูจำเป็นต้องทำเฉลยคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบแต่ละข้อไว้ล่วงหน้า การเฉลยข้อสอบอาจทำโดยแบ่งออกเป็นประเด็นที่เฉพาะหรือชัดเจน แบ่งจุดสำคัญที่จะให้คะแนนเป็นส่วนย่อยๆ คะแนนที่นักเรียนได้ขึ้นอยู่กับจำนวนคะแนนที่กำหนดไว้ในประเด็นเหล่านั้น การให้คะแนนแบบนี้บางทีเรียกว่า วิธีการให้คะแนนเป็นจุด (Point – score Method) องค์ประกอบในการพิจารณาให้คะแนนแต่ละประเด็น ประกอบด้วย ประสิทธิภาพในการแสดงออก การตอบอย่างมีเหตุผล และการหาหลักฐานสนับสนุนหรือยืนยันคำตอบ

2. การตรวจโดยการพิจารณาภาพรวมแล้วจัดอันดับคุณภาพ (Global Scoring Method Holistic Method or Rating Method) การตรวจโดยวิธีนี้ ครูจะเลือกกระดาษ คำตอบของนักเรียนมาจำนวนหนึ่งอ่านทีละข้อจากกระดาษคำตอบที่ได้มานั้น แล้วจัดเรียงตามอันดับคุณภาพจากสูงไปหาต่ำ ซึ่งจะทำให้ครูทราบคุณภาพทั่วไปของข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจข้อสอบแต่ละข้อของนักเรียนทั้งหมด ในการจัดอันดับคุณภาพนี้อาจแบ่งอันดับคุณภาพออกเป็น 3 หรือ 5 อันดับก็ได้ เป็น ดีมาก ดี ปานกลาง เลว เลวมาก กรรมการตัดสินคุณภาพของคำตอบแต่ละข้อ โดยปกติมักนิยมใช้อย่างน้อย 3 คน โดยให้ตรวจอย่างอิสระแล้วนำเกณฑ์ที่ได้ไปพิจารณาตรวจให้คะแนนแก่คำตอบของนักเรียนคนอื่น ๆ ต่อไป การตรวจให้คะแนนโดยวิธีนี้ คำตอบของนักเรียนแต่ละคนจะถูกอ่านและแบ่งกลุ่มอย่างน้อย 2 ครั้ง ถ้าครั้งแรกและครั้งหลังใช้ผู้ตรวจต่างกันก็จะดีขึ้น แต่สิ่งหนึ่งที่มักเป็นข้อยุ่งยากสำหรับการตรวจแบบนี้คือ การเลือกกระดาษคำตอบมาเพื่อสร้างเป็นจุดรวม (Anchor Points) ในการกำหนดเกณฑ์ ควรหยิบสักเท่าใดและใช้ผู้อ่านกี่คนจึงจะเหมาะสม

### 3.4.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจให้คะแนน

ในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจำเป็นต้องมีเกณฑ์เป็นหลักในการประเมินค่าคุณภาพของการตอบของนักเรียน ไม่ว่าจะตรวจเป็นวิธีการใดก็ตาม เกณฑ์ในการตรวจมักจะแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

1. เกณฑ์ทางด้านเนื้อหา (Content Criterion) เกณฑ์นี้จะใช้เฉพาะตอนที่ เป็นส่วนของเนื้อหาที่นักเรียนนำมาอ้างอิง หรือนำมาเขียนตอบเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ของคำถาม

2. เกณฑ์ทางการเรียบเรียง (Organization Criteria) ทักษะในการเขียน และการเรียบเรียง นับว่าเป็นหัวใจของการตอบข้อสอบแบบความเรียง เพราะเป็นส่วนที่ทำให้ผู้ตรวจ สามารถพิจารณาข้อความหรือความคิดต่าง ๆ ของผู้สอบได้ ในการพิจารณาเขียนหรือการเรียบเรียง โดยทั่วไปจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ตอน คือ

2.1 ตอนนำ (Introduction)

2.2 ตอนเนื้อหา (Body)

2.3 ตอนสรุป (Conclusion)

ส่วนการพิจารณาให้คะแนนความสามารถในการตอบนั้น จะมุ่งพิจารณาที่ ความสามารถในการถ่ายทอดความคิดที่มีเหตุผลออกมาเป็นภาษาเขียนได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้ง กระบวนการและลำดับขั้น นอกจากนี้อาจพิจารณารวมไปถึงความสามารถใช้ภาษาได้ถูกต้องตาม หลักไวยากรณ์และการสะกดการันต์ได้ถูกต้องด้วย เพราะสิ่งเหล่านี้ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งของ กระบวนการสื่อสารความหมายด้วยเช่นกัน

3. เกณฑ์ด้านกระบวนการ (Process Criteria) จุดมุ่งหมายใหญ่ของการใช้ ข้อสอบความเรียงหรืออัตนัย ก็เพื่อวัดสมรรถภาพทางสมองที่ซับซ้อนขึ้นไป อันได้แก่ ความสามารถในการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ดังนั้นเกณฑ์ที่ สำคัญที่สุดในการให้คะแนน จึงควรเป็นเกณฑ์ที่จะพิจารณาว่านักเรียนมีความสามารถมากน้อย เพียงใดในพฤติกรรมทางสมองที่ต้องการวัด โดยพิจารณาการตอบคำถามของนักเรียนว่าได้ใช้ สมองทางด้านที่ต้องการวัดหรือไม่ และใช้ด้วยคุณภาพอย่างไร ซึ่งมักจะแบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

3.1 ขั้นระบุปัญหา (Define the Problem)

3.2 ขั้นแสดงเหตุผลและวิธีแก้ปัญหา

3.3 ขั้นเลือกวิธีแก้ปัญหา

3.4 ขั้นให้เหตุผลสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกตอบข้อ 3

3.5 ขั้นประเมินผลที่จะได้รับ

### 3.4.3 ปัญหาในการตรวจให้คะแนน

กรีน (Green. 1963) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้คะแนนของข้อสอบแบบความเรียง ขาดความเชื่อมั่นว่า เนื่องมาจากสาเหตุ 4 ประการ ดังนี้



1. ผลจากคะแนนครั้งก่อน (Halo Effect) จะเกิดขึ้นเมื่อผู้ตรวจอ่านคำตอบข้อแรก ของนักเรียน แล้วพบว่าเป็นคำตอบที่เรียบเรียงได้ดีมาก จนเป็นที่ประทับใจ แต่ข้อสอบข้ออื่น ๆ ทำ ไม่ได้ดีเท่าที่ควร ผู้ตรวจก็จะให้คะแนนข้อหลังดีกว่าคะแนนที่ควรจะเป็นจริง ๆ เนื่องจากความรู้สึก ประทับใจในการตอบคำถามข้อแรก หรือครุมีความประทับใจเด็กคนใดคนหนึ่งในชั้น เช่น เป็นเด็ก เรียนเก่ง หรือเด็กเรียบร้อย เมื่อเห็นชื่อแล้วมักจะให้คะแนนสูง วิธีการแก้ไขคะแนนแบบนี้ ครูต้องให้ เด็กเขียนชื่อไว้หลังกระดาษคำตอบ หรือให้นักเรียนเขียนรหัสเลขที่แทนชื่อก็ได้

2. ความคลาดเคลื่อนจากความเห็นใจ (High – grading or Generosity Error) การให้คะแนนมาก เนื่องจากมีความสงสารแบบนี้ครูจะให้คะแนนเพิ่มแก่เด็กทุกคนโดยไม่เลือกที่รัก มักที่ชัง

3. ความคลาดเคลื่อนจากการกดคะแนน (Low – grading or Penalty Error) การให้คะแนนต่ำ เนื่องจากความเข้มงวดของผู้ตรวจ ครูบางคนตั้งความหวังเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนจากการสอนของตนไว้สูงมาก เมื่อเห็นคำตอบจริง ๆ ของเด็กแล้วจะไม่พอใจ จึง ให้คะแนนต่ำเนื่องจากผิดหวังต่อผลการสอบของเด็ก

4. องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (The Influence of Extraneous Factors) ปัญหาจากองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาในการให้คะแนน ได้แก่ ลายมือ ไวยากรณ์ การ สะกดการ์นต์ การจัดระเบียบคำตอบ ความเป็นระเบียบเรียบร้อย และความสามารถในการเขียน ถ้า ครูจะคิดให้คะแนนในสิ่งเหล่านี้ ครูควรต้องแจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าก่อนสอบ และบอกน้ำหนัก ในการให้คะแนนด้วย

### 3.5 ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน

เบอร์รี สตอกค์ และคนอื่น ๆ (Burry-Stock and other. 1996) ได้ศึกษาดัชนีความ สอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Agreement Indexes: RAI) ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นของ ผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Reliability) ได้ผลดังนี้

#### ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Interrater Agreement)

การลงความเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนถูกอ้างอิงถึงระดับการตัดสินใจในการให้ คะแนนพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา เป็นความแตกต่างของความคิดตามวิธีการทางการวัดทาง จิตวิทยาเรื่องความเชื่อมั่น ในความคิดความเข้าใจของการลงความเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน เป็นความจำทางการวัดผลทางจิตวิทยาที่นำข้อมูลเป็นรายบุคคลและคะแนนรวมในวิชาต่าง ๆ ที่มี จุดมุ่งหมายกำหนดไว้ตามวิธีการของการแสดงความคิดเห็นของผู้ตรวจให้คะแนน มีความตั้งใจใน การนำมาใช้กับผู้ฝึกหัด หรือนักศึกษา หรือนักจิตวิทยา นักวัดผลและนักวิจัย

การศึกษาสามารถสรุปวิธีการคำนวณได้จากการสังเกตพฤติกรรมในระดับ I points หรือระดับช่วงชั้น ที่มีพิสัยของดัชนีจากค่าใหญ่ที่สุด คือ 1 ไปหาค่าน้อยที่สุด คือ 0 จากความ คิดเห็นของผู้ตรวจให้คะแนนหลาย ๆ คน ได้ 6 วิธี คือ

1. RAI สำหรับข้อสอบ 1 ข้อ, ผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน, สำหรับ 1 เนื้อหา เป็นสูตรการคำนวณจากผลการให้คะแนนของผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน ที่ให้คะแนนพฤติกรรมเดียวกัน ที่มีข้อมูลแบบ I ระดับ (I points) หรือช่วงชั้น ถ้าผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน ให้คะแนนเหมือนกัน ค่า RAI=1 ถ้าผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน ให้คะแนนต่างกัน/ไม่เหมือนกัน ค่า RAI=0

2. RAI ที่ใช้ผลรวมของคะแนนที่มี ผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน, 1 เนื้อหา และ K พฤติกรรม ใช้คะแนนที่ได้จากการสังเกต K พฤติกรรม ของผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน สูตรนี้สามารถแสดงค่า RAI สำหรับพฤติกรรม K

3. RAI ที่ใช้ผลรวมของคะแนนที่มี ผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน, N เนื้อหา และ K พฤติกรรม สำหรับผลการให้คะแนนจากผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน ที่ให้คะแนน N เนื้อหา ใน K พฤติกรรมที่เหมือนกันและต่อเนื่องกัน สำหรับการตรวจที่มีจำนวนผู้ให้คะแนนมีมากกว่า 2 คน หรือมีผู้ให้คะแนน M คน ให้  $\bar{R}$  แสดงค่าเฉลี่ยจากผู้ให้คะแนน M คน

4. RAI สำหรับข้อสอบ 1 ข้อ ผู้ตรวจให้คะแนนหลายคน, 1 เนื้อหา มีที่มาของคะแนนจากผู้ตรวจให้คะแนน M คน ที่ให้คะแนนเหมือนกันใน 1 พฤติกรรม ที่ต่อเนื่อง I ระดับ

5. RAI สำหรับผู้ตรวจให้คะแนน M คน, K พฤติกรรม, 1 เนื้อหา ซึ่งหาค่าเฉลี่ยของพฤติกรรม k ของ RAIs ของผู้ตรวจให้คะแนน M คน ใน 1 พฤติกรรม (นั่นคือ RAI ของผู้ตรวจให้คะแนน M คน ใน 1 พฤติกรรม สามารถหาค่าเฉลี่ยของผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน) RAIs ที่ผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน คือแบบคู่ แสดงถึงข้อเปรียบเทียบกับผู้ตรวจให้คะแนนคนเดียวกับค่าเฉลี่ยกับผู้ให้คะแนนอื่น ๆ

6. RAI สำหรับผู้ตรวจให้คะแนน M คน, K พฤติกรรม, N เนื้อหา ให้  $R_{mnk}$  เป็นคะแนนของผู้ให้คะแนน M คน ในการตรวจ k พฤติกรรม จากจำนวน  $N^{th}$  เนื้อหา

## 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เทอร์โลว์ (Thurlow. 1996: 143A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติของนักเรียนเกรด 5 จำนวน 59 คน โดยจัดแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน โดยสอนเน้นการเขียนสรุป ส่วนกลุ่มควบคุม 29 คน สอนตามปกติ พบว่า มีความแตกต่างกันของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าค่ากลางของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่ำกว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าค่ากลางของกลุ่มและเพศชายมีเจตคติต่ำกว่าเพศหญิง

เดริกเซล (Drexel. 1997: 2119 – A) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างเศษส่วนธรรมดา (Common Fraction) กับเศษส่วนทศนิยม (Decimal Fraction) หรือเศษส่วนที่มีพหุคูณของ 10 เริ่มต้นที่เลือกนักเรียน 9 คน ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 6 ที่อยู่ต่างห้องเรียนกันมาทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงเศษส่วนธรรมดากับเศษส่วนทศนิยม โดยให้ทำข้อสอบเศษส่วนแบบเขียนตอบ และ

สัมภาษณ์ถึงการเรียนเรื่องเศษส่วนที่ผ่านมา เพื่อจะได้ทราบระดับความรู้และมโนคติเรื่องเศษส่วนของนักเรียน ปรากฏว่ามโนคติเรื่องเศษส่วนของนักเรียนมีอยู่จำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้บทเรียน 6 บทในการปูพื้นฐานมโนคติ และทักษะเรื่องเศษส่วน และใช้บทเรียนเพียง 2 บท ในการเชื่อมโยงมโนคติของเศษส่วนธรรมดาและเศษส่วนทศนิยมกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการใช้บทเรียนก็ทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถจำแนก เปรียบเทียบดำเนินการบวกและลบเศษส่วนทศนิยมได้ สามารถนำหลักการของเศษส่วนธรรมดาไปใช้กับเศษส่วนทศนิยมได้ ซึ่งข้อจำกัดนี้ชี้ว่า ความรู้ของนักเรียนยังมีปัญหาต่อการนำมาใช้ แต่จากการที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเศษส่วนธรรมดาและเศษส่วนทศนิยมมาสัมพันธ์กันได้ อาจมีการความหมายต่อความเข้าใจมโนคติ และการดำเนินการในการทศนิยม

วิลเลียมส์ (Williams. 1999: 3836-A) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเรื่องจำนวนกับการคิดในใจ ด้วยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดในใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 413 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 183 คน กลุ่มควบคุม 230 คน และครูเข้าร่วมในการศึกษาคั้งนี้จำนวน 6 คน กลุ่มทดลองใช้ชุดการสอนจำนวน 83 บทเรียน เรื่องจำนวน กลุ่มควบคุมใช้การสอนตามปกติผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนที่ใช้มีผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการเชื่อมโยงการคิดในใจแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลจากการสัมภาษณ์กลุ่มทดลองพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในกระบวนการเชื่อมโยงการคิดในใจของนักเรียนก่อนและหลังสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม

ลอว์สัน และ ชินนาพแพน (Lawson; & Chinnappan. 2000: 26-43) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ศึกษาตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการทำการแก้ปัญหา และคุณภาพระบบความรู้ของนักเรียน จากนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนรู้อย่างมีแบบแผน มีระบบ มากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และมีระบบความคิดของการเชื่อมโยงความรู้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตที่นำไปสู่ความสำเร็จได้มากกว่า

นุท (Knuth. 2000: 500-508) ได้ศึกษาความเข้าใจในการสร้างการเชื่อมโยงในระบบพิกัดฉากของนักเรียน สืบเนื่องจากการนำเสนอเนื้อหาที่หลากหลายของฟังก์ชันในวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา มีนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวนมาก ไม่เข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างพีชคณิตและกราฟของฟังก์ชัน จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 178 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพีชคณิตของแคลคูลัสเป็นปีแรก ผลการวิจัยพบว่า มากกว่า 3 ใน 4 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเลือกทำแบบทดสอบโดยใช้วิธีทางพีชคณิต แม้ว่าการหาคำตอบโดยใช้กราฟของฟังก์ชันจะง่ายกว่าก็ตาม และน้อยกว่า 1 ใน 3 ที่ใช้วิธีของกราฟจะใช้วิธีพื้น ๆ หรือไม่ก็วิธีที่มีทางเลือกอื่นอีก

ไคล์ และมัวร์ (Kyle; & Moor. 2001: 80-86) ได้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยใช้วิธีเข้าไปเยี่ยมครอบครัวของนักเรียน ใช้การพูดคุยแบบไม่เป็นทางการและการสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง หลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลและจัดรูปแบบของสิ่งที่นักเรียนสนใจและทักษะการปฏิบัติของแต่ละครอบครัว ซึ่งบางอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการทำเกษตร การเลี้ยงสัตว์ การฝีมือ การดูทีวี และการทำอาหาร หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลนั้นมาพัฒนาเป็นปัญหาที่มีความหลากหลาย และมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน แล้วนำมาให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองของนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จากที่เคยคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยาก และช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำความรู้ที่บ้านของนักเรียนมาช่วยส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น นอกจากนั้นแล้ว ไคล์ และคณะยังเชื่อว่าการให้นักเรียนได้ทำงานที่มีความหมาย การให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างสุดความสามารถถ้าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา ความรู้และทักษะที่ครอบครัวเขาสนใจ

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-221) ได้สำรวจการโยงมโนติการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยให้นักเรียนฝึกสอน 4 คน แก้ปัญหาเรขาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้พื้นฐานมโนติของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบ ที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไป และให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลปรากฏว่า นักศึกษาฝึกสอนทั้ง 4 คน ยอมรับว่า แม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยพิสูจน์ แต่ก็ยังเป็นเครื่องมือช่วยสร้างความรู้สึกรู้สึก ให้เกิดความเข้าใจ ความสัมพันธ์ในปัญหาหรือทฤษฎีบท เพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

#### 4.2 งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 94-97) ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนารีวิทยา เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.84/82.32 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงดังกล่าวหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เทิดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์ (2547: 50-51) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงเท่ากับ 82.9/70.1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้กิจกรรมการ

เรียนการสอนคณิตศาสตร์นี้ สามารถสอบผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับ  
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงลักษณ์ แก้วมาลา (2547: 73-75) ได้สร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริม  
 ทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอน โดยใช้  
 ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นี้ด้วย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองแคว  
 “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแคว จังหวัดสระบุรี ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริม  
 ทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสูงกว่าก่อนได้รับการ  
 สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: 58-59) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์  
 แบบซิปปา (CIPPA Model) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 5 และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยพิจารณา  
 จากเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน  
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียน  
 การสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA Model) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน  
 เรื่อง สถิติเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 82.11/83.59 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการ  
 เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นี้  
 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพัฒตรา หล้าฤทธิ์ (2547: 80-84) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
 ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้น  
 กระบวนการคิดแบบเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
 1 โรงเรียนบ้านวังน้ำขาวชินูปถัมภ์ อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 20 คน ผลการวิจัย  
 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแบบเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์  
 ในลักษณะต่าง ๆ ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมี  
 ประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมในลักษณะนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในเรื่องต่าง  
 ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

ลิลลา ดลภาค (2549: 61-64) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง  
 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้  
 กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น  
 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร  
 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนเรื่องโจทย์

ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชดา ยাত্রา (2549: บทคัดย่อ) ได้จัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร จำนวน 15 คน ดำเนินการโดยใช้กิจกรรมชุมนุม คณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมจำนวน 8 คาบ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญญา แซ่หล่อ (2550: บทคัดย่อ) ได้บูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต โดยใช้สถานการณ์จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยานตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง จำนวน 30 คน ซึ่งผ่านการเรียนวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์เรื่อง ค่ากลางของข้อมูลเรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม การนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง กราฟเส้น และแผนภูมิแท่ง และสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนโดยใช้แผนการจัดเรียนรู้จำนวน 30 คาบ โดยเน้นการเชื่อมโยงในสองแบบ คือ การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต ทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงและแบบทดสอบวัดความลึกในการเข้าใจเนื้อหาทั้งก่อนและหลังการทดลอง ควบคู่กับการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ในเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลองนักเรียนที่ได้รับการบูรณาการมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงและความสามารถด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหาสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้เนื้อหาสาระในเรื่องต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับเรื่องที่ใกล้ตัว สิ่งแวดล้อมรอบตัว มีผลต่อผู้เรียนทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ อย่างชัดเจน ลึกซึ้ง ครอบคลุม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และแก้ปัญหาสภาพสังคมจริงได้ ซึ่งความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ เพื่อให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือและสามารถสะท้อนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามสภาพจริงของนักเรียน

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 39 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 13,419 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 5 โรงเรียน จำนวน 374 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two – Stage Random Sampling) ซึ่งมีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น .05 (มยุรี ศรีชัย. 2538: 104) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 374 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) การแบ่งขนาดของโรงเรียนตามเกณฑ์ของกรมสามัญศึกษา แบ่งเป็น 4 ขนาด ดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียน 2,500 คนขึ้นไป ซึ่งโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 มี 13 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดใหญ่ หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียน 1,500 – 2,499 คน ซึ่งโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 มี 15 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดกลาง หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียน 500 - 1,499 คน ซึ่งโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 มี 10 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดเล็ก หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนไม่เกิน 499 คน ซึ่งโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1 มี 1 โรงเรียน

จากการสุ่มโดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ได้ทั้งหมด 3 ขนาด ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 2 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน และขนาดกลาง 1 โรงเรียน รวมทั้งหมด 5 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนในโรงเรียนแต่ละขนาด โดยใช้นักเรียนโรงเรียนละ 2 ห้อง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ได้นักเรียนจำนวน 374 คน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 2

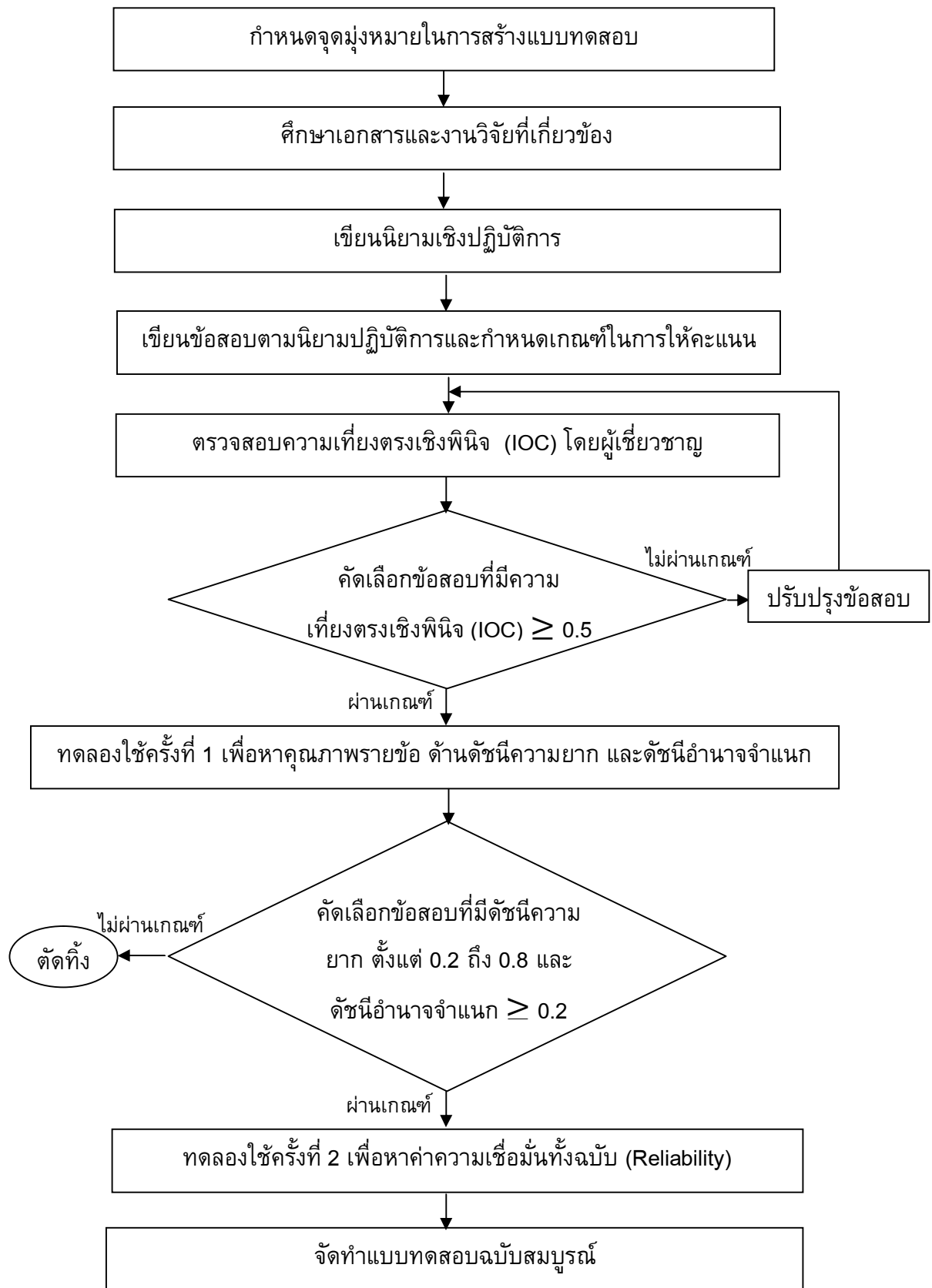
ตาราง 2 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

โรงเรียน	ขนาดโรงเรียน	จำนวนนักเรียน	กลุ่มตัวอย่าง
วัดสุทธิวราราม	ใหญ่พิเศษ	463	88
สตรีวิทยา	ใหญ่พิเศษ	596	78
วัดราชาธิวาส	ใหญ่	162	70
ราชวินิตมัธยม	ใหญ่	343	84
ศิลาจารพิพัฒน์	กลาง	116	54
รวม		1,680	374

### การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย ที่วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามสาระการเรียนรู้สาระที่ 6 มาตรฐาน ค 6.4 คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จำนวน 6 ข้อ ตามลำดับขั้นตอนดังภาพประกอบ 4





ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบ และเกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะการเชื่อมโยงภายในวิชา

จากภาพประกอบ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบและเกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะการเชื่อมโยงภายในวิชาตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

### การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็น การเชื่อมโยงภายในวิชา

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะการเชื่อมโยงภายในวิชา คือ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะการเชื่อมโยงภายในวิชา

1.2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ได้แก่

1.2.1. ดัชนีความยาก

1.2.2. ดัชนีอำนาจจำแนก

1.2.3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

1.2.4. ค่าความเชื่อมั่น

1.3 เพื่อศึกษาความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน ระหว่างผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน

1.4 เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาความหมาย และลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์เป็นการนำความรู้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ด้วยกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์มากขึ้น

2.2 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติและการประยุกต์ ขอบเขตของเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งพบว่านักเรียนจะต้องมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันตรีโกณมิติ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เรื่องตรีโกณมิติและการประยุกต์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

2.3 ศึกษาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. ศึกษาลักษณะการสร้างแบบทดสอบอัตนัย เขียนนิยามปฏิบัติการที่แสดงออกถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา เพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบตามนิยามปฏิบัติการในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา โดยที่ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบอัตนัย มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ และการประยุกต์ ซึ่งต้องใช้ความรู้และเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว คือ หลักการในการแก้สมการ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส วงกลม 1 หน่วย การดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนจริง การแยกตัวประกอบ และการเปลี่ยนจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือ รูปภาพ มาใช้ในการแก้ปัญหา จำนวน 8 ข้อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย

5. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจของแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นิยามปฏิบัติการที่กำหนด เหมาะสมของการใช้ภาษา โดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีวุฒิปริญญาโทสาขาการวัดผลการศึกษา จำนวน 2 ท่านและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจของแบบทดสอบ โดยให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่า คุณลักษณะของโจทย์สอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่า คุณลักษณะของโจทย์ไม่สอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา และ ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคุณลักษณะของโจทย์สอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ถ้าผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน 0 หรือ -1 ให้ใส่ข้อเสนอแนะในช่องที่กำหนด ซึ่งเมื่อนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยตามวิธีของโรเนลลี และแฮมมิงตันแล้ว จะต้องมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ

6. คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่า ด้านคุณลักษณะที่ต้องการวัดของโจทย์ มีดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ซึ่งผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง และโรงเรียนโยธินบูรณะ จำนวน 136 คน แล้วนำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบรายข้อ ด้านดัชนีความยาก และดัชนีอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์

8. คัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และดัชนีอำนาจจำแนกที่มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป พบว่ามีจำนวนข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกไว้ 6 ข้อ มีดัชนีความยากตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.61 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.71

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 จำนวน 6 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 โรงเรียน โรงเรียนละ 2 ห้อง จำนวน 374 คน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที หลังจากนั้นนำกระดาษคำตอบไปถ่ายเอกสาร นำไปให้ผู้ตรวจให้คะแนนซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ มีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน ตรวจสอบเกณฑ์การให้คะแนน แล้วตรวจสอบความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Reliability) ด้วยวิธีการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Agreement Index: RAI) จากสูตรของ เบอรรี่ – สติ๊กและคนอื่น ๆ ซึ่งผลจากผู้ตรวจ 3 คน ได้ดัชนีความสอดคล้องของผู้ตรวจทั้งฉบับ เท่ากับ 0.924 แล้วนำผลการตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 3 คน มาหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละข้อ แล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคได้ 0.821 และนำคะแนนจากการตรวจของผู้ตรวจมาวิเคราะห์เพื่อหาระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545: 126) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในขั้นผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 71.31

10. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### **การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา**

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะการเชื่อมโยงภายในวิชา ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้เกณฑ์ที่มีคุณภาพ มีการให้คะแนนสอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการศึกษา ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัย นิยามปฏิบัติการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา

3. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะการเชื่อมโยงภายในวิชารายข้อโดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวม ที่ได้จากการปรับปรุงของกรมวิชาการซึ่งแบ่งเป็น 5 เกณฑ์ (ดังแสดงในภาคผนวก ข)

4. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจของเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่ โดยนำเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ

เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีวุฒิปริญญาโทสาขาการวัดผลการศึกษา จำนวน 2 ท่านและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจของแบบทดสอบ โดยให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่า เกณฑ์การให้คะแนนสอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่า เกณฑ์การให้คะแนนไม่สอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ และ ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเกณฑ์การให้คะแนนสอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ถ้าผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน 0 หรือ -1 ให้ใส่ข้อเสนอแนะในช่องที่กำหนด ซึ่งเมื่อนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยตามวิธีของโรเนลลี และแฮมมิงตันแล้ว จะต้องมิตซ์ชี้ความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ

5. คัดเลือกเกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนมีดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.80 ทุกข้อ

6. นำเกณฑ์การให้คะแนนมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. จัดพิมพ์เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

**ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา**

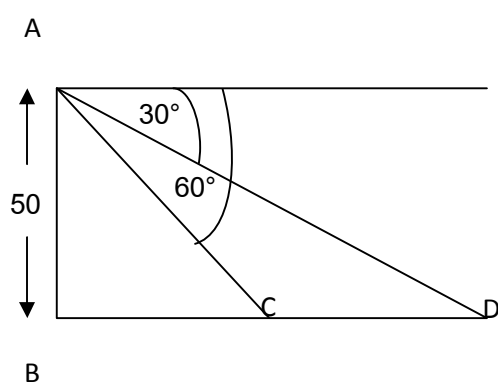
**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเขียนอธิบาย บรรยาย ขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้

คำตอบ โดยอ้างอิงแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ข้อ (0) จากหน้าผาซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 50 ฟุต มองเห็นเรือ 2 ลำ จอดอยู่ในทะเลในแนว

เส้นตรงเดียวกันเป็นมุมก้ม  $30^\circ$  และ  $60^\circ$  ตามลำดับ เรือทั้งสองลำอยู่ห่างกันเป็นระยะทางเท่าใด

วิธีคิด



จากรูปจำลอง  $AB$  เป็นหน้าผา  $C$  และ  $D$  เป็นเรือสองลำที่จอดในทะเล

$$\begin{aligned} \text{จาก } \triangle ABC, \quad \frac{BC}{AB} &= \cot 60^\circ \\ \frac{BC}{50} &= \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \therefore BC &= \frac{50}{\sqrt{3}} \text{ ฟุต} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \triangle ABD, \quad \frac{BD}{AB} &= \cot 30^\circ \\ \frac{BD}{50} &= \sqrt{3} \\ \therefore BD &= 50\sqrt{3} \text{ ฟุต} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CD &= BD - BC \\ &= 50\sqrt{3} - \frac{50}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{100\sqrt{3}}{3} \end{aligned}$$

ดังนั้นเรือสองลำอยู่ห่างกัน  $\frac{100\sqrt{3}}{3}$  ฟุต

ความรู้ และทักษะที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

1. การแปลงจากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือรูปภาพ
2. การเปลี่ยนค่าของตรีโกณมิติ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนตรีโกณมิติเบื้องต้นได้
3. หลักการในการแก้สมการ
4. การดำเนินการของจำนวนจริง

ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ครบทั้ง 4 ข้อ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 3 ข้อ

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 1 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่เขียนตอบหรือไม่มีการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

### การแปลความหมายของคะแนนทั้งฉบับ

โดยใช้เกณฑ์ที่ได้จากการปรับปรุงการตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545: 126) ดังนี้

ร้อยละของคะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
80 - 100	19.20 – 24.00	มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดีมาก
70 - 79	16.80 – 19.19	มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี
60 - 69	14.40 – 16.79	มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ พอใช้
50 - 59	12.00 – 14.49	มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์
0 - 49	11.99 – 0.00	มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์และขออนุญาตโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
2. จัดเตรียมแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ซึ่งผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ให้เพียงพอแก่นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3. ติดต่อประสานงาน ผู้อำนวยการสถานศึกษาของโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา สถานที่ และวิธีดำเนินการสอบ

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยชี้แจงกับผู้ควบคุมการสอบกลุ่มตัวอย่าง ให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอบ และวิธีการตอบให้เข้าใจตรงกัน โดยผู้วิจัยควบคุมการสอบให้เป็นไปตามกำหนด ดังนี้

4.1 การทดลองครั้งที่ 1 เดือนธันวาคม 2551 เพื่อสำรวจความชัดเจนความเป็นไปได้ของเกณฑ์การให้คะแนน และหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบ ผลการพิจารณานักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบทดสอบเสร็จทันเวลาภายในเวลา 2 ชั่วโมง และการเขียนตอบของนักเรียนตอบไปในแนวเดียวกันกับแนวการตอบของผู้วิจัย และนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ ด้านดัชนีความยาก ดัชนีอำนาจจำแนก ได้แบบทดสอบจำนวน 6 ข้อ มีดัชนีความยากตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.61 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.71

4.2 การทดลองครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบจำนวน 6 ข้อไปทดลองใช้ วันที่ 27 ธันวาคม 2551 – มกราคม 2552 เพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Reliability) โดยนำไปถ่ายเอกสาร จำนวน 3 ชุด สำหรับผู้ตรวจ 3 คน นำแบบทดสอบและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบการประเมินรวมไปให้ผู้ตรวจ โดยผู้วิจัยชี้แจงเพื่อให้ผู้ตรวจมีความเข้าใจตรงกัน ซึ่งได้ค่าความสอดคล้อง 0.924 และนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้ตรวจมาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคได้ 0.821

5. นำผลที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา มาหาค่าสถิติพื้นฐาน และระดับความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 71.39

### การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean:  $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Estimate of Mean:  $S_{\bar{X}}$ ) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for window)

2. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการหา ดัชนีความยาก ดัชนีอำนาจจำแนก และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค



## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติที่ใช้ในการหาค่าสถิติพื้นฐาน

สถิติเบื้องต้น ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

### 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency) ระหว่างข้อสอบกับนิยามปฏิบัติการและขอบเขตเนื้อหา โดยใช้สูตรของโรเนลลี และแฮมเบลล์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 248 - 249)

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

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

2.2 หาดัชนีความยาก ( $P_D$ ) และดัชนีอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบโดยแบ่งนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้สูตรการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตรานัยของ วิทนีย์ และซาเบอร์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199 - 201)

#### 2.2.1 ดัชนีความยาก ( $P_D$ ) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	$P_D$	แทน	ดัชนีความยาก
	$S_U$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มสูง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มต่ำ
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

### 2.2.2 ดัชนีอำนาจจำแนก (D) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มสูง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มต่ำ
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218)

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{\sum S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$S_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N^2}$$

$\sum X_i$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

โดยที่ 
$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.4 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) จากสูตรการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 252)

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

เมื่อ	$r_{XY}$	แทน	ค่าแสดงความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนของแบบทดสอบรายข้อของนักเรียน
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมคะแนนของแบบทดสอบโดยรวมทั้งฉบับของนักเรียน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมคะแนนของแบบทดสอบรายข้อของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบโดยรวมทั้งฉบับของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนรายข้อของแบบทดสอบกับคะแนนโดยรวมทั้งฉบับของนักเรียน

2.5 ความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Reliability) ของการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย จากผู้ตรวจให้คะแนน 3 คน โดยการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Agreement Indexes: RAI) จากสูตรของเบอร์รี่ – สต็อก และคนอื่น ๆ (Burry – Stock; others. 1996)

$$RAI = \frac{\sum^K \sum^N \sum^M |R_{mnk} - \overline{R_{nk}}|}{KN(M-1)(I-1)}$$

โดยที่ 
$$\overline{R}_{nk} = \frac{1}{M} \sum R_{MK}$$

เมื่อ	$RAI$	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน
	$R$	แทน	คะแนนจากผู้ตรวจแต่ละคน แต่ละข้อ
	$\overline{R}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการตรวจทั้งหมด
	$N$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$M$	แทน	จำนวนผู้ตรวจ
	$K$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$I$	แทน	ระดับคะแนน
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากผู้ตรวจทั้งหมด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิจัย ดังนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size)
$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
P <sub>D</sub>	แทน	ดัชนีความยาก (Difficulty Index)
D	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination Index)
S <sub><math>\bar{x}</math></sub>	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean)
IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (Index of Congruency: IOC)
RAI	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Rater Agreement Index)
r <sub>XY</sub>	แทน	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)
$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลอง (Try Out) ครั้งที่ 1

1.1 เพื่อคัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ ด้านดัชนีความยาก และดัชนีอำนาจจำแนก

ตอนที่ 3 การทดลอง (Try Out) ครั้งที่ 2

2.1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2.3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน

## 2.4 เพื่อแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ตอนที่ 1 การทดลอง (Try Out) ครั้งที่ 1

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา และเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 8 ข้อ ซึ่งได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง และโรงเรียนโยธินบูรณะ จำนวน 136 คนเพื่อสำรวจความชัดเจนความเป็นไปได้ของเกณฑ์การให้คะแนน และหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบ ผลการพิจารณานักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบทดสอบเสร็จทันเวลาภายในเวลา 2 ชั่วโมง และการเขียนตอบของนักเรียนตอบไปในแนวเดียวกันกับแนวการตอบของผู้วิจัย และเพื่อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบโดยการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ ด้านดัชนีความยาก ดัชนีอำนาจจำแนก โดยพิจารณาจากดัชนีความยากตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และดัชนีอำนาจจำแนกต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงดัชนีความยาก ดัชนีอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดการเชื่อมโยงภายในวิชา

ข้อ	คะแนนเต็ม	$P_D$	$D$	ผลการพิจารณา
1	4	0.15	0.40	ตัดออก
2	4	0.43	0.59	คัดเลือกไว้
3	4	0.61	0.62	คัดเลือกไว้
4	4	0.45	0.68	คัดเลือกไว้
5	4	0.49	0.55	คัดเลือกไว้
6	4	0.52	0.71	คัดเลือกไว้
7	4	0.82	0.46	ตัดออก
8	4	0.47	0.61	คัดเลือกไว้

จากตาราง 4 พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถภายในวิชา ทั้ง 8 ข้อ มีดัชนีความยาก ตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.72 ซึ่งมีข้อที่มีความยากอยู่ในเกณฑ์ยาก 1 ข้อ คือ ข้อ 1 มีดัชนีความยาก 0.15 และมีข้อง่าย 1 ข้อ คือข้อ 7 มีดัชนีความยาก 0.82 จึงตัดข้อสอบข้อที่ 1 และข้อที่ 7 ออก จึงเหลือข้อสอบข้อที่คัดเลือกไว้เพื่อเก็บข้อมูล

จริงจำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีดัชนีความยากตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.61 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.71

## ตอนที่ 2 การทดลอง (Try Out) ครั้งที่ 2

เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### 2.1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 6 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 374 คน แล้วนำมาถ่ายเอกสาร 2 ชุด เพื่อให้ผู้ตรวจ ตรวจให้คะแนน หลังจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำผลการตรวจมาหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยการทำค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนโดยรวมทั้งฉบับ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากการหาค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนโดยรวมทั้งฉบับ

ข้อ	$r_{xy}$
1	0.836
2	0.817
3	0.903
4	0.819
5	0.824
6	0.835

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 5 พบว่า ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากการวิเคราะห์ความสอดคล้องภายใน ระหว่างคะแนนรายข้อและคะแนนโดยรวมทั้งฉบับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.817 – 0.903 นั่นคือ แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างภายในค่อนข้างสูง

## 2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและแสดงค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำผลการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 3 คน หลังจากทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน มาวิเคราะห์โดยการหาค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการตรวจตามเกณฑ์การตรวจ จากผู้ตรวจ 3 คน

ผู้ตรวจคนที่	k	K	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	$\bar{X}$	S.	$S_{\bar{X}}$
1	6	24	24	4	12.26	9.43	0.42
2	6	24	24	5	13.14	11.82	0.47
3	6	24	24	4	12.94	11.11	0.39
สรุป	6	24	24	4.33	12.78	13.11	0.43

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 3 คน ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวม ของข้อสอบจำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็มทั้งฉบับ 24 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับระหว่าง 12.26 – 13.14 คะแนน โดยผู้ตรวจคนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 13.14 คะแนน รองลงมาคือผู้ตรวจคนที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 12.94 และผู้ตรวจคนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 12.26 คะแนน ซึ่งจะเห็นว่าผู้ตรวจทั้ง 3 คนมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และจากคะแนนเฉลี่ยพบว่า นักเรียนได้คะแนนสูงสุด 24.00 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 4.33 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับ 12.78 คะแนน และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.11 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนค่าเฉลี่ย 0.43 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ข้อสอบมีดัชนีความยากอยู่ในระดับปานกลาง

ผู้วิจัยนำผลการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 3 คน หลังจากทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน มาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ( $\alpha$  - Coefficient) ดังแสดงในตาราง 7



ตาราง 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จำแนกเป็นรายข้อ ( $\alpha$  - Coefficient)

ข้อที่	$\alpha$
1	0.831
2	0.802
3	0.816
4	0.845
5	0.810
6	0.826
รวมทั้งฉบับ	0.821

จากตาราง 7 พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา มีค่าความเชื่อมั่นรายข้อตั้งแต่ 0.802 ถึง 0.845 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่า 0.821 ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง

### 2.3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน

เนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ที่เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งมีการตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนน ว่ามีคุณภาพด้านความเป็นปรนัย และสามารถนำไปใช้ได้จริง

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบจากการทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 2 มาทำสำเนาจำนวน 2 ชุด ไปให้ผู้ตรวจซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ มากกว่า 5 ปี ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากนั้นนำผลตรวจของผู้ตรวจ มาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน จากสูตรของเบอร์รี่ – สตีอกและคนอื่น ๆ (Burry-Stock; others. 1996) จำแนกเป็นรายข้อ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจเพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นของผู้ตรวจจำแนกตามจำนวนผู้ตรวจ โดยใช้ผู้ตรวจสองคนและสามคน

ข้อที่	ความเชื่อมั่นของผู้ตรวจสองคน (RAI)			$\bar{R}$	ความเชื่อมั่นของผู้ตรวจสามคน (RAI)
	คนที่ 1 กับ 2	คนที่ 1 กับ 3	คนที่ 2 กับ 3		
1	0.928	0.935	0.930	0.931	0.935
2	0.910	0.914	0.925	0.916	0.921
3	0.921	0.917	0.934	0.924	0.928
4	0.949	0.942	0.939	0.943	0.946
5	0.930	0.919	0.932	0.927	0.932
6	0.935	0.937	0.924	0.932	0.937
รวม	0.929	0.927	0.931	0.929	0.934

จากตาราง 8 พบว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการวัดเฉพาะความสามารถภายในวิชา โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวม ที่มีผู้ตรวจสองคน คนที่ 2 กับ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด คือ 0.931 รองลงมาคือ ผู้ตรวจคนที่ 1 กับ 2 และคนที่ 1 กับ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.929 และ 0.927 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง ของผู้ตรวจสองคน 0.929 กรณีที่ผู้ตรวจสามคนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.934 จากการวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจสองคน และสามคน พบว่ามีแนวโน้มการตรวจให้คะแนนใกล้เคียงกัน

#### 2.4 เพื่อแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยได้นำผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์จากผู้ตรวจทั้ง 3 ท่าน มาวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

ระดับขั้น	ระดับคะแนน	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	19.20 – 24.00	374	20	5.35
ดี	16.80 – 19.19	374	17	4.55
พอใช้	14.40 – 16.79	374	23	6.15
ผ่านเกณฑ์	12.00 – 14.49	374	267	71.39
ต่ำกว่าเกณฑ์	0.00 -11.99	374	47	12.57

จากตาราง 9 พบว่า จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 374 คน นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมากคิดเป็นร้อยละ 5.35 ระดับดีคิดเป็นร้อยละ 4.55 ระดับพอใช้คิดเป็นร้อยละ 6.15 ระดับผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 71.39 และระดับต่ำกว่าเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 12.57

จากการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จำนวน 6 ข้อ มีคุณภาพรายข้อด้านดัชนีความยากอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำอยู่ในระดับ ปานกลางถึงระดับดี รวมทั้งมีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เกณฑ์การให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง และจากการตรวจแบบทดสอบพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### วัตถุประสงค์ และวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสังเขป

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 374 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two – Stage Random Sampling) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับปรุงมาจากกรมวิชาการ

ในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนในการทดลองใช้ (Try Out) 2 ครั้ง คือ ทดลองใช้ครั้งที่ 1 เพื่อคัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ ด้านดัชนีความยาก และดัชนีอำนาจจำแนก ทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ด้านค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน โดยใช้ผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน

#### สรุปผลการวิจัย

จากการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย เรื่องแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีจำนวน 6 ข้อ ผู้วิจัยสรุปผลตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วัดเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา มีดัชนีความยากตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.61 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.71 มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ โดยหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนโดยรวมทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 0.817 ถึง 0.903 คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมด มีค่า 0.821

2. คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับเดียว มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวม ที่มีผู้ตรวจสองคน คนที่ 2 กับ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องสูงสุด คือ 0.931

รองลงมาคือ ผู้ตรวจคนที่ 1 กับ 2 และคนที่ 1 กับ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.929 และ 0.927 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง ของผู้ตรวจสองคน 0.929 กรณีที่ผู้ตรวจสามคนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.934 จากการที่ผู้วิจัยใช้สูตร RAI มาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจสองคน และสามคน พบว่ามีแนวโน้มการตรวจให้คะแนนใกล้เคียงกัน

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์

## อภิปรายผล

จากการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน โดยตรวจให้คะแนนด้วยเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยอภิปรายผลดังนี้

1. คุณภาพของแบบทดสอบด้านความยากมีดัชนีความยากตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.61 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.71 ซึ่งตามเกณฑ์การแปลความหมายของค่าความยาก พบว่าแบบทดสอบมีดัชนีความยากตั้งแต่ค่อนข้างยาก ถึงค่อนข้างง่าย และแบบทดสอบสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์สูงออกจากจากนักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำได้ค่อนข้างดี ซึ่งถือว่าแบบทดสอบ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือดัชนีความยาก 0.20 – 0.80 และมีดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 184 – 185) สำหรับบางข้อที่มีดัชนีความยากค่อนข้างยากอาจเกิดจากนักเรียนลืมเนื้อหาที่ต้องนำมาใช้ในการเชื่อมโยงความรู้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถทำข้อสอบข้อนั้นได้ คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดเฉพาะความสามารถภายในวิชา โดยหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนโดยรวมทั้งฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.817 ถึง 0.903 ซึ่งมีความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง นั่นคือแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่า 0.821 ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2549: 107) และอย่างน้อยที่สุดแบบทดสอบควรมีค่าความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2548: 97) แสดงว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเชื่อมั่นสูง นั่นคือ คะแนนที่ได้จากการสอบวัดสามารถวัด

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาใกล้เคียงกับความสามารถจริงในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาของนักเรียน

2. ความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับเดียว มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนจำนวน 2 คน และ 3 คน ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชา โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม มีค่าดัชนีความสอดคล้องทั้งฉบับ 0.927 และ 0.934 ซึ่งจะเห็นได้ว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าสูงเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบภาพรวม มีความเป็นปรนัยสูง เพราะทำให้ผู้ตรวจให้คะแนน ตรวจให้คะแนนสอดคล้องกัน และการตรวจให้คะแนนเมื่อมีผู้ตรวจ 2 คน และ 3 คน พบว่ามีคะแนนใกล้เคียงกัน ดังนั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการตรวจแบบทดสอบให้ผู้ตรวจให้คะแนนเพียงสองคนก็เพียงพอแล้ว

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 5.35 ระดับดีคิดเป็นร้อยละ 4.55 ระดับพอใช้คิดเป็นร้อยละ 6.15 ระดับผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 71.39 และระดับต่ำกว่าเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 12.57 นั่นคือนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ นั่นแสดงให้เห็นว่าในนักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว มาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อใช้แก้ปัญหาได้ ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้จักการนำความรู้ที่เคยเรียนผ่านมาแล้วมาใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา หรือแก้ปัญหาในการเรียน ซึ่งอาจอาจเกิดจากนักเรียนไม่เคยชินกับการเขียนตอบ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสุนีย์ คล้ายนิล (2547: 12 – 22) ที่กล่าวว่านักเรียนไม่เคยชินกับการประเมินแบบเขียนตอบ หรือให้อธิบายยาว ๆ ส่งผลให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดและข้อสรุปได้ไม่ดีพอ

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

ครูควรใช้แบบทดสอบอัตนัยและเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมในการวัดผลประเมินผล ควบคู่ไปกับการวัดผลและประเมินผลแบบอื่น ๆ ด้วยเพราะแบบทดสอบอัตนัยสามารถวัดพฤติกรรมได้ในทุก ๆ ด้าน และสามารถวัดทักษะกระบวนการในชั้นสูงทางคณิตศาสตร์ได้ด้วย สามารถแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน และยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเขียน ความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนได้อีกด้วย

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ เช่นวิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ หรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน นอกหรือจากการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ควรสร้างเครื่องมือในรูปแบบอื่น ๆ เช่นแบบทดสอบสถานการณ์ ที่เป็นการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริงที่สามารถวิเคราะห์นักเรียนได้เป็นรายบุคคล

2.3 ควรสร้างเกณฑ์การให้คะแนนโดยวิธีวิเคราะห์ เพื่อจะได้ศึกษาความสามารถในด้าน  
ย่อย ๆ ของนักเรียนได้ด้วย

## บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). การประเมินผลจากสภาพจริง. กรุงเทพฯ: ศูนย์ลาดพร้าว.
- (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: ศูนย์ลาดพร้าว.
- จรรยา ภูอุดม. (2545, พฤษภาคม- กรกฎาคม). แนวการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 46(524-526): 14. 23-24.
- จารุวรรณ ทวันเวช. (2551). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 2. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนนวม. (2547). จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัด สู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน. ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์.
- เทอดเกียรติ วงศ์สมบุรณ์. (2547). กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นงลักษณ์ แก้วมาลา. (2547). ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2547). การวัดประเมินการเรียนรู้(การวัดประเมินแนวใหม่). (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญญา ชาญหล่อ. (2550). การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชดา ยาดรา. (2549). *ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลีลลา ดลภาค. (2549). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA Model) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส.วาสนา ประवालพฤษ. (2533). *การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (ม.ป.ป.). *การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). *การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ สินธุเวชญ์. (2542). *มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง*. เชียงใหม่: The Knowledge Center.
- สุพัฒตรา หล้าฤทธิ์. (2547). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแบบเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เสาวนีย์ เกรียร์. (2540). *คู่มือการอบรมการใช้แฟ้มสะสมงานนักเรียน*. กรุงเทพฯ: เนติกุลการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

- Allen, Mary J.; & Yen, Wendy M. (1979). *Introduction to Measurement Theory*. California: Wadsworth.
- Anastasi, Anne. (1982). *Psychological Testing*. Fifth Editor. New York: Macmillan.
- Blaskopf, Bill; & Chazan, Dan. (2001, November). Welcome to Our Focus Issue on Connections. *Mathematics Teacher*. 94(8): 625.
- Bloom, Benjamin S. (1967). *Taxonomy of Educational Objectives (Cognitive Domain)*. New York: David Mckay.
- Buck, J.C. (2000, June). *Building Connection among Classes of Polynomial Functions*. *Mathematic Teacher*. 93(7): 591-594.
- Burry-Stock, Judit A., Laurie ,Cecelia, Chissom, Brad S. (1996). " Rater Agreement Indexes For Performance Assessment." *Educational and Psychological Measurement*. 2: 251-261.
- Crites, T.W. (1995, August). *Connecting Geometry and Algebra: Geometric Interpretations of Distance*. *Mathematic Teacher*. 88(4): 292-297.
- Drexel, Robert Earl. (1997, July). Connecting Common and Decimal Fraction Concepts: *A Common Fraction Perspective*. *Dissertation Abstracts International*. 58(6): 2119 – A.
- Feist, Jess. (1990). *Theories of Personality*. 2 nd ed. Forth: Holt, Rinehart and Winston.
- Gronlund, Norman E.; & Linn, Robert L. (1990). *Measurement and Evaluation in Teaching*. 6 th ed. New York: Macmillan.
- Goorich, H. (1997). *Understanding rubrics*. [online]. Avarilable://<http://cdnet2.car.chula.ac.th/pdfhtml>[2007, January. 15].
- Hopkins, K D.; Stanley, J C.; & Hopkins, B R. (1990). *Education and Psychological Measurement and Evaluation*. 7 th ed. Englewood Cliffs, N J.: Prentice Hall.
- Janda, Louis. (1998). *Psychological Testing: Theory and Applications*. Boston: Allyn & Bacon.
- Janda, Louis. (1998). *Psychological Testing: Theory and Applications*. Boston: Allyn & Bacon.
- Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7 th ed. California: Wadsworth.
- Knuth, Eric J. (2000, July). Student Understanding of the Cartesian Connection: An Exploratory Study. *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(4): 501-507.
- Kyle, D.W. McIntyre E.; & G.H. Moore. (2001, October). Connecting Mathematics Instruction with the Families of Young Children. *Teaching Children Mathematics*. 8(2): 80-86

- Lawson, Michael J.; & Mohan Chinnappan. (2000, January). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(1): 26-43.
- Mehrens, W.A.; & I.J. Lehmann. (1969). *Standard Test in Education*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM. Mathematic.
- Nunnally, Jum C. (1964). *Test and Measurements: Assessment and Prediction*. New York: Hill.
- Pandiscio, Eric A. (2002, October). Effects of Differing Emphases in the use of Multiple Representation and Technology on Students' Understanding of Calculus Concept. *Focus on Learning Problems in Mathematics Summer Edition*. 21 (3): 1-26.
- Ronis, D. (2000). *Brain-compatible assessments*. New York: Skylight Training and Publishing.
- Stenmark, J.K. (1991). *Mathematic Assessment: model, good question, and practical suggestion*. University of California: The National Council of Teachers of Mathematic.
- Williams, Susan Elaine. (1999, May). Effects of Teacher Involvement in Curriculum Development on the Implementation of Calculators (Mathematics Curriculum). *Dissertation Abstracts International*. 53(11): 3836 - A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อาจารย์วรรณพร สิริพละ	ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
อาจารย์ ดร. ชานนท์ จันทรา	ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์สุรัชย์ จามรเนียม	ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการแผนกมัธยมศึกษา โรงเรียนนาคประสิทธิ์
อาจารย์สุรี ไจกล้ำ	นักวิชาการ 6 สำนักงานเขตบางขุนเทียน
อาจารย์นิศารัตน์ คงสวัสดิ์	หัวหน้างานวิจัย โรงเรียนอัสสัมชัญแผนกประถม

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ

อาจารย์พรณี เกตุถาวร

ครูปฏิบัติการสอนวิชาคณิตศาสตร์  
โรงเรียนเซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์

อาจารย์นงลักษณ์ กำจัดภัย

ครู ค.ศ. 1  
โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง



### ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ

**แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**คำชี้แจง :**

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติและการประยุกต์
2. แบบทดสอบเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน ให้นักเรียนเขียนอธิบาย ขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียด โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 90 นาที

\*\*\*\*\*



แนวการตอบแบบทดสอบ

$$\cot x + 2 \sin x = \csc x$$

$$\frac{\cos x}{\sin x} + 2 \sin x = \frac{1}{\sin x}$$

นำ  $\sin x$  คูณทั้งสองข้าง

$$\cos x + 2 \sin^2 x = 1$$

$$2 \sin^2 x + \cos x - 1 = 0$$

$$2(1 - \cos^2 x) + \cos x - 1 = 0$$

$$2 - 2 \cos^2 x + \cos x - 1 = 0$$

$$2 \cos^2 x - \cos x - 1 = 0$$

$$(2 \cos x + 1)(\cos x - 1) = 0$$

$$\therefore 2 \cos x + 1 = 0$$

$$\text{หรือ} \quad \cos x - 1 = 0$$

$$\cos x = -\frac{1}{2}$$

$$= \cos\left(\pi - \frac{\pi}{3}\right), \cos\left(\pi + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$= \cos \frac{2\pi}{3}, \cos \frac{4\pi}{3}$$

$$x = \frac{2\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}$$

$$\cos x = 1$$

$$= \cos 0, \cos 2\pi$$

$$x = 0, 2\pi$$

$$\text{ดังนั้น } x = \left\{ \frac{2\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}, 0, 2\pi \right\}$$

### เกณฑ์การให้คะแนน

ความรู้ และทักษะที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

1. การเปลี่ยนค่าของตรีโกณมิติ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนตรีโกณมิติเบื้องต้นได้
2. การนำหลักการในการแก้สมการเมื่อสมการอยู่ในรูปเศษส่วนมาใช้เพื่อแก้ปัญหาได้
3. การนำเอกลักษณ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติมาใช้ในการแก้ปัญหา
4. หลักการในการแก้สมการกำลังสอง
5. หลักการในการแยกตัวประกอบ

### เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ครบทั้ง 5 ข้อ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 4 ข้อ
2	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 3 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่เขียนตอบหรือไม่มีการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา



แนวการตอบแบบทดสอบ

จากสมการ  $6\tan x - 5\sqrt{3} \sec x + 12\cot x = 0$

$$\frac{6\sin x}{\cos x} - \frac{5\sqrt{3}}{\cos x} + \frac{12\cos x}{\sin x} = 0$$

นำ  $\sin x \cos x$  คูณทั้งสองข้างของสมการ จะได้

$$6\sin^2 x - 5\sqrt{3}\sin x + 12\cos^2 x = 0$$

$$6\sin^2 x - 5\sqrt{3}\sin x + 12(1 - \sin^2 x) = 0$$

$$6\sin^2 x - 5\sqrt{3}\sin x + 12 - 12\sin^2 x = 0$$

$$6\sin^2 x + 5\sqrt{3}\sin x - 12 = 0$$

$$(3\sin x + 4\sqrt{3})(2\sin x - \sqrt{3}) = 0$$

จากสมการจะได้ว่า

$$3\sin x + 4\sqrt{3} = 0 \quad \text{หรือ} \quad 2\sin x - \sqrt{3} = 0$$

จากสมการ  $3\sin x + 4\sqrt{3} = 0$

$$3\sin x = -4\sqrt{3}$$

$$\sin x = -\frac{4\sqrt{3}}{3}$$

เนื่องจาก  $-1 \leq \sin x \leq 1$  ดังนั้นไม่มีค่า  $x$  ที่ทำให้สมการเป็นจริง

จากสมการ  $2\sin x - \sqrt{3} = 0$

$$2\sin x = \sqrt{3}$$

$$\sin x = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \sin \frac{\pi}{3}, \sin \left( \pi - \frac{\pi}{3} \right)$$

$$x = \frac{\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}$$

$$\text{ดังนั้น } x = \left\{ \frac{\pi}{3}, \frac{2\pi}{3} \right\}$$

### เกณฑ์การให้คะแนน

ความรู้ และทักษะที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

1. การเปลี่ยนค่าของตรีโกณมิติ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนตรีโกณมิติเบื้องต้นได้
2. การนำหลักการในการแก้สมการเมื่อสมการอยู่ในรูปเศษส่วนมาใช้เพื่อแก้ปัญหาได้
3. การนำเอกลักษณ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติมาใช้ในการแก้ปัญหา
4. หลักการในการแก้สมการกำลังสอง
5. หลักการในการแยกตัวประกอบ
6. สมบัติของวงกลม 1 หน่วย

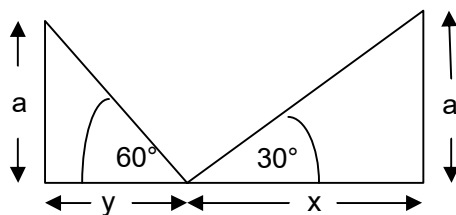
### เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ครบทั้ง 6 ข้อ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 4 -5 ข้อ
2	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 3 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่เขียนตอบหรือไม่มีการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา





แนวการตอบ



ให้เสาดันทั้งสองต้นมีความสูงเท่ากับ  $a$  เมตร

ให้ระยะห่างจากชายคนนี้กับเสาดันที่ 1 เท่ากับ  $x$  เมตร

ให้ระยะห่างจากชายคนนี้กับเสาดันที่ 2 เท่ากับ  $y$  เมตร

จากรูป  $\tan 30^\circ = \frac{a}{x}$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{a}{x}$$

$$x = a\sqrt{3} \quad \dots\dots\dots \star$$

$$\tan 60^\circ = \frac{a}{y}$$

$$\sqrt{3} = \frac{a}{y}$$

$$y = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots \star \star$$

จากโจทย์  $x + y = 40$

ดังนั้นจาก  $\star$  และ  $\star \star$  จะได้

$$a\sqrt{3} + \frac{a}{\sqrt{3}} = 40$$

$$3a + a = 40\sqrt{3}$$

$$4a = 40\sqrt{3}$$

$$a = 10\sqrt{3}$$

ดังนั้น เสาดันทั้งสองต้นสูง  $10\sqrt{3}$  เมตร

### เกณฑ์การให้คะแนน

ความรู้ และทักษะที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

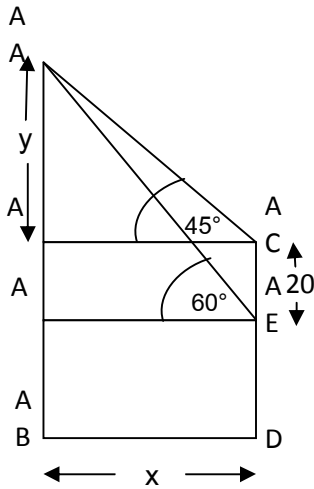
1. การแปลงจากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือรูปภาพ
2. การเปลี่ยนค่าของตรีโกณมิติ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนตรีโกณมิติเบื้องต้นได้
3. หลักการในการแก้สมการ
4. การดำเนินการของจำนวนจริง

### เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ครบทั้ง 4 ข้อ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 3 ข้อ
2	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 1 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่เขียนตอบหรือไม่มีการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา



แนวการตอบ



จากรูป กำหนดให้ AB เป็นความสูงของเสาธง

CD เป็นความสูงของตึก

CE คือความสูงของตึก 2 ชั้น เท่ากับ 20 เมตร

จากรูป  $\tan 45^\circ = \frac{y}{x}$

$$1 = \frac{y}{x}$$

$\therefore x = y$  .....★

จากรูป  $\tan 60^\circ = \frac{y+20}{x}$

$$\sqrt{3} = \frac{y+20}{x}$$

$\therefore x\sqrt{3} - 20 = y$  .....★★

จาก ★ และ ★★ จะได้ว่า  $x = x\sqrt{3} - 20$

$$20 = x\sqrt{3} - x$$

$$x = \frac{20}{\sqrt{3}-1}$$

$$\therefore x = 10(\sqrt{3}+1)$$

### เกณฑ์การให้คะแนน

ความรู้ และทักษะที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

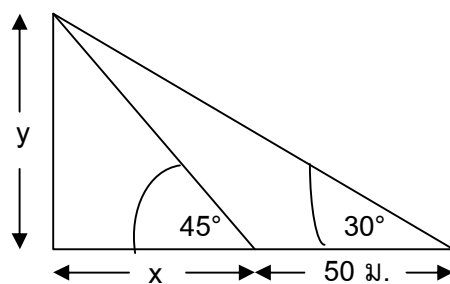
1. การแปลงจากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือรูปภาพ
2. การเปลี่ยนค่าของตรีโกณมิติ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนตรีโกณมิติเบื้องต้นได้
3. หลักการในการแก้สมการ
4. การดำเนินการของจำนวนจริง

### เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ครบทั้ง 4 ข้อ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 3 ข้อ
2	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 1 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่เขียนตอบหรือไม่มีการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา



แนวการตอบ



กำหนดให้  $y$  เป็นความสูงของอาคาร และ  $x$  เป็นระยะห่างของเรือที่อยู่ใกล้อาคาร ต้องการหา  $x$  จากรูปสามเหลี่ยมรูปนี้

$$\text{จากรูป } \tan 45^\circ = \frac{y}{x}$$

$$\frac{y}{x} = 1$$

$$y = x \quad \dots\dots\dots \star$$

$$\text{จากรูป } \tan 30 = \frac{y}{x+50}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{y}{x+50}$$

$$y = \frac{x+50}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots \star \star$$

จาก  $\star$  และ  $\star \star$  จะได้

$$\frac{x+50}{\sqrt{3}} = x$$

$$x + 50 = \sqrt{3}x$$

$$50 = \sqrt{3}x - x$$

$$x = \frac{50}{\sqrt{3}-1}$$

$$\therefore x = 25(\sqrt{3}+1)$$

เรือที่อยู่ใกล้อาคารห่างจากอาคารเป็นระยะ  $25(\sqrt{3}+1)$  เมตร



### เกณฑ์การให้คะแนน

ความรู้ และทักษะที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

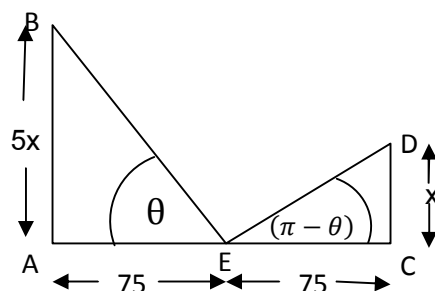
1. การแปลงจากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือรูปภาพ
2. การเปลี่ยนค่าของตรีโกณมิติ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนตรีโกณมิติเบื้องต้นได้
3. หลักการในการแก้สมการ
4. การดำเนินการของจำนวนจริง

### เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ครบทั้ง 4 ข้อ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 3 ข้อ
2	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 1 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่เขียนตอบหรือไม่มีการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา



แนวการตอบ



ให้ E เป็นจุดกึ่งกลางของ AC

จากรูป  $\tan \theta = \frac{5x}{75}$  ..... ★

$$\tan(90^\circ - \theta) = \frac{x}{75}$$

เนื่องจาก  $\tan(90^\circ - \theta) = \cot \theta$

$$\therefore \cot \theta = \frac{x}{75}$$
 ..... ★★

นำสมการ ★ หารด้วย ★★ จะได้

$$\frac{\tan \theta}{\cot \theta} = \frac{\frac{3x}{75}}{\frac{x}{75}}$$

$$\tan^2 \theta = 3$$

$$\tan \theta = \pm \sqrt{3}$$

เนื่องจาก  $\theta < 90^\circ$

$$\text{ดังนั้น } \tan \theta = \sqrt{3}$$

$$\therefore \theta = 60^\circ$$

แทนค่า  $\theta$  ลงใน ★ จะได้

$$\tan 60 = \frac{3x}{75}$$

$$75 \tan 60 = 3x$$

$$75\sqrt{3} = 3x$$

$$\therefore \text{เสาสูง } 75\sqrt{3} \text{ ฟุต}$$

### เกณฑ์การให้คะแนน

ความรู้ และทักษะที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

1. การแปลงจากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือรูปภาพ
2. การเปลี่ยนค่าของตรีโกณมิติ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนตรีโกณมิติเบื้องต้นได้
3. หลักการในการแก้สมการ
4. การดำเนินการของจำนวนจริง
5. สมบัติของวงกลม 1 หน่วย

### เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ครบทั้ง 5 ข้อ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 3 - 4 ข้อ
2	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ 1 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่เขียนตอบหรือไม่มีการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวอรจรณีย์ ชูช่วยสุวรรณ
วันเดือนปีเกิด	24 สิงหาคม 2521
สถานที่เกิด	ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	198 ถนนรัชดาภิเษก ซอยรัชดาภิเษก 62 แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย โรงเรียนอนุบาลพิบูลเวศม์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอนุบาลพิบูลเวศม์ 259/444 สุขุมวิท 71 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พ.ศ. 2543	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยทักษิณ
พ.ศ. 2545	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู จาก มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
พ.ศ. 2552	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิชาเอกการวัดผลการศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ