



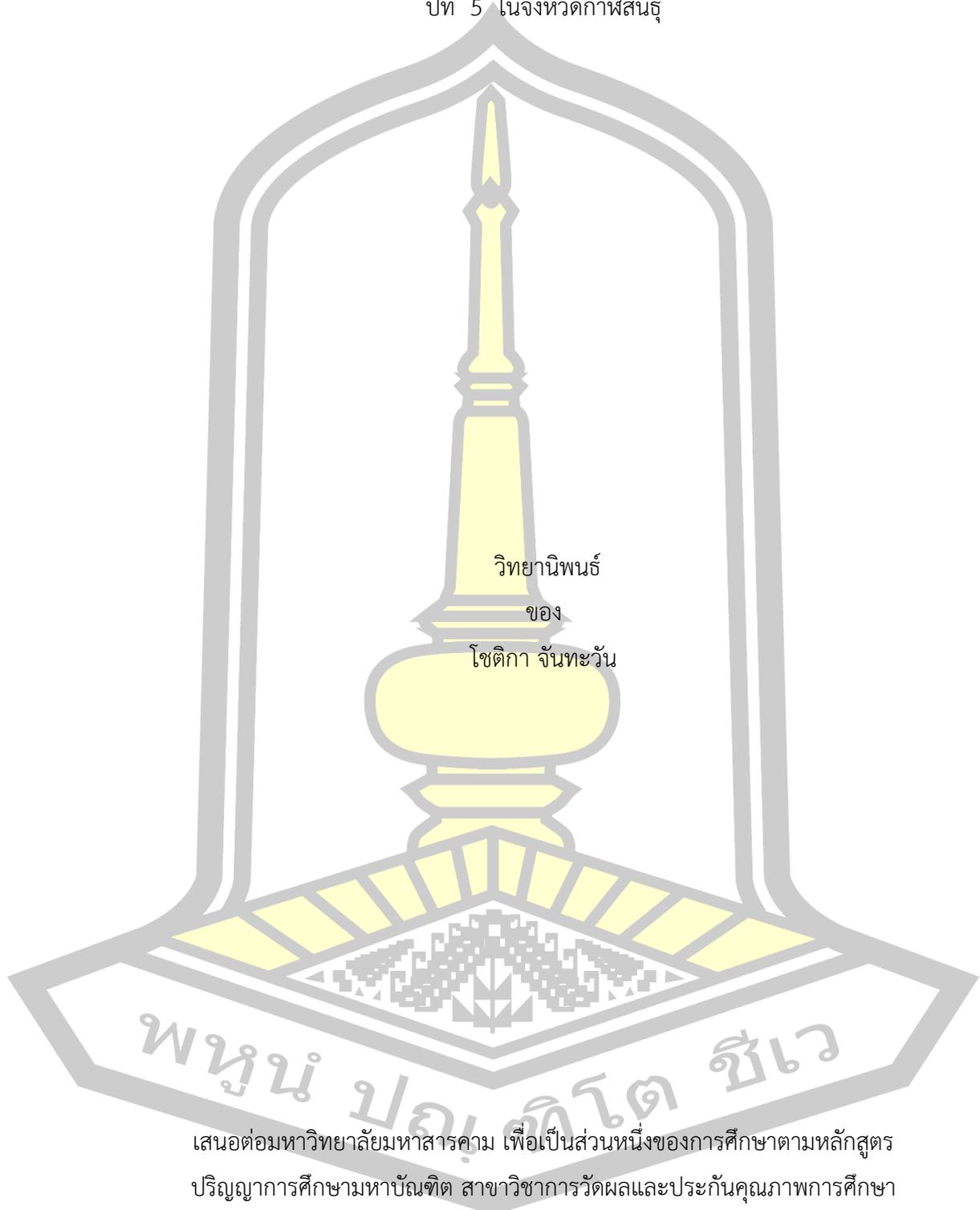
การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์

วิทยานิพนธ์  
ของ  
โชติกา จันทร์วัน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลและประกันคุณภาพการศึกษา  
พฤษภาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์

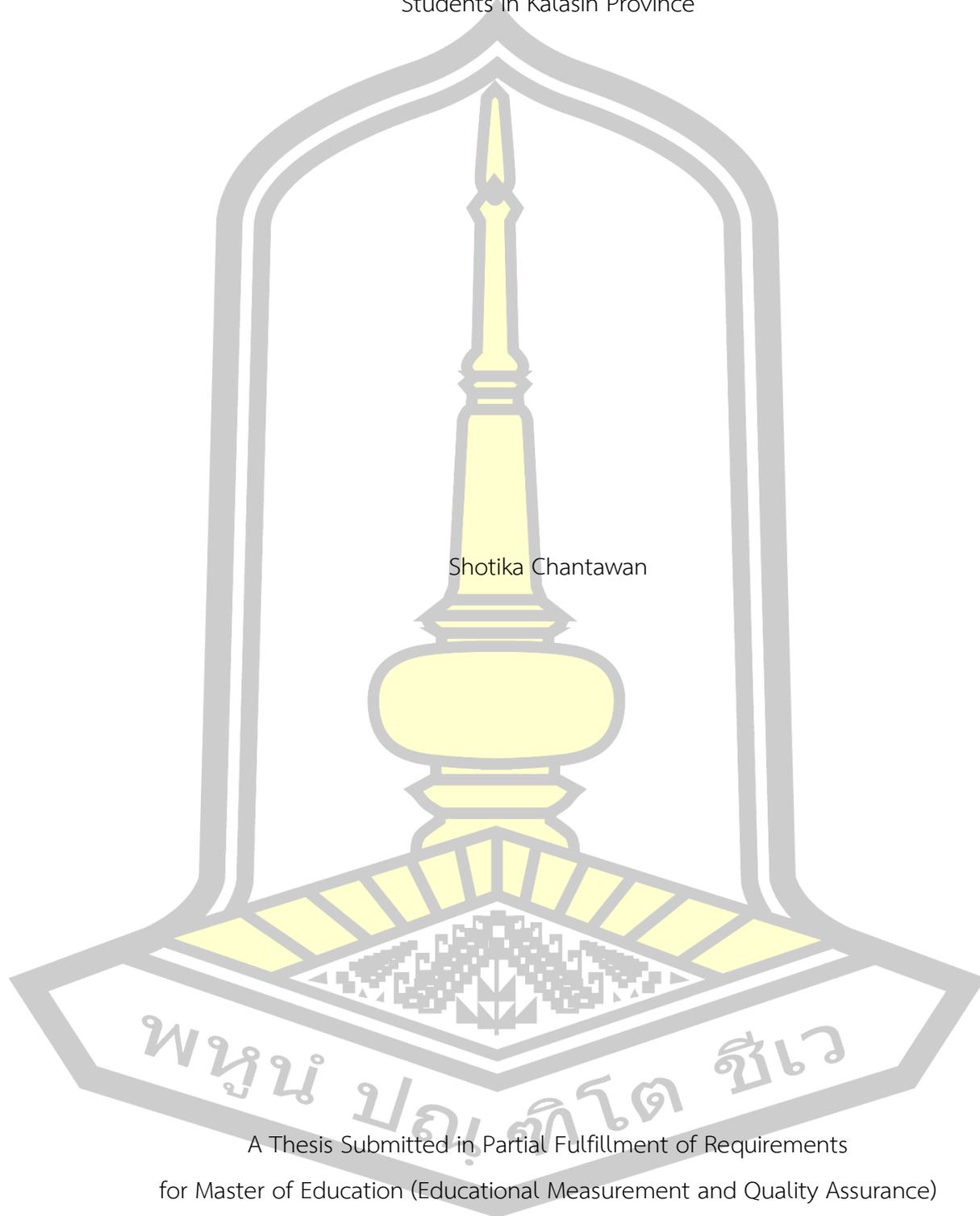


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลและประกันคุณภาพการศึกษา

พฤษภาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Mathematics Reasoning Abilities Assessment for Matthayomsueksa 5  
Students in Kalasin Province



Shotika Chantawan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Educational Measurement and Quality Assurance)

May 2019

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางโชติกา จันทร์วัน แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการ วัตผลและประกันคุณภาพการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. บุญชม ศรีสะอาด )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล )

กรรมการ

(อ. ดร. ทศน์ศิริินทร์ สว่างบุญ )

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(รศ. สมนึก ภัททิยธนี )

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการ วัตผลและประกันคุณภาพการศึกษา ของมหาวิทยาลัย มหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์		
<b>ผู้วิจัย</b>	โชติกา จันทร์วัน		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	การวัดผลและประกันคุณภาพการศึกษา
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2562

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบสำหรับแปลความหมายของคะแนน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 650 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้วิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยการวัดพฤติกรรมตามแนวคิดของบลูม (Bloom) และคณะ มี 3 ด้าน ๆ ละ 25 ข้อ คือ ด้านการจัดประเภท ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ แล้วนำไปทดลองใช้ 3 ครั้ง เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริงเพียง 45 ข้อ โดยประกอบด้วยพฤติกรรมด้านละ 15 ข้อ การทดลองใช้ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ครั้งละ 200 คน เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ และครั้งที่ 3 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 250 คน เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) และสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ในรูปคะแนนที่ - ปกติ ซึ่งทำการขยายคะแนน T โดยอาศัยสมการพยากรณ์

#### ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน ๆ ละ 25 ข้อ ได้แก่ ด้านการจัดประเภท ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องพบว่า ได้ข้อสอบเข้าเกณฑ์ทุกข้อมีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 จึงนำข้อสอบทั้ง 75 ข้อนี้ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง เพื่อให้เหลือข้อสอบที่เข้าเกณฑ์เพียง 45 ข้อ ตามต้องการ

## 2. การทดสอบ 3 ครั้ง ผลเป็นดังนี้

2.1 การทดสอบครั้งที่ 1 พบว่า ข้อสอบ จำนวน 75 ข้อ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.18 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ -0.03 ถึง 0.66 มีข้อสอบเข้าเกณฑ์ จำนวน 62 ข้อ จึงทำการคัดเลือกไว้เพื่อทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.66

2.2 การทดสอบครั้งที่ 2 พบว่า ข้อสอบ จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.16 ถึง 0.64 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.11 ถึง 0.84 มีข้อสอบเข้าเกณฑ์ จำนวน 55 ข้อ จึงทำการคัดเลือกไว้เพื่อทำการทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 45 ข้อ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.64 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.84

2.3 ผลการทดสอบครั้งที่ 3 พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 ข้อ ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องทดสอบ 3 ด้าน ๆ ละ 15 ข้อ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.65 แสดงว่า มีค่าตามเกณฑ์ทุกข้อและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.87

3. เกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ จำนวน 45 ข้อ โดยการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ - ปกติ พบว่า คะแนนดิบของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 7 ถึง 42 คะแนน และในรูปของคะแนนที่ - ปกติ มีค่าตั้งแต่  $T_{13}$  ถึง  $T_{68}$  และทำการขยายคะแนนที่ - ปกติ เพื่อให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน โดยใช้สมการเส้นตรง  $T_c = 2.08 + 1.56X$  ผลการขยาย  $T$  ปกติ ส่วนแรกขยายจาก 43 - 45 คะแนน ได้  $T_c$  ตั้งแต่  $T_{70}$  ถึง  $T_{72}$  และส่วนที่สองขยายจาก 1 - 6 คะแนน ได้  $T_c$  ตั้งแต่  $T_4$  ถึง  $T_{11}$

สรุปได้ว่า จากคะแนนดิบตั้งแต่ 1 - 45 คะแนน แปลงเป็นคะแนนที่ - ปกติ ได้ตั้งแต่  $T_4$  ถึง  $T_{72}$

คำสำคัญ : การพัฒนาแบบทดสอบ, แบบทดสอบ, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

<b>TITLE</b>	Development of Mathematics Reasoning Abilities Assessment for Matthayomsueksa 5 Students in Kalasin Province		
<b>AUTHOR</b>	Shotika Chantawan		
<b>ADVISORS</b>	Assistant Professor Yannapat Seehamongkon , Ed.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Educational Measurement and Quality Assurance
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2019

### ABSTRACT

This research aimed to construct an assessment on mathematics reasoning abilities of Matthayomsueksa 5 students, to discover quality, and to create norms of the said assessment using the tested score of mathematics reasoning ability equation. Samples in this study consisted of 650 Matthayomsueksa 5 students who were studying in the second semester of the academic year of 2561 at ten secondary schools in Kalasin province whom were obtained by using a Multi-Stage Random Sampling technique. Research instrument in this study was a four-multiple choice 75-item test. The test was developed base on Bloom and other's behavioral test comprising of 25 items in each aspect; the three aspects were categorizing, relation analysis, and relation synthesis. From three times testing, 45 items of 15 items in each aspect were selected. Two hundred samples were used in the first and second tests to identify difficulty, item discrimination and reliability value in order to discover norms *t*-score which was expanded using a predictive equation.

The results of this research were as follows:

1. The 75 item test on mathematic reasoning abilities consisting of 25 items in each aspect in three aspects of categorizing, relation analysis, and relation synthesis. Five experts verified all items as good and test correlation coefficient was ranged from 0.60 to 1.00. The test of 75 question items was trial three times to select 45 good items.

2. Three times test revealed;

- 2.1 The first test revealed that the 75 question items had difficulty value ranged from 0.18 to 0.80 with discrimination valued ranged from -0.03 to 0.66. There were 62 good

items and 60 items were selected for the second test with item difficulty value ranged from 0.23 to 0.80 with discrimination power ranged from 0.22 to 0.66.

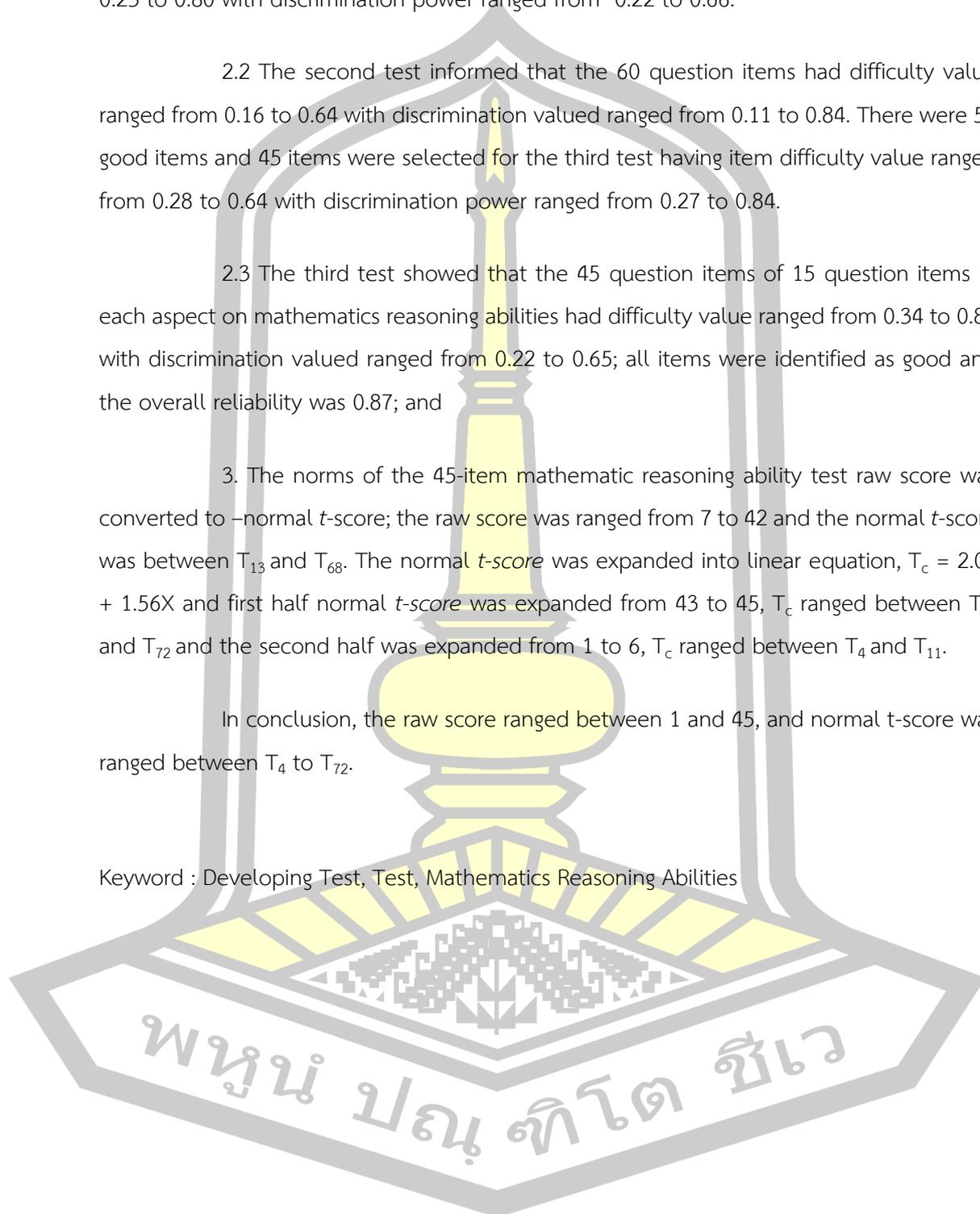
2.2 The second test informed that the 60 question items had difficulty value ranged from 0.16 to 0.64 with discrimination valued ranged from 0.11 to 0.84. There were 55 good items and 45 items were selected for the third test having item difficulty value ranged from 0.28 to 0.64 with discrimination power ranged from 0.27 to 0.84.

2.3 The third test showed that the 45 question items of 15 question items in each aspect on mathematics reasoning abilities had difficulty value ranged from 0.34 to 0.80 with discrimination valued ranged from 0.22 to 0.65; all items were identified as good and the overall reliability was 0.87; and

3. The norms of the 45-item mathematic reasoning ability test raw score was converted to normal  $t$ -score; the raw score was ranged from 7 to 42 and the normal  $t$ -score was between  $T_{13}$  and  $T_{68}$ . The normal  $t$ -score was expanded into linear equation,  $T_c = 2.08 + 1.56X$  and first half normal  $t$ -score was expanded from 43 to 45,  $T_c$  ranged between  $T_{70}$  and  $T_{72}$  and the second half was expanded from 1 to 6,  $T_c$  ranged between  $T_4$  and  $T_{11}$ .

In conclusion, the raw score ranged between 1 and 45, and normal  $t$ -score was ranged between  $T_4$  to  $T_{72}$ .

Keyword : Developing Test, Test, Mathematics Reasoning Abilities



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.บุญชม ศรีสะอาด ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทุกขั้นตอน จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.รัชนีเพ็ญ พลเยี่ยม นางสาวพิศณชนก ยันตะบุศย์ นางวันเพ็ญ ศรีหลัง นางณัฐชา แก้วเนตร และนางศิริณกาญจน์ ภูมิรัง ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ และคณะครู โรงเรียนกุฉินารายณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนการวิจัยด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูทเวที่แต่บิดามารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

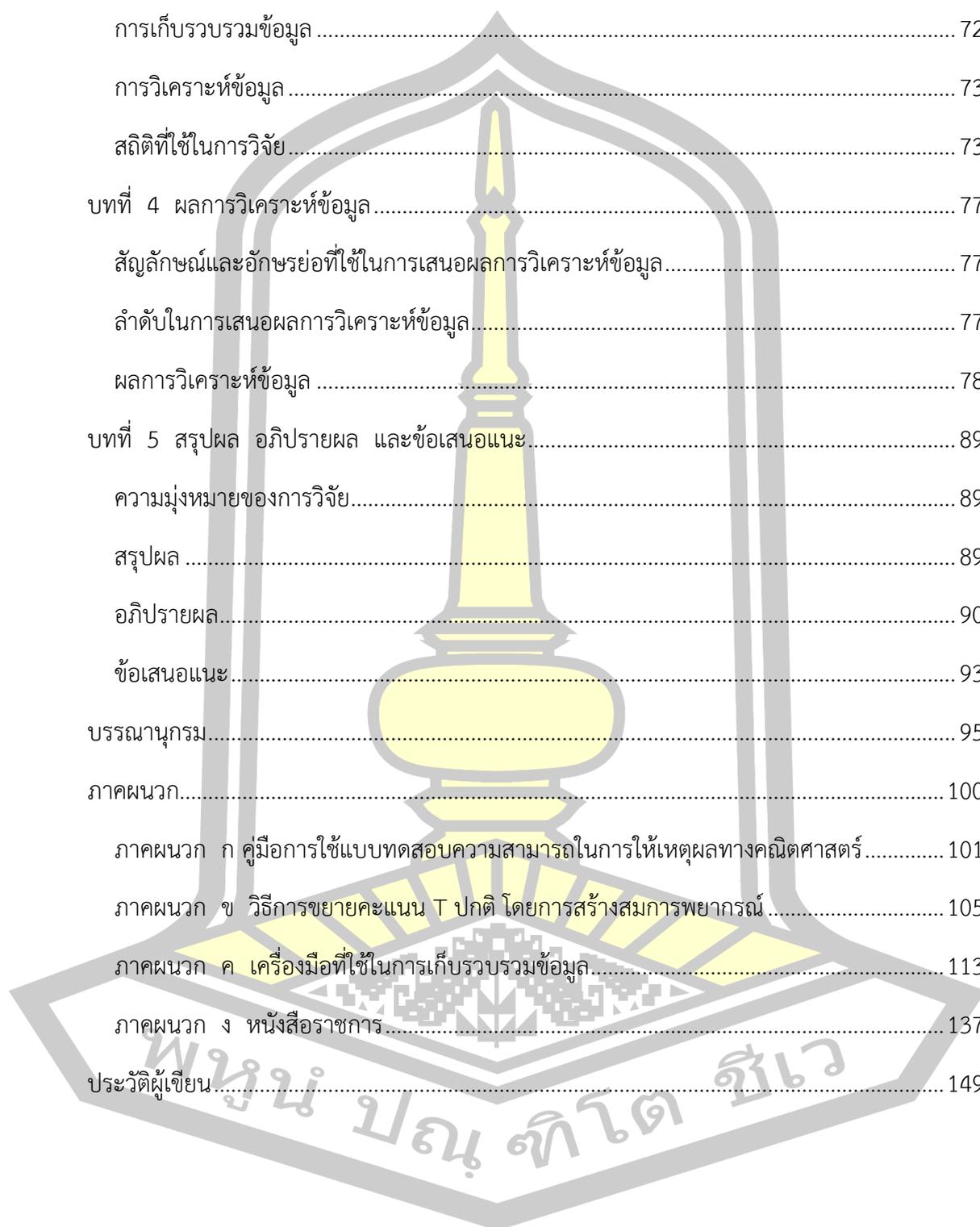
โชติกา จันทร์วัน



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
สาระบางประการเกี่ยวกับกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	6
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	12
การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ.....	36
การแปลความหมายของคะแนน.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	55
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	57

การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	57
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	73
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
ลำดับในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	89
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	89
สรุปผล.....	89
อภิปรายผล.....	90
ข้อเสนอแนะ.....	93
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	100
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	101
ภาคผนวก ข วิธีการขยายคะแนน T ปกติ โดยการสร้างสมการพยากรณ์.....	105
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	113
ภาคผนวก ง หนังสือราชการ.....	137
ประวัติผู้เขียน.....	149



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายภาควิชาคณิตศาสตร์ 3 รหัสวิชา ค 32101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	9
ตาราง 2 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายภาควิชาคณิตศาสตร์ 4 รหัสวิชา ค 32102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	10
ตาราง 3 ตัวอย่างการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ.....	42
ตาราง 4 ตัวอย่างการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ.....	47
ตาราง 5 ผลการคำนวณหาคะแนน T ปกติจากสมการพหุคูณ.....	49
ตาราง 6 ผลการขยายคะแนน T ปกติโดยใช้สมการพหุคูณ.....	49
ตาราง 7 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง 3 ครั้ง.....	56
ตาราง 8 ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้.....	58
ตาราง 9 ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้.....	65
ตาราง 10 ค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองสอบครั้งที่ 1.....	78
ตาราง 11 ค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองสอบครั้งที่ 2.....	82
ตาราง 12 ความยากและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองสอบครั้งที่ 3.....	85
ตาราง 13 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	87
ตาราง 14 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	88
ตาราง 15 ตารางเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนน T ปกติ.....	106
ตาราง 16 การแปลงคะแนนสอบ เป็นคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	107

ตาราง 17 ผลการคำนวณหาคะแนน T ปกติ (Tc) จากสมการเส้นตรง :  $T_c = 1.27X + 21.57$ .. 110

ตาราง 18 รายละเอียดของข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่วัด ..... 121

ตาราง 19 เฉลยข้อสอบแต่ละข้อ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ..... 122

ตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เข้าเกณฑ์..... 134



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคุณภาพคน เนื่องจากเป็นวิชาที่ต้องใช้เหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและเป็นระบบ มีทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม เป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและก่อให้เกิดการพัฒนาในศาสตร์ต่างๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550: 1) ดังนั้นจึงถือว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ให้มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่นำไปประยุกต์ได้ ซึ่งเป็นประการแรก และประการต่อมาให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และประการสุดท้ายผู้เรียนจะต้องมีความสามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณ์ญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2551: 6) เมื่อพบว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญเช่นนี้แล้ว นักวัดผลจึงสนใจที่จะทำการวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์นี้หลายรูปแบบ ซึ่งการวัดผลและประเมินผลการศึกษานั้น นับว่ามีความสำคัญต่อการเรียนทุกระดับ ทุกวิชา เพราะเป็นกระบวนการที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพการเรียนการสอนว่า นักเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมากส่วนหนึ่ง ประกอบด้วยการสรุปกรณีทั่วไป หรือการสรุปความสมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดเหล่านั้น การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยการวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการให้เหตุผลเป็นมาตรฐานหนึ่งที่คุณต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในผู้เรียน การเป็นผู้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนเป็นเครื่องมือสำหรับการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งมีงานวิจัยจำนวนมากยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนอย่างเข้าใจและมีเหตุผลเป็นสิ่งที่ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ อีกทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับสาระบางประการในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกล่าวว่าการให้เหตุผลเป็นมาตรฐานหนึ่งของสาระที่

6 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ใช้ประกอบการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน เป็นทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างมีระบบ สามารถวิเคราะห์เห็นปัญหาได้อย่างถ่องแท้ คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผล จึงเป็นหัวใจของการสอนคณิตศาสตร์ การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผลจะให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) อีกทั้งตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการประเมินตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานด้านผู้เรียนในมาตรฐานที่ 4 ยังระบุว่าผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง มีวิสัยทัศน์ โดยในส่วนของเกณฑ์การพิจารณาว่า ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดไตร่ตรองหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาได้จากการที่ผู้เรียนสามารถวิจารณ์สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยผ่านการไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความคิดต่างๆ ได้อย่างถูกต้องมีเหตุผล และสามารถประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและเลือกความคิดหรือทางเลือกที่เหมาะสม (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.), 2555) อีกทั้งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ยังเป็นสมรรถนะหนึ่งทางคณิตศาสตร์ ซึ่งโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) เลือกใช้วัดและประเมินผลโครงการด้านสมรรถนะของนักเรียนที่ควรได้รับการกระตุ้นให้เชื่อมโยงกับโลกจริง (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพิกา ประโมจน์, 2549)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่ควรศึกษา เนื่องจากจะสังเกตได้ว่าการประเมินในลักษณะที่มุ่งเน้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นขาดความต่อเนื่อง โดยจะสังเกตได้ว่านักเรียนได้รับการประเมินสมรรถนะในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 รายการ คือ การสอบโอเน็ต และการประเมินในโครงการ PISA ต่อมาคือการสอบในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ การสอบโอเน็ต แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไม่มีการทดสอบที่มุ่งเน้นสมรรถนะด้านพฤติกรรม การเรียนรู้โดยเฉพาะด้านความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถมองภาพรวมคุณภาพนักเรียนในระดับชั้นนี้ได้ อีกทั้งการประเมินส่วนใหญ่จะดำเนินการและรายงานผลการประเมินหลังจากนักเรียนจบการเรียนในระดับชั้นนั้นแล้ว ทำให้ครูไม่สามารถนำผลการประเมินมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงควรมีการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ดำเนินการในระหว่างเรียน ทั้งนี้เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนาศักยภาพนักเรียนได้อย่างทันที่ อีกทั้งยังสามารถนำผลการประเมินนี้ไปใช้เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการทดสอบโอเน็ตของนักเรียน เมื่อเลื่อนระดับชั้นเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งนับว่าเป็นยุทธศาสตร์หนึ่งในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อีกด้วย (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.), 2555)

จากความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความจำเป็นในการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้บรรลุเป้าหมายข้างต้นนั้น จึงต้องเลือกใช้รูปแบบการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม

ซึ่งวิธีการการวัดผลและประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบ หลายวิธี เช่น การสังเกต การเขียนอนุทิน การสัมภาษณ์ การตรวจแบบฝึกหัด การทำแบบทดสอบ และการประเมินแฟ้มงาน (สิริพร ทิพย์คง, 2555) ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น (ชวาล แพร์ตกุล, 2520) เพราะมีข้อดี คือ สามารถวัดผลผลิตผลการเรียนได้หลายด้าน ตั้งแต่ความรู้ความจำจนถึงกระบวนการทางปัญญาชั้นสูง เช่น วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า อีกทั้งสามารถควบคุมระดับความยากง่ายของข้อสอบได้ โดยการเขียนตัวหลอกล่อให้เป็นเอกพันธ์ จึงสามารถใช้กับนักเรียนได้ทุกระดับ ตรวจให้คะแนนง่าย รวดเร็วเป็นปรนัย สามารถใช้เครื่องตรวจได้ รวมถึงสามารถวินิจฉัยข้อบกพร่อง หรือความไม่เข้าใจเนื้อหาได้ โดยพิจารณาจากตัวหลอกล่อ อย่างไรก็ตามการสร้างตัวเลือกให้มีประสิทธิภาพนั้น สร้างลำบากมาก เพราะต้องคิดตัวเลือกให้เหมาะสม และไม่เหมาะที่จะวัดความคิดริเริ่ม หรือความคิดสร้างสรรค์ ไม่สามารถวัดการรวบรวมความคิด และการเสนอความคิดและทักษะการเขียน นอกจากนี้เกี่ยวกับการให้เหตุผล หากยึดพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามแนวความคิดของบลูม (Bloom) และคณะ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ต้องอาศัยการเขียนข้อสอบวัด 3 ด้าน ได้แก่ การจำแนกประเภท (1.23) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (4.20) และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (5.30) (ชวาล แพร์ตกุล, 2520; สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

จากแนวคิดและหลักการ ตลอดจนความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น อีกทั้งจากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในปัจจุบันพบว่า เครื่องมือในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ยังมีน้อย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้แบบทดสอบแบบตัวเลือก ที่มีกระบวนการสร้างตัวเลือกจากการใช้คำถามปลายเปิดในการพัฒนาเครื่องมือการวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากขึ้นน้อยเพียงใดนั้น จะต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพในการวัดจึงจะสามารถบ่งชี้ความเข้าใจในเนื้อหาและความสามารถของผู้เรียน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การประเมินสมรรถนะและคุณภาพผู้เรียนในทุกด้าน อีกทั้งเป็นการพัฒนารูปแบบการวัดและการประเมินให้สอดคล้องกับแนวทางการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการคุณภาพผู้เรียนนั้นมีความแม่นยำ สามารถบ่งชี้ถึงสมรรถนะของนักเรียนได้อย่างเที่ยงตรง และสามารถนำผลที่ได้จากการวัดและการประเมินนั้นมาเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพตามเป้าหมายในการจัดการศึกษาต่อไป

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเรื่องความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น

3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

### ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตรงตามมาตรฐานการวัด และประเมินผลทางการศึกษา

2. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้ หรืออาจนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคล เพื่อประกอบการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนต่อไป

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 6,076 คน จากโรงเรียน 55 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 650 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Random Sampling)

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ที่แสดงออกถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในหัวข้อเรื่อง สถิติและข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านตามการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม (Bloom) และคณะดังนี้

1.1 ด้านจัดประเภท หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แจกแจง จัดประเภทได้

1.2 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่ามีส่วนใดสัมพันธ์กันรวมถึงการอุปมาอุปมัยได้

1.3 ด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการเอาความสำคัญ และหลักการต่างๆ มาผสมให้เป็นเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดเป็นสำเร็จรูปหน่วยใหม่ที่มีความสัมพันธ์แปลกไปจากเดิม รวมไปถึงการสรุปความด้วย

2. การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ ตามการจำแนก พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Bloom) และคณะ ใน 3 ด้าน ที่ระบุในข้อ 1 แล้วนำไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ โดยครั้งที่ 3 จะตัดข้อสอบที่มี คุณภาพให้เหลือ 45 ข้อ ตามที่ต้องการ

3. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการวัด ด้านความยากรายข้อ อำนาจจำแนกรายข้อ ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ และความเที่ยงตรงทั้งฉบับ ตามหลักการประเมินแบบอิงกลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความยากรายข้อ (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบถูก ต่อจำนวนผู้ที่เข้าสอบทั้งหมด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เทคนิค 25% เพื่อแบ่งผู้ตอบข้อสอบ ออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วนำคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาคำนวณหาค่าความยาก โดยเป็นการวิเคราะห์รายข้อแบบทุกตัวเลือก

3.2 อำนาจจำแนกรายข้อ (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบ ในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างออกจากกันได้ ซึ่งในการวิจัยนี้ จะใช้เทคนิคแบ่งผู้ตอบข้อสอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วนำคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มาคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกโดยเป็นการวิเคราะห์รายข้อแบบทุกตัวเลือก

3.3 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของ แบบทดสอบที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ตรงตามลักษณะหรือจุดมุ่งหมาย ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดได้ตรงกับ นิยามที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเสนอในรูปของวิธีตรวจสอบรายการ (Checklist) แล้วนำมาหา ค่าเฉลี่ยจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการวัดผล

3.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของ แบบทดสอบ ที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้คงที่แน่นอนภายใต้ สถานการณ์และเงื่อนไขเดียวกัน หาได้จากการใช้วิธีคิดของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน KR-20 (Kuder - Richardson Method) ซึ่งเป็นการหาจากการดำเนินการทดสอบเพียงครั้งเดียว

4. เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง สถิติที่บรรยายการแจกแจงคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเป็นคะแนนตัวแทน ที่จะบอกระดับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด โดยแสดงเป็นคะแนน มาตรฐานที่ปกติ (Norms T - Score) และทำการขยาย T - ปกติ โดยอาศัยการสร้างสมการ พยากรณ์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. สารบบประการเกี่ยวกับกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา  
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- 1.1 การจัดหลักสูตรสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

- 1.4 คุณภาพของผู้เรียน
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. การสร้างแบบทดสอบ
4. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ
5. การแปลความหมายของคะแนน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

สารบบประการเกี่ยวกับกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน  
พุทธศักราช 2551

1. การจัดหลักสูตรสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด  
สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้  
อย่างถ่องถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน  
ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้  
ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี, 2552) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์  
อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน  
ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1.2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงิน และเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.3 เรขาคณิตรูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนีกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิตการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

1.4 พีชคณิต แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

1.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์

## 2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

### 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 : ใช้การนิยาม ให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ

และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาได้

### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

### สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พุทธศักราช 2556 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โรงเรียนกุณินารายณ์กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายภาค ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 1 และ 2 (โรงเรียนกุณินารายณ์, 2556)

พจนาน์ ปณุ ทิโต ชเว

ตาราง 1 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายภาควิชาคณิตศาสตร์ 3 รหัสวิชา  
ค 32101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ภาคเรียนที่ 1
ค 4.1 ม. 4-6/4-5 1. เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด 2. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้ ค 4.2 ม. 4-6/6 3. เข้าใจความหมายของผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้	ลำดับและอนุกรม - ความหมายของลำดับ - รูปแบบลำดับ - การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ - ลำดับเลขคณิต - ลำดับเรขาคณิต - อนุกรมเลขคณิต - อนุกรมเรขาคณิต
ค 5.2 ม. 4-6/2 4. อธิบายการทดลองสุ่มเหตุการณ์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ค 5.3 ม. 4-6/2 5. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา ค 6.1 ม.4-6/5 6. มีความสามารถในการแก้ปัญหา ค 6.2 ม.4-6/5 7. มีความสามารถในการให้เหตุผล ค 6.3 ม.4-6/5 8. มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ค 6.4 ม.4-6/5 9.มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ ค 6.5 ม.4-6/5 10. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ความน่าจะเป็น - กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ - แคมเปิลสเปซ - การทดลองสุ่ม - เหตุการณ์ - ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 2 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายภาควิชาคณิตศาสตร์ 4 รหัสวิชา  
ค 32102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ภาคเรียนที่ 2
ค 5.3 ม.4-6/1 1. ใช้ข้อมูลข่าวสารและค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ	สถิติและข้อมูล - ความหมายของสถิติ - สถิติกับการตัดสินใจ - ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล
ค5.1 ม.4-6/1 2. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย	การสำรวจความคิดเห็น - วิธีสำรวจความคิดเห็น
ค5.2 ม.4-6/1 3. นำผลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้	- การนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้ประโยชน์
ค5.1 ม.4-6/2-3 4. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น - ค่ากลางของข้อมูล
ค 6.1 ม.4-6/5 5. เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์	- การวัดการกระจายของข้อมูล - การหาตำแหน่งที่ของข้อมูล
ค 6.2 ม.4-6/5 6. มีความสามารถในการแก้ปัญหา	
ค 6.3 ม.4-6/5 7. มีความสามารถในการให้เหตุผล	
ค 6.4 ม.4-6/5 8. มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	
ค 6.4 ม.4-6/5 9. มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้	

#### 4. คุณภาพของผู้เรียน

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

4.1 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี แล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ

และเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับที่สูงขึ้น การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ นั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมดังนี้

4.1.1 มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวน และการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้

4.1.2 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

4.1.3 มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

4.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เมื่อผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถ ดังนี้

4.2.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

4.2.2 นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

4.2.3 มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

4.2.4 เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

4.2.5 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

4.2.6 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิตและหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

4.2.7 รู้และเข้าใจการแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

4.2.8 เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

4.2.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มเหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

4.2.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญหา และทักษะในการดำเนินชีวิต โดยกำหนดคุณภาพผู้เรียน เมื่อจบการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า ผู้เรียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานในเรื่องลำดับและอนุกรม ความน่าจะเป็น สถิติและข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สามารถนำความรู้เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ และมีทักษะและกระบวนการที่จำเป็น เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค6.1-6.5 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งที่เรานำมาใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในชีวิตประจำวัน และในการทำงาน ซึ่งการให้เหตุผลโดยทั่วไปแบ่งได้เป็นสองแบบ คือการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) คำนิยามของการให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ กิจกรรมของสมองที่ทำให้เราได้ความรู้ในสิ่งที่ไม่ได้สังเกตจากสิ่งที่ได้สังเกต (สิริอร วิชชาวุธ, 2555 อ้างอิงจาก Hume, 1979; Sloman and Lagnado, 2005) ซึ่งเป็น การสังเกตกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งที่ได้สุ่มมาจากกลุ่มของสิ่งเร้าหรือกลุ่มคนที่อยู่ในความสนใจว่ามีลักษณะอะไรบ้างหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จากนั้นจึงสรุปโดยทั่วกันหรือเหมารวมว่า สิ่งเร้าทั้งกลุ่มนั้นจะมีลักษณะหรือความสัมพันธ์กันเช่นเดียวกันด้วยส่วนการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็น กระบวนการที่เราได้ข้อสรุปเฉพาะหรือข้อสรุปย่อยจากข้อมูลรวม (อุบลวรรณ ภาวานันท์, 2555) หรือเป็นการใช้หลักการทฤษฎีหรือประชากรเป็นอย่างไร แล้วจึงสรุปว่าส่วนย่อยในประชากรนั้น จะเป็นเช่นนั้นด้วย เช่น นักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีความสามารถปรับตัวในสถานการณ์

ต่าง ๆ ได้ดี นายธวัช เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ดังนั้นนายธวัชจะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีด้วย เป็นต้น (สิริอร วิชชาวุธ, 2555) สำหรับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น มีนักการศึกษาและสถาบันที่เกี่ยวข้อง ได้ให้นิยามไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

#### 1. ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ ชาวาล แพร์ตกุล (2520) ได้ให้ความหมายของการมีเหตุผลว่า ความมีเหตุผล คือ ความสามารถในการรวบรวมและแยกข้อเท็จจริง เพื่อนำผลไปตัดสินใจแก้ปัญหา อันได้แก่ การไล่เลียงหาความจริงตามวิธีการวิทยาศาสตร์ ซึ่งการแสดงออกถึงความมีเหตุผลของนักเรียนประกอบไปด้วย

1. นักเรียนสามารถจำแนกรื่องราว แล้วจัดเข้าประเภท เข้าพวกได้
2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบอุปมาอุปไมยได้
3. นักเรียนสามารถสรุปความได้

ทั้งนี้ส่วนพฤติกรรมในด้านอุปมาอุปไมยนั้นหมายถึงความสามารถในการหาความสัมพันธ์ ระหว่างเรื่องราวและสิ่งของต่าง ๆ แล้วทำความเข้าใจว่า ความสัมพันธ์แบบนี้จะมีคุณค่าเหมือนกับสิ่งใดอีกบ้าง ส่วนความสามารถด้านสรุปความนั้นจะเห็นได้ชัดในวิชาเรขาคณิต ชั้นมัธยมตอนปลาย ที่ว่าถึงทฤษฎีและบทพิสูจน์ต่าง ๆ ในการมุ่งที่จะฝึกให้นักเรียนไล่เลียงเอาเหตุเอาผล

สมาคมครูคณิตศาสตร์สหรัฐอเมริกา (สมเดช บุญประจักษ์, 2540 อ้างอิงจาก NCTM, 1989: 29) ไม่ได้พูดถึงความหมายของการให้เหตุผลไว้อย่างชัดเจน กล่าวแต่เพียงว่า คณิตศาสตร์คือการให้เหตุผลและได้กล่าวถึงจุดเน้นของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับเกรด 5-8 ที่เน้นการให้เหตุผลเพื่อให้นักเรียน

1. มีความเข้าใจและใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย
2. สามารถทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้กระบวนการให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ การให้เหตุผลเชิงสัดส่วนและให้เหตุผลจากกราฟ

3. สร้างและตรวจสอบข้อคาดเดาและข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์  
4. ให้เหตุผลในความคิดของตนเอง  
5. เห็นความสำคัญของการให้เหตุผลว่าเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์  
ระดับเกรด 9-12 นั้นสนับสนุนให้นักเรียนได้ขยายทักษะการให้เหตุผลโดยมุ่งให้นักเรียนสามารถ

1. สร้างและตรวจสอบข้อคาดเดา
2. ยกตัวอย่างคัดค้านได้
3. แสดงการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลได้
4. ตัดสินข้อโต้แย้งด้วยเหตุและผล
5. อ้างเหตุผลอย่างง่าย ๆ ได้

กรมวิชาการ (2544) ได้กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีในสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการคิดศาสตร์มาตรฐาน ค 6.2 ที่กำหนดให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในมาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ไว้ว่าสามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ข้อมูลและข้อเท็จจริงหรือสร้างแผนภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึงกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กิตติศักดิ์ แก้วทอง, 2547; อ้างอิงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 28) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการคิดหรือตรึงตรองหาเหตุเพื่อพิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานต่าง ๆ เช่น การสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแสดงออกมาให้รับรู้โดยใช้ภาษาจะเป็นการพูดหรือภาษาเขียนก็ได้จากข้อความหรือข้อความที่กำหนดให้ในทางคณิตศาสตร์

O'Daffer และ Thornquist (พิลาลักษณ์ ทองทิพย์, 2550 อ้างอิงจาก O'Daffer and Thornquist, 1993: 43) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำ ความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด ท้ายสุดคือ การแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิด นั้น

## 2. ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.1 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปนักจิตวิทยาและนักการศึกษา แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สมัย เหล่าวานิชย์ (2554) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผล โดยมีเหตุผลย่อยหลาย ๆ เหตุ เหตุย่อยแต่ละเหตุเป็นอิสระจากกัน มีความสำคัญเท่า ๆ กัน และเหตุทั้งหลายเหล่านี้จะรวมกัน เพื่อนำไปสู่ผลสรุปเป็นกรณีทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผล โดยมีเหตุใหญ่และเหตุย่อยลดหลั่นกันตามลำดับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุใหญ่และเหตุย่อยจะทำให้เกิดผลสรุป

3. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผล ซึ่งเกิดจากจิตใจของแต่ละคน ยังไม่มีรูปแบบของการให้เหตุผลที่แน่นอนอาจเกิดขึ้นมาทันทีทันใดในเวลาใดเวลาหนึ่ง บางคนเกิดบางคนเกิดขึ้นบ่อย บางคนนาน ๆ เกิดขึ้นครั้งหนึ่ง การเกิดขึ้นแต่ละครั้งบางทีก็อยู่นาน บางทีก็อยู่นาน ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ความจริงต่าง ๆ ที่มีสะสมอยู่ในแต่

ละครั้งบางทีก็อยู่นาน บางทีก็อยู่ไม่นาน ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ความจริงต่าง ๆ ที่มีสะสมอยู่ในแต่ละบุคคล ความรู้ที่เกิดจากการให้เหตุผลแบบนี้ เป็นความรู้ที่คิดว่าน่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องนำความรู้เหล่านี้ไปพิสูจน์ เพื่อค้นหาความจริงต่อไปอีก ในกรณีที่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าความรู้ดังกล่าวเป็นจริง แต่ก็ยังไม่มีใครค้นพบข้อขัดแย้งความรู้ดังกล่าวได้ ความรู้ดังกล่าวจะถูกกำหนดให้เป็นข้อตกลงหรือกติกา เพื่อเป็นหลักในการศึกษาหาความรู้ต่อไป ถ้าความรู้ดังกล่าวสามารถพิสูจน์ได้ว่าจริง ความรู้ดังกล่าวก็จะเปลี่ยนเป็นทฤษฎี ซึ่งสามารถนำไปใช้อ้างอิงในการศึกษาต่อไป

กนกวลี อุษณกรกุล และคณะ (2551) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการพิจารณาว่าสิ่งที่กำหนดให้ สนับสนุนผลสรุปเท่านั้น เป็นการค้นหาความจริงจากการสังเกต การใช้ประสบการณ์ ใช้เหตุการณ์เฉพาะซึ่งเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง การทดลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วคาดคะเนผลสรุป บางครั้งเป็นการสรุปจากกรณีย่อย ๆ แล้วนำมาสรุปเป็นความรู้ทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้อาจจะได้ผลที่เป็นจริง หรือไม่เป็นจริงก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่อ้างว่าสิ่งที่กำหนดให้ยืนยันผลสรุป โดยกำหนดให้เหตุหรือข้อสมมุติเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริง แล้วใช้ความรู้พื้นฐานหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ยอมรับกันมาก่อนว่าเป็นจริง สรุปผลจากเหตุที่กำหนดให้

จากข้อมูลเบื้องต้น สามารถสรุปได้ว่าประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยทั่วไป ที่นักการศึกษาจัดประเภทตรงกัน แบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลทางนิรนัย

2.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนอกจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไป คือ แบบนิรนัย และแบบอุปนัยแล้ว ได้มีนักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้จัดประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแบบอื่น ๆ ดังนี้

Stiggins (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 อ้างอิงจาก Stiggins, 1997) กล่าวถึงการให้เหตุผลหลัก ๆ 3 แบบ ได้แก่

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อยหรือส่วนประกอบ ซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้น ๆ เป็นการศึกษาลึกลงในส่วนย่อย ๆ เมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้ง ก็ใช้การวิเคราะห์เพื่อศึกษารายละเอียด หรือในกรณีต้องการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา แล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา นั้น ๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นกระบวนการศึกษาว่า สิ่งนั้น ๆ มีอะไรที่เหมือนกัน มีอะไรที่ต่างกัน ในบางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่ต่างกัน บางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่เหมือนกัน การใช้การให้เหตุผลวิธีนี้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างลึกซึ้ง มีข้อตกลงอย่างชัดเจนว่า อย่างไรที่ถือว่าเหมือนกัน อย่างไรที่ถือว่าต่างกัน ก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบ

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการให้เหตุผล ประเมินเมื่อเราตัดสินคุณค่า หรือความถูกต้องโดยใช้เหตุผล อาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่อง ตัดสิน

นอกจากนี้ สติกกินส์ (Stiggins) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลในลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ การสังเคราะห์ (Synthesizing) เป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ มาหลอมรวมเป็น ข้อสรุปหรือเป็นการนำข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งมาทำความเข้าใจและหาข้อสรุป เช่น การสอน แบบหัวข้อเรื่อง (Thematic) ที่นำการให้เหตุผลและความรู้จากหลาย ๆ สาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษา มาบูรณาการ ใช้การให้เหตุผลมาแก้ปัญหาทางสังคม หรือทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

การจำแนก (Classifying) เป็นการจัดแบ่งประเภท เช่น การจำแนกประเภท ของพืช ประเภทของสัตว์ ซึ่งการจำแนกในลักษณะนี้ ผู้จำแนกต้องรู้จักแต่ละประเภทที่ต้องการ จำแนกเป็นอย่างดี และอาศัยการให้เหตุผลในการจำแนก

การอนุมาน (Inferential) เป็นการให้เหตุผลให้ได้มาเป็นผลผลิต เช่น ได้หลักการข้อสรุป เป็นการหากรณีทั่วไปจากหลักฐาน กล่าวคือ ใช้ความจริงจากกรณีหนึ่ง ๆ นำไปสู่กฎ หรือ หลักการทั่วไป และในทางกลับกัน การให้เหตุผลที่อ้างอิงกฎหรือกรณีทั่วไป เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ก็ถือเป็นการให้เหตุผลแบบอนุมาน

สมนึก ภัททิยธนี (2560) ได้กล่าวถึงการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ตามเกณฑ์การ จำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Bloom's Taxonomy) ว่า การให้เหตุผลเป็นหนึ่งใน พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย โดยเป็นส่วนย่อยในพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ (1.23 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท) ด้านการวิเคราะห์ (4.20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์) และ การสังเคราะห์ (5.30 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์) ซึ่งการสร้างข้อสอบนั้นต้องสัมพันธ์กับ ความสามารถที่ต้องการวัดด้วย

จากข้อมูลเบื้องต้น สรุปได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกเหนือจากการ อุปนัยและนิรนัยแล้ว ยังมีการวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การประเมิน การสังเคราะห์ การจำแนก การอนุมาน ซึ่งการให้เหตุผลประเภทเพิ่มเติมนี้ มีความสอดคล้องกับนิยามการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์

### 3. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ได้มีผู้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

อรรถัย เศรษฐศุภคัง และคณะ (2514) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการวัดความสามารถในการเพิ่ม - ลดโจทย์ในการแก้ปัญหา (Missing Data) วิธีการทาง คณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างรวดเร็วโดยยกตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบ

วิเชียร เกตุสิงห์ (2518) ได้กล่าวถึงข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ว่าเป็นข้อสอบวัดแนวความคิดรวบยอดของนักเรียนคือทดสอบว่าเมื่อเรียนรู้กฎเกณฑ์ ต่าง ๆ ไปแล้วจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีเหตุผลหรือไม่โดยยกตัวอย่างข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และอนุสรณ์ สกกุลคุ (2537) กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์สอนให้คนรู้จักใช้เหตุผล คณิตศาสตร์ไม่ต่างอะไรกับตรรกศาสตร์ ซึ่งมีแบบแผนหรือกระบวนของวิธีการให้เหตุผลว่า ถ้าเช่นนั้นแล้ว เช่นนี้, ถ้า A และ B หรือ ถ้ามี A และ B ย่อมสรุปได้ว่า มี A รัสเซล (Russell) ได้แสดงไว้เมื่อปี 1910 ว่าคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์คือสิ่งเดียวกันเนื่องจากวิธีการให้เหตุผลในเชิงตรรกวิทยาเชิงคณิตศาสตร์นี้มีความสำคัญ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช (2537) ได้เสนอแนะว่าแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรจะใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบและควรจะใช้แบบทดสอบเขียนตอบที่เน้นกระบวนการคิดควบคู่กัน

กรมวิชาการ (2546) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าควรใช้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิดที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่าการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบและยังยึดหลักสร้างแบบทดสอบวัดพฤติกรรม 3 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) และคณะ คือ ด้านการจัดประเภท ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ ทั้งนี้ เพราะพฤติกรรมเหล่านี้ช่วยส่งเสริมความมีเหตุผลเชิงตรรกะทางคณิตศาสตร์

### การสร้างแบบทดสอบ

#### 1. การเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

ปี พ.ศ. 2499 บลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะได้เสนอผลการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย และได้จำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ออกเป็นด้านย่อย ๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมของบุคคลในแง่ของสมรรถภาพทางสมอง หรือสติปัญญา และได้รับการตอบรับอย่างมาก ความสามารถในการให้เหตุผลนับเป็นความสามารถที่จัดอยู่ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ดังนั้นในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถดังกล่าว ซึ่งพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย แบ่งเป็น 6 ด้าน แต่ละด้านแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ รวมทั้งหมด 21 พฤติกรรม ซึ่งจะกล่าวถึงลักษณะของแต่ละพฤติกรรมและการเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมในแต่ละด้าน ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

พฤติกรรม ทั้ง 6 ด้าน มีดังนี้

1.00 ความรู้ความจำ

1.10 ความรู้ในเรื่อง

1.11 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม

1.12 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง

1.20 ความรู้ในวิธีดำเนินการ

1.21 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน

- 1.22 ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้ม
- 1.23 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท
- 1.24 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์
- 1.25 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ
- 1.30 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง
- 1.31 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย
- 1.32 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง
- 2.00 ความเข้าใจ
  - 2.10 การแปลความ
  - 2.20 การตีความ
  - 2.30 การขยายความ
- 3.00 การนำไปใช้
- 4.00 การวิเคราะห์
  - 4.10 การวิเคราะห์ความสำคัญ
  - 4.20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
  - 4.30 การวิเคราะห์หลักการ
- 5.00 การสังเคราะห์
  - 5.10 การสังเคราะห์ข้อความ
  - 5.20 การสังเคราะห์แผนงาน
  - 5.30 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์
- 6.00 การประเมินค่า
  - 6.10 การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน
  - 6.20 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

สมนึก ภัททิยธนี (2560) ได้กล่าวถึงการเขียนข้อสอบที่สามารถวัดการให้เหตุผล ในพฤติกรรมย่อย 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ข้อ 1.23 (ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท) ด้านการวิเคราะห์ข้อ 4.20 (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์) และด้านการสังเคราะห์ข้อ 5.30 (การสังเคราะห์ความสัมพันธ์) ซึ่งผู้วิจัยจะเสนอหลักการเขียนข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ในรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การเขียนข้อสอบวัดความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท หมายถึง การถามให้จำแนก แจกแจง จัดประเภท หรือถามในรูปปฏิเสธ เช่น ไม่เข้าพวก ไม่เข้ากลุ่ม ตัวอย่างข้อสอบเป็น ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

ตัวอย่าง 1 ข้อใดเป็นจำนวนชนิดเดียวกับ 2, 23, 31 ก. 5 21 26 ข. 7 23 27 ค. 11 19 34 ง. 13 17 41 จ. 47 53 91	ตัวอย่าง 2 คู่อันดับในข้อใดไม่เข้าพวก ก. (2,6) ข. (3,9) ค. (5,15) ง. (6,20) จ. (7,21)
---	--

จากคำอธิบายข้างต้น การจำแนก การแจกแจง การจัดประเภท สอดคล้องกับประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการจัดประเภท

### 2. การเขียนข้อสอบวัดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย เป็นส่วนหนึ่งของการมีเหตุผล ตัวอย่างข้อสอบเป็น ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

ตัวอย่าง 3 จากสมการ $ab = c$ เมื่อ $c$ เป็นจำนวนเต็มบวก แล้วสรุปในข้อใดถูกต้อง ก. $a = 0$ หรือ $b = 0$ ข. $a = 0$ และ $b = 0$ ค. $a$ หรือ $b$ เป็นจำนวนเต็มลบ ง. $a$ และ $b$ เป็นจำนวนเต็มลบ จ. $a, b$ และ $c$ ต่างก็มีค่าเท่ากับศูนย์	ตัวอย่าง 4 ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของ 3 กับ 5 สัมพันธ์ ตามข้อใด ก. ห.ร.ม. $\times$ ค.ร.น. = $3 \times 5$ ข. ห.ร.ม. $\times 3 =$ ค.ร.น. $\times 5$ ค. ห.ร.ม. $\times 3 =$ ค.ร.น. $\div 5$ ง. ห.ร.ม. $\div 3 =$ ค.ร.น. $\times 5$ จ. ห.ร.ม. $\div 3 =$ ค.ร.น. $\div 5$
---	--

จากคำอธิบายข้างต้น สอดคล้องกับประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

### 3. การเขียนข้อสอบวัดการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การเอาความสำคัญและหลักการต่าง ๆ มาผสมให้เป็นเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดเป็นสิ่งที่สำเร็จรูปหน่วยใหม่ ที่มีความสัมพันธ์แปลกไปจากเดิม รวมไปถึงงานที่ต้องใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการสรุปความด้วย เป็นส่วนหนึ่งของการมีเหตุผล เหตุผล มีตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้



1. แบบตอบขยาย (Extended Response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted Response) เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น อธิบาย บรรยาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่ มักใช้กับนักเรียนหรือนักศึกษาในระดับชั้นสูง ลักษณะของคำถาม มักจะมีคำว่า จงอธิบาย อภิปราย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ สรุป วางแผน ออกแบบการทดลอง ตั้งสมมุติฐาน ตั้งเกณฑ์ตัดสิน ประเมินผลหรือการแก้ปัญหา

2. แบบจำกัดคำตอบหรือแบบตอบสั้น (Restricted Response or Short Essay item) เป็นแบบทดสอบที่ถามแบบจำเพาะเจาะจง ให้ตอบสั้นภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยทั่วไปจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วย ลักษณะของคำถามมักจะมีอยู่ในรูป จงอธิบายสั้น ๆ จงบอกประโยชน์ จงอธิบายสาเหตุหรือจงบอกขั้นตอน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะของข้อสอบเขียนตอบเป็นข้อสอบที่มีลักษณะให้ผู้เขียนตอบได้เขียนตอบอย่างอิสระแสดงความคิดเห็นเต็มที่อาจจำกัดคำตอบหรือไม่จำกัดคำตอบก็ได้

## 2.2 หลักการสร้างแบบทดสอบชนิดเขียนตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบชนิดเขียนตอบมีหลักการสร้างดังนี้

1. เขียนคำสั่งหรือคำชี้แจงให้ชัดเจนว่า แบบทดสอบนั้นต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร
2. ควรถามเฉพาะเรื่องที่สำคัญและเป็นเรื่องที่แบบทดสอบปรนัยอื่น ๆ วัดได้ไม่ดีเท่า เช่น ถามเกี่ยวกับการนำไปใช้ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การแสดงความคิดเห็น การวิพากษ์ วิจักษ์ เป็นต้น
3. ควรระบุให้ชัดเจนว่า แบบทดสอบนั้นเป็นแบบจำกัดคำตอบหรือไม่ เพื่อให้ผู้ตอบจะได้วางแผนการตอบได้ถูกต้อง
4. ควรกำหนดขอบเขตของคำถาม เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจจุดมุ่งหมายในการวัด และสามารถตอบได้ตรงประเด็น
5. เขียนข้อความคำถามโดยพิจารณาระดับความยากและจำนวนข้อให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้เพื่อให้ผู้ตอบสามารถที่จะตอบได้ครบทุกข้อ
6. ควรกำหนดคะแนนและหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนของแต่ละข้อไว้ด้วย
7. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบกันเนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อมีความยากไม่เท่ากันและวัดเนื้อหาแตกต่างกัน
8. ไม่ควรถามเรื่องที่ยุ่เรียนเคยทำหรือเคยอภิปรายมาก่อน เพราะจะเป็นการวัดความจำ ควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนต้องพยายามนำกฎเกณฑ์หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
9. ถ้าเป็นคำถามที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ยังหาข้อยุติไม่ได้ควรมุ่งทดสอบความสามารถในการหาหลักฐานมายืนยันมากกว่าทดสอบอย่างอื่น ไม่ควรจะเน้นว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ ควรจะทดสอบการหาเหตุผลมาอธิบายหรือการสนับสนุนมากกว่า

10. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ แบบหลีกเลี่ยงคำถามประเภทวัดความรู้ ความจำ เช่น ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร ควรใช้คำถามที่วัดสมรรถภาพขั้นสูง เช่น ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อภิปราย เปรียบเทียบ วิเคราะห์เหตุผล วิพากษ์วิจารณ์ และการประเมินผล เป็นต้น

11. เขียนคำถามให้ชัดเจน และมีลักษณะเฉพาะเจาะจงว่าต้องการให้ตอบอย่างไรหรือในแง่ใด

12. พยายามเขียนแบบทดสอบให้มีจำนวนมากข้อ โดยจำกัดให้ตอบสั้น ๆ เพื่อจะได้วัดให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งจะทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น

13. เมื่อเขียนคำถามแล้ว ควรเขียนคำตอบด้วยเพื่อเป็นการตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ถ้าไม่ชัดเจนจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง

14. ถ้าแบบทดสอบมีข้อสอบหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อกระตุ้น จูงใจหรือยั่วให้ผู้ตอบอยากตอบมากขึ้น

### 3. คำถามปลายเปิด

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ จะสร้างตัวเลือกของแบบทดสอบจากการใช้คำถามปลายเปิด โดยนำคำตอบของนักเรียนที่ตอบในคำถามปลายเปิดนั้น มาวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวเลือกที่สอดคล้องหรือตรงกับความเข้าใจที่ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนของนักเรียนส่วนใหญ่ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำผลการทดสอบนั้นมาวิเคราะห์นักเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวถึงการใช้คำถามปลายเปิด ไว้ดังนี้

Becker, J.P. and Shimada (1997) ได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่า คำถามหรือปัญหาที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาต่างมีลักษณะร่วมกันประการหนึ่ง คือ มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยจะเรียกคำถามหรือปัญหาลักษณะนี้ว่า “ปัญหาสมบูรณ์” หรือ “ปัญหาปลายปิด” แต่ยังมีคำถามอีกลักษณะหนึ่งที่มีคำตอบได้อย่างหลากหลาย ซึ่งคำถามลักษณะนี้แม้ว่าจะมีผู้หาคำตอบได้แล้วผู้เรียนที่เหลือก็ยังมีโอกาสหาคำตอบอื่น ๆ ได้อีก เรียกคำถามหรือปัญหาลักษณะนี้ว่า “ปัญหาปลายเปิด”

#### 3.1 ความหมายของคำถามปลายเปิด

เนื่องจากคำว่า “คำถามปลายเปิด” (Open-Ended Questions) และ “ปัญหาปลายเปิด” (Open-Ended Problems) เป็นคำที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีความหมายใกล้เคียงกัน แต่ยังคงมีความแตกต่างกันในเชิงของความลึกหรือความซับซ้อนของคำถามหรือปัญหาที่กำหนดขึ้นในที่นี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “คำถามปลายเปิด” แทนชื่อคำถามที่เป็นทั้งคำถามปลายเปิด และปัญหาปลายเปิด โดยได้มีผู้ให้ความหมายของคำถามปลายเปิดไว้หลายท่าน ดังนี้

NCTM (2000) ได้ให้ความหมายของคำถามปลายเปิดไว้ว่า เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้แสดงออกได้อย่างหลากหลายทั้งคำตอบและวิธีการที่แสดงถึงการแก้ ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคำถามปลายเปิดจะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจสถานการณ์ที่กำหนดให้และส่งเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันสามารถเริ่มทำหรือแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยการตั้งสมมุติฐาน คำตอบ การพัฒนาวิธีการหาคำตอบและการสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง

Becker, J.P. and Shimada (1997) กล่าวไว้ว่า คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ซึ่งคำถามประเภทนี้มักพบอยู่เสมอในการสอนตามปกติในชั้นเรียน เมื่อครูใช้ถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางการหาคำตอบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้สรุปไว้ว่าคำถามปลายเปิด เป็นคำถามที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบหรือมีวิธีการหรือแนวทางการหาคำตอบได้หลายวิธี

จากความหมายของคำถามปลายเปิดที่นักคณิตศาสตร์ศึกษา ได้ให้ไว้ สรุปได้ว่าคำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่มีความหลากหลายของคำตอบหรือวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ รวมถึงเป็นคำถามที่มีคำตอบเดียวแต่มีความหลากหลายในการให้เหตุผล ซึ่งความหมายนี้เป็นความหมายที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้

### 3.2 ประเภทของคำถามปลายเปิด

Becker, J.P. and Shimada (1997) ได้แบ่งคำถามปลายเปิดออกเป็น

#### 3 ประเภท ดังนี้

1. คำถามที่เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ (Finding Relations) คำถามประเภทนี้จะให้นักเรียนค้นหาหาหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น

“87 เป็นจำนวนที่อยู่ในพจน์ใดพจน์หนึ่งของลำดับ 3, 10, 17, 24, 31, . . . หรือไม่เพราะเหตุใด”

2. คำถามที่เกี่ยวกับการจำแนก (Classifying) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้จำแนกหรือแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกันโดยใช้เกณฑ์ของนักเรียนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างนิยามทางคณิตศาสตร์ เช่น

“จากสมการต่อไปนี้  $y = 3$ ,  $y = X + 3$ ,  $y = x^2 - 1$ ,  $y^2 + x^2 = 16$   
 $y^2 = 3x + 7$ ,  $4y^2 + 9x^2 = 36$ ,  $2x + 4 = 3$ ,  $4y^2 - 25x^2 = 100$ ,  $x = 0$

ให้นักเรียนจัดกลุ่มของสมการพร้อมกับบอกเกณฑ์ที่ใช้”

3. คำถามที่เกี่ยวกับการวัด การประเมินหรือการประมาณ (Measuring) คำถามลักษณะนี้จะให้นักเรียนได้กำหนดการวัดเชิงตัวเลขให้กับสถานการณ์ เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ใช้คณิตศาสตร์ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งคำถามประเภทนี้คาดหวังให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น

“ในการแข่งรถจักรยานยนต์ มีทีมเข้าร่วมการแข่งขันทั้งหมด 4 ทีม คือ ทีม A, B, C และ D แต่ละทีมประกอบด้วยสมาชิก 5 คน ปรากฏผลการแข่งขันดังตารางที่กำหนดให้ จงหาว่าทีมใดเป็นผู้ชนะ พร้อมให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ”

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ทีม	A	C	D	C	A	B	B	D	D	C
ลำดับที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ทีม	B	C	A	B	D	D	B	A	A	C

นอกจากนี้ Takahashi (Takahashi, 2000 citing Becker, J.P. and Shimada, 1997) ได้แบ่งคำถามปลายเปิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. คำถามปลายเปิดที่มีคำตอบเดียว แต่มีความหลากหลายในวิธีการให้เหตุผลหรือการได้มาซึ่งคำตอบ

2. คำถามปลายเปิดที่มีความหลากหลายทั้งคำตอบและวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ

### 3.3 การสร้างคำถามปลายเปิด

เนื่องจากคำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองได้อย่างหลากหลายทั้งคำตอบและวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ ซึ่งบางครั้งคำตอบที่ได้อาจไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องการประเมิน ดังนั้นในการสร้างคำถามจึงต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ก่อนว่าจะสร้างคำถามปลายเปิดเพื่อต้องการวัดและประเมินผลในด้านใด ซึ่ง Partnership for Reform Initiatives in Science and Mathematics (Becker, J.P. and Shimada, 1997 citing PRISM, 2001) ได้แนะนำขั้นตอนการสร้างคำถามปลายเปิดไว้ดังนี้

1. เลือกหัวเรื่องของคำถาม ซึ่งเป็นการกำหนดความคิดรวบยอดที่ต้องการใช้คำถามปลายเปิดประเมินพร้อมทั้งกำหนดเป้าหมายและเลือกส่วนของเนื้อหาบทเรียนที่จะใช้คำถามปลายเปิด

2. พิจารณาสິงที่ต้องการให้นักเรียนได้ปฏิบัติ โดยต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ของรูปแบบที่ดีที่สุดที่นักเรียนจะใช้ เช่น เปรียบเทียบ อธิบาย ประเมินค่า ทำนาย เป็นต้น และควรมีการเชื่อมโยงเนื้อหากับความคาดหวังของครูที่ต้องการให้นักเรียนแสดงออกมา

3. ใช้รูปแบบ RAMPS ในการสร้างคำถาม ดังนี้

3.1 เขียนสถานการณ์ของข้อคำถาม โดยมีการระบุถึงบทบาทของนักเรียน (Role : R) ผู้อ่านที่นักเรียนจะนำเสนอ (Audience : A) บริบทของปัญหา (Setting : S) ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแก้ รวมถึงสมมติฐานของปัญหา (ถ้ามี)

3.2 เขียนความคาดหวังที่สัมพันธ์กับการแสดงออกของนักเรียนต่อคำถาม ได้แก่ รูปแบบหรือวิธีการที่เป็นไปได้ที่นักเรียนจะใช้ (Mode : M) เช่น การวางแผน การอธิบาย การสรุป เป็นต้น กำหนดเป้าหมายในการถาม (Purpose : P) เช่น ถามเพื่อประเมินค่า เปรียบเทียบ อธิบาย ทำนาย เป็นต้น นอกจากนี้ควรระบุความคาดหวังเฉพาะที่ต้องการให้นักเรียนอธิบาย ซึ่งอาจจะบุนให้นักเรียนอธิบายโดยแผนภาพ ไดอะแกรม หรือรูปภาพ

4. พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนน

Becker, J.P. and Shimada (1997) ยังได้กล่าวอีกว่า เป็นสิ่งที่ยากในการสร้างคำถามปลายเปิดที่ดีและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันจากการทำวิจัยหลาย ๆ ครั้ง ทำให้ขอแนะนำสำหรับการสร้างคำถามปลายเปิดดังนี้

1. เตรียมสถานการณ์เชิงกายภาพที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเชิงปริมาณที่สามารถสังเกตความสัมพันธ์ได้

2. เปลี่ยนคำถามจากเดิมที่ให้พิสูจน์ทฤษฎีบทในรูป “ถ้า P แล้ว Q” เปลี่ยนเป็น “ถ้า P แล้วความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนพบมีอะไรบ้าง” โดยจะต้องมีการกำหนดขอบเขตของ “สิ่งต่าง ๆ” ให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น

3. ในการสอนเกี่ยวกับทฤษฎีบท ควรเริ่มต้นด้วยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างก่อน เพื่อให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุปด้วยตนเอง

4. แสดงรายการที่เป็นลำดับหรือตารางของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาความสัมพันธ์หรือกฎทางคณิตศาสตร์

5. ใช้ตัวอย่างจริงเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพ

6. แสดงคำถามที่มีลักษณะคล้ายกันหลาย ๆ คำถามเพื่อให้นักเรียนได้หาคำตอบและหาสมบัติที่คำถามเหล่านั้นมีร่วมกัน

7. จัดสถานการณ์กึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi-Mathematics)

ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการช่วยอธิบายได้

8. แสดงตัวอย่างที่ชัดเจนของโครงสร้างทางพีชคณิต โดยแสดงตัวอย่างที่เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่ง่ายในการพิจารณาเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหากฎทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 อ้างถึงใน Cooney และคณะ (n.d.) ได้ให้

ข้อเสนอแนะไว้ว่าในการสร้างคำถามปลายเปิดสำหรับนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน แนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้ คือ การปรับคำถามปลายปิดที่มีอยู่ในแบบเรียนให้เป็นคำถามปลายเปิด โดยใช้วิธีการบางอย่าง เช่น ตัดเงื่อนไขบางประการออกไป การย้ายคำถาม การเพิ่มข้อมูลที่ไม่จำเป็นเข้าไปในคำถาม เป็นต้น

#### 4. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

##### 4.1 ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบมีผู้กล่าวไว้ สามารถสรุปได้ดังนี้

ลั้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวถึงลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบว่าประกอบด้วยส่วนที่สำคัญที่สุด 2 ส่วนคือส่วนข้อคำถาม (Stem) และส่วนตัวเลือก (Alternative หรือ Choice) ตัวเลือกรายแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือตัวเลือกที่เป็นตัวถูกกับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

สมนึก ภัททิยธนี (2560) กล่าวว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) โดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ตอนคือตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวงปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

จากเอกสารของลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบสรุปได้ว่าข้อสอบแบบเลือกตอบจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นตัวเลือกตัวเลือกรายแบ่งออกเป็นตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

##### 4.2 หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

มีนักวัดผลการศึกษาได้กล่าวถึงหลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

ลั้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบโดยพิจารณา 2 ประเด็นดังนี้

1. ด้านตัวคำถามตัวคำถามเป็นตัวเร้าตัวแรกที่จะทำให้เกิดการตอบสนอง ถ้าตัวคำถามขาดคุณภาพแล้วผลการตอบสนองจะไม่เป็นตามจุดประสงค์ที่ต้องการการเขียนข้อคำถาม จึงควรมีหลักดังนี้

- 1.1 ควรถามให้ตรงจุดและชัดเจน
- 1.2 คำถามควรกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย
- 1.3 คำถามควรเร้าให้ผู้ตอบได้ใช้คำฟุ่มเฟือย
- 1.4 คำถามควรใช้ให้เหมาะสมกับระดับผู้สอบ
- 1.5 ไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือใช้ปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
- 1.6 ข้อคำถามหนึ่งควรถามเรื่องเดียว
- 1.7 ข้อคำถามไม่ควรถามคำถามที่เด็กท่องจนคล่องปาก

2. ด้านตัวเลือกข้อสอบแบบเลือกตอบมีบทบาทสำคัญมากจะจำแนกได้กว่า มีความรู้ความสามารถเพียงใดก็อยู่ที่การเขียนตัวเลือกควรเขียนดังนี้

- 2.1 ควรมีคำตอบถูกเพียงตัวเดียว
- 2.2 ตัวเลือกไม่ควรแนะนำคำตอบ
- 2.3 ตัวเลือกควรเขียนกะทัดรัดไม่ยาวยืดเยื้อหรือเพิ่มคำที่ไม่จำเป็น
- 2.4 ตัวเลือกควรอิสระจากกัน
- 2.5 ตัวเลือกควรเลือกมีลักษณะเป็นเอกพันธ์
- 2.6 ตัวเลือกที่ถูกไม่ควรยาวเกินไป
- 2.7 ความยาวของตัวเลือกควรเป็นระบบโดยข้อสอบมาตรฐานรุ่นใหม่ ๆ

จะยึดถือการเขียนอยู่ 5 แบบดังนี้

- 2.7.1 ยาวเท่ากันหมด
- 2.7.2 เริ่มจากสั้นไปยาว
- 2.7.3 เริ่มจากยาวไปสั้น
- 2.7.4 รูปทรงคล้ายโค้งปกติ
- 2.7.5 แบบตรงข้ามโค้งปกติ
- 2.8 ควรเรียงตัวเลือกตามปริมาณหรือลำดับของตัวเลข
- 2.9 ตัวลวงต้องมีทางเป็นไปได้
- 2.10 ตัวเลขมีความถี่ประเภทยกหมดทุกข้อ ไม่มีข้อถูก ถูกทั้ง ก. และ

ข. ถ้าไม่จำเป็นจริง ๆ

2.11 การกำหนดจำนวนตัวเลขถ้าระดับเด็ก ๆ อาจใช้เพียง 3 ตัวเลือก  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตัวเลือกชั้นมัธยมศึกษาขึ้นไป 5 ตัวเลือก

ภัทธา นิมานนท์ (2540) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ว่า

1. เขียนตัวคำถามหรือตอนนำให้อยู่ในรูปประโยคคำถามที่สมบูรณ์
2. เน้นเรื่องที่ถามให้ชัดเจนและตรงจุด
3. ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับของผู้สอบ
4. คำถามควรสั้นและชัดเจน

5. พยายามเลี่ยงคำถามที่ใช้คำถามปฏิเสธหรือซ้อนปฏิเสธ
6. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม
7. ใช้คำถามให้คํมงานสอบ
8. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว
9. เขียนตัวถูก - ผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา
10. เขียนตัวเลขให้เป็นอิสระขาดจากกัน
11. เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข
12. หลีกเลี่ยงคำถามที่แนบคำตอบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบพอสรุปได้ว่าการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบมีหลักสำคัญ ๆ คือ ควรถามคำถามให้ตรงจุดและชัดเจนคำถามควรกะทัดรัดไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย คำถามควรเร้าผู้ตอบให้ได้ใช้ความคิด คำถามควรใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับผู้สอบไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือใช้ปฏิเสธซ้อนกัน ข้อคำถามหนึ่งควรถามเรื่องเดียวและข้อคำถามไม่ควรถามสิ่งที่เด็กท่องจำจนคล่องปาก

#### 5. คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ

ในการสอบวัดแต่ละครั้งนั้นข้อสอบนั้นจำเป็นที่จะต้องให้มีลักษณะของตัวแทนที่ดีของเนื้อหาที่จะวัดเพราะผลการสอบวัดแต่ละครั้งนั้นเป็นการสรุปถึงความสามารถโดยส่วนรวมของผู้เรียนในวิชานั้น ๆ ซึ่งผู้กล่าวถึงคุณลักษณะที่ดีของข้อสอบแบบทดสอบไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2560) ได้สรุปลักษณะที่ดีของแบบทดสอบไว้ 10 ประการ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบเช่นต้องการวัดว่านักเรียนมีความสามารถในการคำนวณหรือไม่ก็ถามให้คำนวณคะแนนที่ได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการคำนวณมิใช่ได้คะแนนมากเพราะสะดวกใช้ภาษาได้สละสลวยเป็นต้นความเที่ยงตรงเปรียบได้กับเครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้ถูกต้องไม่โกงน้ำหนักหรือเปรียบได้กับนาฬิกาที่บอกตรงเวลาลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

- 1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่วัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือให้ตรงกับเนื้อหาที่ได้ทำการสอน กล่าวคือ เมื่อได้ทำการสอนเนื้อหาใดก็ทำการวัดให้ตรงกับเนื้อหานั้นและที่เน้นเป็นสำคัญอยู่ที่ต้องเขียนคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหานั้นด้วย

- 1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construction Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนกล่าวคือเมื่อจะสอนเนื้อหาใดต้องกำหนดจุดมุ่งหมายไว้ล่วงหน้าว่าจะให้นักเรียนเกิดสมรรถภาพสมองด้านใดแล้วจึงทำการสอนแล้วเขียนข้อสอบให้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการ เช่น ต้องการสอนเรื่องดินโดยมีจุดมุ่งหมายว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์ชนิดของดินที่ควรใช้ในการเพาะปลูกได้ก็ต้องสอนให้รู้จักวิเคราะห์ดินและออกข้อสอบถาม พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์

มิใช่ข้อสอบสอบถามเรื่องดินในลักษณะความรู้ความจำและที่เน้นเป็นสำคัญอยู่ที่ต้องเขียนคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของพฤติกรรมด้วย

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวันหรือปัจจุบันของนักเรียนหรือกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของแบบทดสอบที่ช่วยให้ครูประมาณสถานภาพอันแท้จริงของนักเรียนในปัจจุบันได้ถูกต้อง เช่น นายแดงเก่งวิชาคณิตศาสตร์ปรากฏว่าในชีวิตจริงก็ทักษะด้านคำนวณหรือนายดำสอบได้คะแนนมากในวิชาฟิสิกส์เรื่องอนุกรมอนุกรมปรากฏว่าในชีวิตจริงก็เป็นคนที่รักขานามัยส่วนตัวได้สร้างกายแข็งแรงแสบบูรณ์แต่พบบ่อยครั้งว่าความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เรียนมักจะตรงข้ามกับสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น นาย ก. เก่งวิชาฟิสิกส์แต่ปรากฏว่าเป็นคนที่มีโรคประจำตัวไม่แข็งแรงเสื้อผ้าสกปรกไม่รู้จักรักษาความสะอาด กล่าวได้ว่าแบบทดสอบชุดนี้ไม่มีความเที่ยงตรงตามสภาพและโดยเนื้อแท้ของแบบทดสอบแล้วมักหาความเที่ยงตรงแบบนี้ได้ยาก ดังนั้นการวัดผลนักเรียนจึงไม่ควรใช้เฉพาะแบบทดสอบเพียงอย่างเดียว

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตามสภาพความเป็นจริงของนักเรียนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต กล่าวคือ คะแนนผลการสอบที่เกิดจากแบบทดสอบชุดนั้นสอดคล้องกับผลการเรียนหรือความสำเร็จในอนาคตของนักเรียนเช่นแบบทดสอบคัดเลือกเพื่อเข้าเรียนสามารถทำนายได้ว่าคนที่สอบคัดเลือกผ่านนั้นน่าจะเรียนได้สำเร็จหรือคนที่สอบได้ที่สุดท้ายผลการเรียนก็ได้ที่สุดท้ายหรืออยู่ในกลุ่มอ่อนความเที่ยงตรงตามพยากรณ์นี้บ่งว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบแบบคัดเลือกหรือแบบทดสอบวัดความถนัดหรือแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญา หมายเหตุ สำหรับความเที่ยงตรงตามสภาพและความเที่ยงตรงตามพยากรณ์ บางครั้งรวมเรียกว่าความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ (Criterion Referenced Validity) เพราะเป็นเรื่องของความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเกณฑ์ภายนอกที่นำมาพิจารณา กล่าวคือถ้าเกณฑ์ที่ใช้มาเป็นปัจจุบันก็จะเป็นความเที่ยงตรงตามสภาพและถ้าเกณฑ์นั้นเป็นเรื่องในอนาคตก็จะเป็นความเที่ยงตรงตามเกณฑ์พยากรณ์

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึงลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตามเช่นสร้างแบบทดสอบชุดหนึ่งแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้งโดยให้มีเวลาห่างกันพอประมาณ (1 - 8 สัปดาห์) ถ้าพบว่านักเรียนแต่ละคนทำคะแนนได้เท่า ๆ เดิมทั้ง 2 ครั้งแสดงว่าแบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่นสูง (ไม่ใช่ นักเรียนที่สอบมีความเชื่อมั่นสูง)

จากตัวอย่างนี้ถ้านำคะแนนของแต่ละคนซึ่งมี 2 ชุดไปเสนอข้อมูลในชุดกราฟเส้นจะพบว่ากราฟ 2 เส้นนี้จะขนานหรือซ้อนทับกันเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่ำกราฟ 2 เส้นจะสลับกันขึ้นลงความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเปรียบได้กับเครื่องชั่ง กล่าวคือถ้านำเอาวัตถุชิ้นหนึ่งไปชั่งหลาย ๆ ครั้งหากพบว่าเครื่องชั่งบอกร้านหนักของวัตถุได้เท่าเดิมทุกครั้งแสดงว่าเครื่องชั่งนั้นมีความเชื่อมั่นสูง (อาจจะชั่งได้ไม่ถูกต้องแม่นยำก็ได้) หรือเปรียบได้กับนาฬิกาที่เดินด้วยความเร็วคงที่สม่ำเสมอตลอดเวลา (อาจจะเดินเร็วหรือช้าก็ได้แต่คงสภาพเช่นนั้นตลอดปี)

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกันไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้นักเรียนขี้เกียจหรือไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดีผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรจะเป็นนักเรียนที่เรียนเก่งและขยันเท่านั้นวิธีการที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมได้แก่ออกข้อสอบให้คลุมหลักสูตรและจำนวนมากแบบทดสอบที่ใช้สอบนักเรียนทุกคนต้องเป็นชุดเดียวกันและเป็นเรื่องที่เรียนมาแล้วอึ่งหากออกข้อสอบยากเกินไปจะทำให้นักเรียนเสียเปรียบเพราะทุกคนต้องทำข้อสอบโดยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึงข้อสอบแต่ละข้อต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ (พฤติกรรม 1.00) แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจไปคิดตัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้ได้แก่พฤติกรรมที่สูงกว่าความรู้ความจำ (พฤติกรรม ตั้งแต่ 2.00 - 6.00) เช่นไม่ควรถามว่า “โลกมีดวงจันทร์กี่ดวง” แต่ควรถามว่าโลกมีดวงจันทร์ 2 ดวง (หรือไม่มีเลย) เหตุการณ์จะเป็นอย่างไร

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกสนานเพลิดเพลินไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากน่าเบื่อหน่ายวิธีที่จะให้แบบทดสอบยั่วยุอยากตอบก็จากเรียงข้อง่ายไปหาข้อยากใช้ข้อสอบรูปภาพบ้างถามข้อละปัญหาบ้างรูปแบบของข้อสอบน่าสนใจถ้าเป็นข้อสอบแบบอัตนัยก็ให้บรรยายมีความยาวพอเหมาะและไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียว

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึงข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทาง การถามชัดเจนไม่คลุมเครือไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง นักเรียนได้คะแนนจากการตอบไม่ถูกต้องกว่าได้คะแนนจากการไม่เข้าใจคำถามเพราะความไม่จำเพาะเจาะจงของข้อสอบนี้อาจเกิดขึ้นได้กับข้อสอบทุกชนิด (กาถูก - ผิดจับคู่เติมคำตอบสั้น ๆ เลือกตอบและอัตนัย) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถออกข้อสอบได้รัดกุมและชัดเจนเพียงใด

7. ความเป็นปรนัย (Objective) ความเป็นปรนัยของแบบทดสอบไม่ได้หมายถึง ข้อสอบแบบกาถูก - ผิดตอบสั้น ๆ และเลือกตอบเพราะแบบทดสอบแบบเลือกตอบเหล่านี้เป็นเพียงรูปแบบหรือโครงสร้างของคำถามที่จะนำไปสู่ความเป็นปรนัยเท่านั้นและความเป็นปรนัยเป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบไม่ใช่ชนิดของแบบทดสอบแบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยหรือไม่จะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจนจนทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกันแม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน

ก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกันลักษณะเช่นนี้ถ้าเป็นข้อสอบที่นักเรียนได้คะแนนแต่ละข้อไม่เท่ากันได้แก่ข้อสอบอัตนัยหรือตอบสั้น ๆ หรือเติมคำก็ไม่สามารถแปลความหมายของคะแนนได้เช่นข้อสอบอัตนัย 5 ข้อเต็ม 50 คะแนนนายแดงทำได้ 32 คะแนนจะให้แปลความหมายว่าอย่างไรแต่ถ้าเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบกาถูก-ผิดหรือจับคู่ก็สามารถแปลความหมายของคะแนนได้ เช่น ข้อสอบเลือก 50 ข้อเต็ม 50 คะแนนนายดำทำได้ 32 คะแนนหมายความว่านายดำทำถูก 32 ข้อและสามารถแปลความต่อไปว่าข้อสอบแต่ละข้อยากหรือง่ายมีอำนาจจำแนกสูงหรือต่ำ

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียงอาจเป็นปรนัยก็ได้ ถ้ามีคุณสมบัติครบทั้ง 3 ประการข้างต้นและในทางตรงกันข้ามข้อสอบแบบเลือกตอบถูก – ผิด หรือจับคู่อาจจะเป็นปรนัยก็ได้ถ้ามีคุณสมบัติไม่ครบทั้ง 3 ประการ

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณใช้เวลาสอบพอเหมาะประหยัดค่าใช้จ่ายจัดทำแบบข้อสอบด้วยความประณีตตรวจคะแนนให้ได้รวดเร็วรวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดีได้แก่สภาพห้องสอบเรียบร้อยไม่มีสิ่งรบกวนผู้เข้าสอบกรรมการคุมสอบรัดกุมเป็นต้นนอกจากนี้หากสร้างแบบทดสอบไว้อย่างดีและสามารถนำไปใช้ได้หลาย ๆ ครั้งอย่างเหมาะสมโดยไม่เกิดความเสียหายใด ๆ ถือว่าแบบทดสอบนั้นมีประสิทธิภาพ

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูงตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced) อำนาจจำแนกของข้อสอบหมายถึงความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่าคนกลุ่มทำข้อสอบข้อนั้นถูกแต่คนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูกส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) หมายถึงความสามารถของข้อสอบนั้นในการจำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่าคนกลุ่มนั้นรอบรู้ทำข้อสอบข้อนั้นถูกแต่คนกลุ่มไม่รอบรู้ทำไม่ถูก

10. ความยากง่าย (Difficulty) หมายถึงจำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใดหรืออัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่มข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากไม่ง่ายเกินไปเรียกว่ามีความยากพอเหมาะเพราะคุณค่าของข้อสอบดังกล่าวจะช่วยจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อนข้อสอบข้อใดที่ไม่มีใครทำถูกหรือข้อสอบที่ทุกคนทำถูกต่างก็ไม่สามารถจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อนจึงไม่มีคุณค่าในการจำแนกส่วนทฤษฎีในการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ถือว่าข้อสอบที่ดีคือสามารถวัดว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ถ้าวัดได้จริงก็ถือว่าเป็นข้อสอบที่ดีแม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

#### 6. กระบวนการสร้างแบบทดสอบ

ในการทำกิจการใด ๆ ก็ตามถ้าผู้ปฏิบัติทราบว่กระบวนการทำงานของกิจการนั้น ๆ ประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้างและแต่ละขั้นตอนจะต้องปฏิบัติหรือดำเนินดำเนินงานอย่างไรละปฏิบัติไปตามขั้นตอนนั้น ๆ จะช่วยกิจการนั้น ๆ ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้นการสร้างแบบทดสอบก็เช่นกันถ้าผู้สร้างได้ทราบขั้นตอนในการสร้างและปฏิบัติไปตามขั้นตอนแต่ละขั้นจะสามารถสร้างข้อสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้มีผู้กล่าวถึงกระบวนการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

Ross (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 อ้างอิงจาก Ross, 1945 : 103) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบไว้ว่ามีอยู่ 6 ขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1. ช้่นวางแผนโดยทั่วไปในการสร้างแบบทดสอบควรจะทำกันในรูปของคณะกรรมการจะเหมาะสมกว่าเพราะจะทำให้ได้แบบทดสอบที่มาจากหลายแนวความคิดและมีแง่มุมต่าง ๆ ในการถามกว้างขวางขึ้นแต่ในกรณีที่ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ออกข้อสอบประจำวิชาที่สอนแต่

เพียงผู้เดียวก็เป็นความจำเป็นที่ครูจะต้องออกแบบทดสอบวิชานั้น ๆ ทั้งฉบับเพียงผู้เดียว อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นการออกข้อสอบในลักษณะของกลุ่มคณะกรรมการหรือครูผู้สอนเพียงคนเดียวสิ่งที่ควรปฏิบัติในการวางแผนสร้างแบบทดสอบดังนี้

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบทุกครั้งจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนและแน่นอนว่าเพื่อวัตถุประสงค์ใดซึ่งจุดมุ่งหมายของการสอนในโรงเรียนมีหลายประการ เช่น

1.1.1 เพื่อวัดความเจริญงอกงามในการเรียนรู้ของนักเรียนในช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้หนึ่ง ๆ เมื่อเรียนไปได้กลางภาคหรือเมื่อสิ้นสุดในการเรียนในแต่ละภาค เป็นต้น

1.1.2 เพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียนคือ การสอบเพื่อวินิจฉัย

1.1.3 เพื่อนำผลมาใช้ในการลำดับความสามารถของนักเรียน

1.1.4 เพื่อนำมาใช้ในการประเมินผลของหลักสูตร

1.1.5 เพื่อการเลื่อนชั้นของนักเรียน

นอกจากนี้ในการสอบทั่ว ๆ ไป เช่น การสอบเพื่อคัดเลือกคนเข้าทำงานหรือการสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนในแต่ละระดับการศึกษาก็ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอนเช่นเดียวกันการทราบจุดมุ่งหมายในการสอบวัดจะทำให้ทราบถึงลักษณะของแบบทดสอบที่จะนำไปใช้ เช่น

1. ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานของผู้เรียนแบบทดสอบที่สร้างก็ควรออกเฉพาะเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานจำเป็นของวิชานั้นเท่านั้นและไม่ควรเป็นแบบทดสอบที่ยากเกินไปเช่นอาจมีความยากอยู่ประมาณ 60 % - 70 % เป็นต้น

2. ในกรณีที่ต้องการสอบเพื่อวัดความเจริญงอกงามของผู้เรียนในช่วงเวลาต่าง ๆ แบบทดสอบที่ใช้ก็ควรเป็นข้อสอบย่อยซึ่งวัดเฉพาะเนื้อหาตามที่ได้เรียนไปแล้วเช่นเป็นแบบทดสอบเฉพาะหน่วยการเรียนรู้หนึ่ง ๆ เป็นแบบทดสอบกลางภาคหรือปลายภาค เป็นต้นซึ่งความยากง่ายของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละเรื่องสำหรับการทดสอบปลายภาคอาจมีความยากง่ายประมาณ 35 - 70 % หรืออาจมีบางข้อที่ง่ายกว่านี้บ้างหรือยากกว่านี้บ้างรวมเข้าไปด้วยกันได้

3. ในกรณีที่ต้องการค้นหาความบกพร่องของผู้เรียนแบบทดสอบที่สร้างจะออกตามเนื้อหาเป็นตอน ๆ ซึ่งแต่ละตอนจะมีข้อคำถามมากข้อเพื่ออย่างละเอียดและควรเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย

4. ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบคัดเลือกก็ควรเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก เป็นต้น

1.2 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดขั้นนี้เป็นการกำหนดรายละเอียดของหัวข้อและข้อหาพฤติกรรมที่ต้องการวัดซึ่งเป็นเรื่องสำคัญมากถ้าสามารถกำหนดขอบข่าย

ของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะออกแบบทดสอบได้เหมาะสมก็จะช่วยให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงการที่จะสามารถกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้เป็นอย่างดีต้องอาศัยการศึกษาหลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

1.3 กำหนดชนิดและรูปแบบของแบบทดสอบเนื่องจากในการสอบวัดเพื่อประเมินผลการเรียนรู้สามารถใช้แบบทดสอบได้หลายชนิดและหลายรูปแบบซึ่งแบบทดสอบแต่ละชนิดและแต่ละรูปก็เหมาะที่จะใช้กับพฤติกรรมที่ต่างกันในการสอบวัดจึงต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ชนิดและรูปแบบของแบบทดสอบให้เหมาะสม

1.4 กำหนดส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นในการออกแบบทดสอบและการสอบได้แก่การกำหนดเวลาในการสร้างแบบทดสอบวิธีการตอบกระดาษคำตอบวิธีการตรวจให้คะแนนวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบและวิธีการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบและวิธีการรายงานผลการสอบเป็นต้น

2. ชั้นเตรียมงานขั้นนี้เป็นขั้นการเตรียมสิ่งต่าง ๆ ที่จะต้องใช้และเอื้ออำนวยต่อการสร้างแบบทดสอบได้แก่

2.1 หลักสูตรหนังสือแบบเรียนแผนการสอนคู่มือครู

2.2 ทำการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาที่จะออกแบบทดสอบพร้อมกับบันทึกผลในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการพิมพ์การอัดสำเนา

2.4 กระดาษคำตอบและอื่น ๆ

3. ชั้นลงมือปฏิบัติขั้นนี้เป็นชั้นลงมือเขียนข้อสอบในกรณีที่มีการสร้างแบบทดสอบนั้นทำในรูปคณะกรรมการคณะกรรมการก็จะตกลงแบ่งงานกันไปเขียนข้อสอบโดยกำหนดเนื้อหาและจำนวนข้อให้แต่ละคนรับผิดชอบไปแล้วนัดหมายเวลาเพื่อมาประชุมวิจารณ์แบบทดสอบที่สร้างขึ้นในขั้นนี้มีสิ่งที่ควรยึดถือปฏิบัติคือ

3.1 กรรมการทุกคนควรจะทราบลักษณะของแบบทดสอบที่ดีคุณลักษณะที่จำเป็นของผู้เขียนข้อสอบและเทคนิคการเขียนข้อสอบชนิดต่าง ๆ เทคนิคการเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด

3.2 การออกข้อสอบจะต้องยึดผลวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นหลัก

3.3 หากมีปัญหาด้านเนื้อหาหรือด้านเทคนิควิธีการออกข้อสอบก็ควรประชุมตกลงกันหมายเหตุในกรณีการสร้างข้อสอบครูผู้สอนวิชาเป็นผู้ออกเพียงผู้เดียวก็ควรปรึกษาผู้รู้และผู้เชี่ยวชาญในการออกข้อสอบหรือนักวัดผลข้อสังเกตสำหรับการเขียนข้อสอบความสามารถในการเขียนข้อสอบขึ้นอยู่กับทักษะแต่ละบุคคลการคิดข้อสอบออกเป็นสิ่งที่ไม่ขึ้นกับเวลาและสถานที่บางคนคิดข้อสอบออกในขณะที่เดินทางมาทำงานบางคนคิดออกขณะทำกิจกรรมบางอย่างเพลิน ๆ บางคนก็ต้องนั่งคิดอยู่กับโต๊ะทำงานอย่างเป็นกิจจะลักษณะทั้งนี้แล้วแต่สิ่งเร้าบางอย่างที่มากระตุ้นหรือบางกรณีก็คิดออกขึ้นมาได้เองแต่ไม่คิดว่าจะคิดออกโดยวิธีใดก็ถือว่าใช้ได้ทั้งนั้นเมื่อคิดออกแล้วจะต้องรีบจดไว้กันลืมเพราะถ้าเวลาผ่านไปนานโอกาสที่จะลืมข้อสอบที่คิดออกนั้นเป็นสิ่งที่เป็นไปได้

ไม่ได้รวบรวมข้อสอบที่คิดออกนั้นมาเขียนไว้เป็นลายลักษณ์อักษรโดยพยายามใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และชัดเจน

4. ชั้นประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพ ชั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลไปปรับปรุงข้อสอบ โดยมุ่งตรวจสอบสิ่งต่อไปนี้

- 1) ข้อคำถามวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่
- 2) ข้อคำถามชัดเจนเข้าใจตรงกันหรือไม่
- 3) ข้อคำถามมีคำตอบถูกต้องที่แน่นอนเพียงคำตอบเดียวหรือไม่
- 4) ข้อคำถามใช้ภาษารัดกุมเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนหรือไม่
- 5) ในกรณีที่เป็นข้อสอบเลือกตอบพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ด้วย
  - 5.1) ตัวลวงเหมาะสมหรือไม่
  - 5.2) การเรียงคำถามเรียงถูกต้องตามหลักหรือไม่เช่นเรียงตามลำดับ

เนื้อหาเรียงจากง่ายไปหายาก เป็นต้น

5.3) การเรียงตัวเลือกในแต่ละข้อเรียงเหมาะสมสวยงามหรือไม่ในชั้นประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพ แบ่งเป็นชั้นย่อย ๆ ดังนี้

1. ชั้นตรวจสอบคุณภาพหลังการทดลอง ข้อสอบที่ได้ผ่านการวิจารณ์ และได้ปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็จะนำไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลอง (Try-out) และเมื่อนำไปทดลองแล้วก็ต้องนำมาตรวจคะแนนและทำการตรวจสอบคุณภาพอีกการตรวจสอบคุณภาพในชั้นนี้เป็นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1.1 ดูความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty)

1.2 ดูอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) ซึ่งเป็นการตรวจสอบรายข้อและรายตัวเลือกวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบก็คือวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis) นั้นเองผลการตรวจสอบคุณภาพ 2 ประการข้างต้นนี้จะทำให้ทราบว่าข้อสอบข้อใดยากเกินไปหรือง่ายเกินไปข้อสอบข้อใดจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนออกจากกันได้หรือไม่และทำให้ทราบว่าข้อสอบข้อใดตัวเลือกดีหรือไม่ดีด้วยซึ่งจะช่วยให้การปรับปรุงข้อสอบกระทำได้ตรงจุด

2. หาค่าสถิติของข้อสอบได้แก่คะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยจะชี้บอกให้ทราบว่าข้อสอบนั้นโดยส่วนรวมทั้งฉบับมีความยากง่ายในระดับใดส่วนค่าความแปรปรวนก็จะทำให้ทราบว่ากลุ่มที่ใช้ในการทดลองข้อสอบนั้นมีความสามารถแตกต่างกันหรือกระจายกันมากน้อยเพียงใดซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงข้อสอบด้วยประการหนึ่งข้อสังเกตในการตรวจข้อสอบคุณภาพหลังการทดลองอาจมีการตรวจสอบมากกว่า 1 ครั้งกล่าวคือเมื่อนำไปทดลองครั้งแรกแล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไขแล้วก็นำไปทดลองครั้งที่สองแล้วทำการตรวจสอบอีกพิจารณาผลวิเคราะห์ที่ได้ถ้ายังได้ผลที่ไม่ได้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็ต้องปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองอีกจนกว่าจะได้ข้อสอบที่มีผลวิเคราะห์รายข้อและรายตัวเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทดลองข้อสอบ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองข้อสอบควรประกอบด้วยนักเรียนที่เก่งอ่อนและปานกลางคละกันไปเพราะถ้านำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดโดยเฉพาะจะทำให้ไม่ทราบคุณภาพที่แท้จริงของข้อสอบเช่นถ้าสอบกับนักเรียนเก่งอย่างเดียวข้อสอบ

นั้นก็ง่ายถ้าสอบกับคนเรียนอ่อนอย่างเดียวข้อสอบนั้นก็ยากและในทั้งสองกรณีข้อสอบนั้นจะไม่มีอำนาจจำแนกเพราะเด็กในแต่ละกลุ่มมีความสามารถพอ ๆ กัน เป็นต้น

2. เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบควรมีความเหมาะสมไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปโดยทั่วไปข้อสอบที่ต้องมีการคิดคำนวณใช้เวลาประมาณข้อละ 1 นาที ถ้าเป็นข้อสอบวิชาอื่น ๆ ก็ให้เวลาทำน้อยกว่าจำนวนข้อเล็กน้อยเช่นข้อสอบภาษาไทยชั้น ม.3 มีจำนวน 30 ข้ออาจให้เวลา 25 นาทีเป็นต้นการกำหนดเวลาอาจพิจารณาจากการทดลองครั้งแรกโดยใช้เกณฑ์ให้ผู้สอบ 80% - 90% ทำเสร็จเป็นการหมดเวลาก็ได้

3. ในการดำเนินการต้องพยายามจูงใจให้นักเรียนมีความตั้งใจในการทำข้อสอบโดยชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าการสอบนั้น ๆ ไม่มีผลในการสอบได้ตกของนักเรียนแต่กลับจะเป็นผลดีแก่นักเรียนเพราะทำให้เกิดทักษะในการทำข้อสอบทั้งนี้เพื่อจูงใจให้นักเรียนทำอย่างเต็มที่ไม่ใช่ทำอย่างขอไปที

3. ขั้นตรวจสอบขั้นสุดท้ายข้อสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจนได้ค่าคุณภาพของข้อสอบในเรื่องของความง่ายและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้วจะต้องนำข้อสอบนั้นไปสอบกับคนกลุ่มใหญ่ (ประมาณ 100 คนขึ้นไป) ที่ครอบคลุมความสามารถทั้งเก่งอ่อนและปานกลางกระจายกันแล้วทำการประเมินคุณภาพครั้งสุดท้ายและสร้างเกณฑ์ปกติการประเมินคุณภาพขั้นสุดท้ายได้แก่การหาค่าต่อไปนี้

3.1 ความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานทั้งฉบับ

หมายเหตุ ในการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบหลังการทดลอง (Try-out) แต่ละครั้งควรหาความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดได้ด้วยทุกครั้งเพราะทำให้สามารถเปรียบเทียบผลของแต่ละครั้งได้

5. ขั้นจัดพิมพ์การจัดพิมพ์ข้อสอบเป็นงานที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งกระทำภายหลังการประเมินคุณภาพของข้อสอบแบ่งเป็นชั้นย่อย ๆ ดังนี้

5.1 การจัดพิมพ์ขั้นต้นกระทำภายหลังการวิจารณ์ข้อสอบและปรับปรุงแก้ไขในขั้นต้นเพื่อจะนำไปทดลองใช้ (Try-out) ครั้งแรกซึ่งในการเตรียมต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์นี้งานที่ต้องกระทำคือ

5.1.1 การเรียงข้อสอบตามลำดับเนื้อหาหรือเรียงจากง่ายไปหายาก

5.1.2 การวางรูปแบบข้อสอบให้พอเหมาะกับหน้ากระดาษ

5.1.3 การเขียนคำชี้แจงในการดำเนินการสอบรวมถึงการระบุจำนวนข้อสอบเวลาในการทำและการกรอกหัวกระดาษคำตอบด้วย

นอกจากนี้ในการจัดพิมพ์ข้อสอบยังต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้เป็นความชัดเจนในการพิมพ์และความสะอาดเรียบร้อยการพิสูจน์อักษรต้องกระทำอย่างรอบคอบอย่าให้มีที่ผิดการอัดสำเนาต้องชัดเจนและสะอาด

5.2 การจัดพิมพ์ภายหลังการทดลองกระทำภายหลังการนำข้อสอบไปทดลองแต่ละครั้งหลังจากการนำข้อสอบไปทดลองแล้วทำการวิเคราะห์รายข้อพร้อมกับการนำผลมาพิจารณาปรับปรุงข้อสอบเมื่อปรับปรุงเป็นที่ใช้ได้แล้วก็ต้องนำข้อสอบนั้นมาทำต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์ใหม่ซึ่งการพิมพ์ในขั้นนี้ก็ต้องพิจารณาถึงเรื่องต่อไปนี้

5.2.1 จัดเรียงข้อสอบใหม่โดยเรียงลำดับเนื้อหาและในแต่ละเนื้อหาเรียงตามผลวิเคราะห์จากข้อง่ายไปหาข้อยาก (สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ)

5.2.2 เรียงลำดับตัวเลือกในแต่ละข้อคำถามโดยเรียงจากข้อความสั้นไปหาข้อความยาวเพื่อให้แลดูสวยงามเป็นระเบียบ (สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ)

5.2.3 ตรวจสอบสำนวนภาษาให้เหมาะสม

5.2.4 ตรวจสอบความชัดเจนในการพิมพ์และความสะอาดเรียบร้อย

5.2.5 ทำการพิสูจน์อักษรอย่างรอบคอบให้มีความถูกต้อง

5.2.6 การอัดสำเนาต้องชัดเจนและสะอาด

5.3 การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์หลังจากนำข้อสอบไปทดลองและทำการปรับปรุงแก้ไขจนได้ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วก็ต้องทำต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ซึ่งเป็นการพิมพ์ครั้งสุดท้ายการจัดพิมพ์ในขั้นนี้ควรปฏิบัติเพิ่มเติมจากสองขั้นตอนแรกดังนี้

5.3.1 ตรวจสอบจำนวนข้อสอบให้มีครบถ้วนตามที่กำหนด

5.3.2 สำรองการเรียงข้อสอบอีกครั้งว่าการเรียงถูกต้องตามหลักเกณฑ์และเหมาะสมสวยงามหรือไม่โดยทั่วไปเรียงจากข้อความสั้นไปหาข้อความยาว (ตัวเลือก) และในขณะเดียวกันก็พิจารณาตำแหน่งของตัวถูกด้วยโดยให้มีตัวถูกอยู่ตำแหน่ง ก,ข,ค,ง และ จ จำนวนพอ ๆ กัน (ถ้าเป็น 5 ตัวเลือก) สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ

5.3.3 ตรวจสอบการจัดวางข้อความให้เหมาะสมกับหน้ากระดาษพิมพ์ ถ้าข้อสอบนั้นมีรูปภาพประกอบหรือมีการทดลองก็พิจารณาจัดวางรูปให้เหมาะสมกับหน้ากระดาษด้วยการกรอกหัวกระดาษคำตอบจำนวนข้อและเวลาให้ทำ

6. การจัดทำคู่มือการใช้กระบวนกรสร้างแบบทดสอบนอกจากจะประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอนกล่าวข้างต้นแล้วยังมีอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นขั้นตอนที่จะทำการสร้างแบบทดสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานถือว่าเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งขั้นตอนนี้ก็คือการจัดทำคู่มือการใช้ (Testmanual) ประกอบด้วยการใช้รายละเอียดของหัวข้อสำคัญต่อไปนี้

6.1 วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ

6.2 วิธีการใช้และวิธีดำเนินการสอบ

6.3 วิธีการตรวจให้คะแนน

6.4 การแปลความหมายคะแนน

6.5 เกณฑ์ปกติ

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างแบบทดสอบสรุปได้ว่ากระบวนการสร้างแบบทดสอบควรมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 6 ขั้นตอนดังนี้ซึ่งวางแผนขั้นเตรียมงานขั้นลงมือปฏิบัติขั้นประเมินและตรวจสอบคุณภาพขั้นจัดพิมพ์และการจัดทำคู่มือการใช้

### การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ

การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การวิเคราะห์ข้อสอบ หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพเพียงใด ทั้งลักษณะที่เป็นรายข้อและทั้งฉบับ ช่วยให้การวัดผลและประเมินผลมีประสิทธิภาพดีขึ้น (สมนึก ภัททิยธนี, 2560) ได้กล่าวถึงลักษณะการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งสามารถสรุป ได้ดังนี้

#### 1. หลักการประเมินแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

การประเมินผลแบบอิงกลุ่ม หมายถึง การประเมินที่มุ่งนำผลการประเมินมาจำแนกนักเรียนออกตามความสามารถ โดยพิจารณาเปรียบเทียบผลของการประเมินของนักเรียนแต่ละคนกับกลุ่มนักเรียนด้วยกัน ซึ่งการตีความหมายผลการประเมินในรูปแบบนี้เรียกว่า การตีความหมายแบบอิงกลุ่ม โดยมีแนวความคิดว่าในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนย่อมมีความแตกต่างเป็นรายบุคคล นั่นคือ จะทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความสามารถมากหรือน้อยกว่านักเรียนคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง การประเมินที่มุ่งนำเอาผลการเรียนของนักเรียนแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น ๆ หรือกล่าวได้ว่าเป็นการประเมินที่ต้องการทราบสภาพของบุคคล โดยอาศัยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายเป็นหลัก การตีความหมายในลักษณะดังกล่าวนี้เรียกว่า ความหมายแบบอิงเกณฑ์ โดยมีแนวความคิดว่าในการจัดการเรียนการสอน ควรจะให้นักเรียนเรียนอย่างรอบรู้

จากความหมายดังกล่าว ในงานวิจัยนี้มุ่งวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียน ดังนั้นจึงเป็นการประเมินผลแบบอิงกลุ่มซึ่งจะมีผลกับการใช้สถิติในการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบในลำดับต่อไป

#### 2. การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เป็นการวิเคราะห์ความยาก และค่าอำนาจจำแนก ซึ่งสำหรับการประเมินผลแบบอิงกลุ่ม มีรายละเอียด (สมนึก ภัททิยธนี, 2560) ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อแบบทุกตัวเลือก มีสูตรสำหรับคำนวณดังนี้

$$p = \frac{H + L}{2N}$$

สำหรับตัวถูก    p แทน ค่าความยากของข้อสอบ  
                           H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก  
                           L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง  
 สำหรับตัวलग p แทน ค่าความยากของข้อสอบ  
 H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบตัวलगในแต่ละข้อ  
 L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบตัวलगในแต่ละข้อ  
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.2 การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อแบบทุกตัวเลือก มีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N} \quad (\text{ตัวถูก})$$

$$r = \frac{L - H}{N} \quad (\text{ตัวलग})$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อสอบ  
 H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก  
 L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

### 3. การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ

การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ ได้แก่ การหาค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่น ซึ่งสำหรับการประเมินผลแบบอิงกลุ่ม จะมีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

3.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาวิธีหาความเที่ยงตรง คือ การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรก่อนที่จะสร้างแบบทดสอบ ที่เรียกว่า การวิเคราะห์หลักสูตร แล้วพิจารณาแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่า ข้อคำถามทั้งหมดได้สัดส่วนพอที่จะเป็นตัวแทนของบรรดาความรู้ทั้งหมด และสามารถบอกผลได้แน่นอนหรือไม่ว่านักเรียนประสบผลสำเร็จเพียงใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ 1) อาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญแล้วหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ 2) การเขียนข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3.2 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ ใช้วิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การหาความคงที่ภายใน ซึ่งแบบทดสอบฉบับเดียวดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียว และเป็นประเภทตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนนมีสูตรคำนวณ คือ KR - 20 โดยข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ คือ วัดคุณลักษณะเดียวร่วมกัน และมีค่าความยากใกล้เคียงกัน โดยมีสูตรดังนี้

$$KR - 20: r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$n$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$p$	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น
	$q$	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ความแปรปรวน หาได้จากสูตร

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบ
	$X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน

### การแปลความหมายของคะแนน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับคะแนนดิบและการแปลความหมาย สรุปได้ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

#### 1. คะแนนดิบและคะแนนแปลงรูป

การวัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือชนิดใดก็ตามส่วนใหญ่มัจะปรากฏเป็นตัวเลข โดยเฉพาะเมื่อใช้แบบทดสอบ ตัวเลขที่ใช้แทนปริมาณความมากน้อยของสิ่งที่ต้องการวัด เรียกว่า คะแนน โดยทั่วไปจะแบ่งคะแนนออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ คะแนนดิบ และคะแนนแปลงรูป

1.1 คะแนนดิบ เป็นคะแนนที่เกิดจากการสอบโดยตรง ไม่สามารถตีความหมายให้แน่ชัดว่ามีสภาพการเรียนรู้มากน้อยเท่าไร จึงจัดว่าเป็นตัวเลขลอย ๆ ไม้มีความหมาย เช่น

นายแดงสอบได้ 20 คะแนน แม้จะเอาไปเทียบกับคะแนนเต็มก็ให้ความหมายไม่ชัดเจน

1.2 คะแนนแปลงรูป เป็นคะแนนที่ได้จากการนำคะแนนดิบไปเปลี่ยนให้เป็นคะแนนที่มีความหมายดีขึ้นกว่าเดิม คือ ทำให้สามารถบอกสภาพการเรียนรู้ของนักเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น ว่านักเรียนเก่งหรืออ่อนในวิชาใด เพียงใด คะแนนแปลงรูปนี้อาจจำแนกเป็นประเภทย่อย ๆ ได้หลายแบบ ซึ่งต่างก็ตีความได้ชัดเจนแตกต่างกัน มีดังนี้

1) คะแนนเปอร์เซ็นต์ ได้แก่ การนำคะแนนที่สอบได้ไปเทียบกับคะแนนเต็มโดยเปลี่ยนคะแนนเต็มให้มีค่าเป็น 100 เช่น สอบได้ 32 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 แสดงว่าถ้าเต็ม 40 แสดงว่าถ้าเต็ม 100 คะแนน จะสอบได้ 80 คะแนนหรือ 80% หากจะใช้สูตรจะเป็นดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือคะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมดหรือคะแนนเต็ม

2) คะแนนอันดับที่ ได้แก่ การนำคะแนนดิบที่ได้ ไปกำหนดตำแหน่งของผู้เข้าสอบ โดยเรียงอันดับคะแนนที่ได้จากจำนวนคนทั้งหมด มุ่งพิจารณาอันดับที่ได้เป็นสำคัญ เช่น สอบได้ 20 คะแนน เมื่อเรียงอันดับคะแนนอยู่แล้วอยู่ในอันดับที่ 10 จากคนเข้าสอบทั้งหมด 30 คน จึงคิดเทียบอันดับที่ได้จากคนเข้าสอบทั้งหมดเป็น 100 คน จะเรียกว่า ตำแหน่งร้อยละ หรือตำแหน่ง เปอร์เซ็นต์ไทล์ วิธีนี้ให้ความสำคัญแก่อันดับที่สอบได้ (การคิดอันดับที่สอบได้จากคนทั้งหมด 100 คน ไม่ได้คิดแบบแปรผกผันตรง)

3) คะแนนมาตรฐาน ได้แก่ การนำคะแนนดิบที่ได้ไปเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มโดยพิจารณาว่ามากกว่าหรือน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเท่าไร คะแนนมาตรฐานที่นิยมใช้ ได้แก่ คะแนนมาตรฐาน Z และ T

4) คะแนนมาตรฐานเก่า ได้แก่ การนำคะแนนดิบที่ได้ไปเทียบกับคะแนนในกลุ่มย่อย เมื่อแบ่งผู้สอบทั้งหมดออกเป็น 9 กลุ่ม ตามอัตราส่วนร้อยละของการแจกแจงโค้งปกติที่กำหนดไว้คงที่

## 2. คะแนนมาตรฐาน Z และ T

คะแนนมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษามีหลายชนิด แต่ชนิดที่ใช้ได้สะดวกและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการประเมินผล ได้แก่ คะแนนมาตรฐาน Z และ T มีหลายชนิด ดังนี้

2.1 คะแนนมาตรฐาน Z หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนเฉลี่ย ในหนึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือเป็นกึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เขียนเป็นสูตรได้ ดังนี้

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

เมื่อ Z แทน คะแนนมาตรฐานของแต่ละคน

X แทน คะแนนดิบของแต่ละคน

$\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม

นอกจากคะแนนมาตรฐาน Z จะใช้เปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนคนหนึ่ง ๆ แล้วยังใช้เปรียบเทียบคะแนนระหว่างนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเดียวกันได้อีกด้วย โดยสรุปคะแนนมาตรฐาน Z เป็นคะแนนที่มีคุณสมบัติเด่น 3 ประการ คือ

- 1) สามารถแปลความหมายได้โดยตัวของมันเองอย่างยุติธรรม
- 2) สามารถนำมารวมกันได้ตามหลักคณิตศาสตร์
- 3) คะแนนของนักเรียนกลุ่มเดียวกันสามารถนำมาเปรียบเทียบระดับ

ความเก่ง - อ่อน กันได้ในต่างวิชากัน

2.2 คะแนนมาตรฐาน T แม้ว่าคะแนนมาตรฐาน Z จะมีคุณสมบัติดีเด่นหลายประการ แต่ยังมีข้อจำกัด ดังนี้

1) การเปลี่ยนคะแนนคะแนนดิบเป็นมาตรฐาน Z มีกรรมวิธีหลายขั้นตอนและมี หน่วยใหญ่เกินไป คือ ค่า Z จะเพิ่ม - ลดทีละ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและโดยธรรมชาติของ คะแนนมาตรฐาน Z จะมีค่าอยู่ในช่วง -4 ถึง 4 (ส่วนมากจะมีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง 3) เมื่อคำนวณหาค่า Z มักจะได้ค่าเป็นทศนิยมด้วยจึงทำให้เกิดความยุ่งยาก

2) ค่าของคะแนนมาตรฐาน Z จะมีทั้งบวกและลบ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0 ทำให้ยุ่งยากในการตีความหมายและมักจะเข้าใจผิด โดยเฉพาะเมื่อคะแนนมาตรฐาน Z มีค่าเป็นลบ หรือ 0

ถ้านักเรียนคนหนึ่งคะแนนดิบเท่ากับคะแนนเฉลี่ยพอดี คะแนนมาตรฐาน Z จะเท่ากับ 0 ซึ่งทั้งครูและนักเรียนอาจเข้าใจผิด เช่น บอกว่าสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนน 0 คนทั่วไปจะคิดว่านักเรียนเรียนอ่อนมาก จึงมีผู้เสนอให้ใช้คะแนนมาตรฐาน T แทนคะแนนมาตรฐาน Z โดยใช้สูตร ดังนี้

$$T = 10Z + 50$$

เมื่อ T แทน คะแนนมาตรฐาน T หรือ T Score  
Z แทน คะแนนมาตรฐาน Z หรือ Z Score

2.3 คะแนนมาตรฐาน T ปกติ การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T เรียกว่า การแปลงเชิงเส้นตรง ซึ่งลักษณะการแจกแจงข้อมูลยังคงเหมือนคะแนนดิบ ดังนั้นปกติจะไม่ แปลงคะแนนดิบโดยวิธีนี้ เพราะการเปรียบเทียบคะแนนยังไม่ถูกต้องแน่นอนหรือสมบูรณ์ วิธีแปลง คะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่สะดวกถูกต้องชัดเจนก็คือ วิธีแปลงคะแนนโดยยึดพื้นที่ใต้โค้งปกติ คือ ทำให้รูปโค้งการแจกแจงเปลี่ยนไปเข้าสู่รูปโค้งปกติมากยิ่งขึ้น คะแนนที่ได้จากวิธีนี้ เรียกว่าคะแนนมาตรฐาน T ปกติ หรือ คะแนน T ปกติ

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ ไม่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม แต่จะคำนวณโดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติเป็นหลัก โดยถือว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติดังกล่าวจะใช้แทนจำนวนคนในกลุ่มที่เข้าสอบ

คุณสมบัติของโค้งปกติ

1) เป็นรูปโค้งแบบระฆังคว่ำ โดยส่วนสูงของโค้งจะขึ้นกับค่าความแปรปรวน ถ้าข้อมูลมีความแปรปรวนน้อย โค้งจะสูงและฐานแคบ ถ้ามีความแปรปรวนมากโค้งจะต่ำและฐานกว้างขึ้น

2) โค้งมีลักษณะสมมาตร ถ้าแบ่งครึ่งโค้งตามแนวตั้ง ส่วนโค้งครึ่งซ้ายกับครึ่งขวาจะซ้อนทับกันสนิท

3) ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมจะมีค่าเท่ากัน และอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของโค้ง

4) จุดสูงสุดของโค้งจะมีเพียงจุดเดียว คือ จุดที่อยู่ตรงกลางโค้งหรือยอดโค้ง

5) ปลายโค้งทั้งสองข้างจะค่อยลดต่ำลง แต่ไม่จรดแกนนอน ไม่ว่าจะทางของโค้งจะยาวเท่าใดก็ตาม

6) พื้นที่ใต้โค้งที่อยู่ระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\pm 1$  จากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.26% ระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\pm 2$  จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 95.44% และระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\pm 3$  จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 99.74%

7) โค้งปกติที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีชื่อเรียกว่า Standard Normal Distribution ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ มีลำดับขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย แล้วนำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่า  $f$  และ  $cf$

ขั้นที่ 3 หาค่า  $cf + \frac{1}{2}f$  (จะหาค่า  $cf + \frac{1}{2}f$  ของชั้นใด ต้องใช้ค่า  $cf$  ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่ใช้ค่า  $f$  ของชั้นนั้น)

ขั้นที่ 4 เอาค่า  $cf + \frac{1}{2}f$  ไปคูณด้วย  $\frac{100}{N}$  ได้เป็น  $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$  ค่าที่ได้เรียกว่า ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank = PR) แสดงถึงค่าของพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจง ซึ่งมีค่าทั้งหมดเป็น 1 หรือ 100%

ขั้นที่ 5 นำค่า  $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$  หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) ที่ได้ในขั้นที่ 4 ไปเทียบค่า T ปกติ จากตารางสำเร็จรูป

ตัวอย่าง การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ  
สมมุติมีนักเรียนเข้าสอบ 25 คน ได้คะแนนสูงสุด 23 คะแนน ต่ำสุด 12 คะแนน สามารถแปลงเป็นคะแนน T ปกติ ได้ดังนี้

ตาราง 3 ตัวอย่างการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ

คะแนน	Tally	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	$(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N} = PR$	T ปกติ
23	/	1	25	24.5	98	71
22	/	2	24	23	92	64
21	//	2	22	21	84	60
20	///	3	20	18.5	74	56
19	////	4	17	15	60	53
18	//	2	13	12	48	49
17	////	4	11	9	36	46
16	//	2	7	6	24	43
15	-	0	5	5	20	42
14	//	2	5	4	16	40
13	//	2	3	2	8	36
12	/	1	1	0.5	2	29

หมายเหตุ

- ที่กล่าวว่า การเปลี่ยนคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T จะช่วยให้รูปโค้งการแจกแจงเข้าสู่รูปโค้งการแจกแจงปกติมากขึ้น ก็คือ การปรับค่า cf เป็น  $cf + \frac{1}{2}f$  เป็นการเพิ่มความละเอียดของอันดับที่ที่ได้สอบ (เพราะโดยธรรมชาติ ความสามารถของนักเรียนแต่ละคนเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง แต่การสอบทุกครั้งจะกำหนดเป็นข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง คือ การให้คะแนนเป็น 1, 2, ...)
- การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ เมื่อถึงขั้นที่ 4 คือ ได้ค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ถ้าไม่มีตารางเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นค่า T ปกติ อาจจะทำตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติตามค่าของคะแนน Z โดยเอาค่า PR ดังกล่าวลบด้วย 50 (กรณี PR > 50) แล้วหารด้วย 100 จากนั้นเอาค่าที่ได้ ไปหาค่า Z จากพื้นที่ภายใต้โค้งปกติตามค่าของคะแนน Z ได้ค่า Z เท่าไหร่แล้วนำไปหาค่า T ปกติ จากสูตร  $T = 50 + 10Z$  กรณีค่า PR น้อยกว่า 50 ก็ทำในทำนองเดียวกันแต่ผลต่างระหว่างค่า PR กับ 50 จะเป็นลบ ดังนั้นค่า Z ที่ได้ต้องเป็นลบด้วย
- ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ในขั้นที่ 4 เช่น PR มีค่าเท่ากับ 84 ซึ่งตรงกับคะแนนดิบ 21 คะแนน ( $P_{84} = 21$  คะแนน) หมายความว่า ถ้ามีผู้เข้าสอบ 100 คน ใครที่ได้ 21 คะแนนแสดงว่า ได้คะแนนมากกว่าคนอื่น 84 คน และได้คะแนนน้อยกว่าคนอื่น 16 คน
- ค่าคะแนน T ปกติแต่ละค่าไม่ได้แปลว่า ได้คะแนนมากกว่าคนอื่นกี่คน ทั้งนี้ต้องกลับไปดูค่า T ปกตินั้น ๆ ว่าตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เท่าไร

5. คะแนน T ปกติที่ 50 จะตรงกับค่าเฉลี่ย (โดยประมาณ) ของคะแนนดิบในชุดนั้น ประโยชน์ของคะแนน T ปกติ มีดังนี้

6. กรณีที่มีการสอบ 1 วิชา แต่คะแนนแยกเป็น 2 ส่วนที่มีลักษณะต่างกัน เช่น คะแนนภาคปฏิบัติกับคะแนนภาคทฤษฎี ก็ควรแปลงคะแนนดิบแต่ละส่วนให้เป็นคะแนน T ปกติ แล้วจึงนำมารวมกันจะได้เป็นคะแนน 2T แม้จะกำหนดน้ำหนักคะแนนไม่เท่ากันก็สามารถทำได้

7. กรณีที่มีการสอบตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ถ้าครูผู้สอนต้องการรวมคะแนนของวิชาเหล่านั้น ก็ต้องแปลงคะแนนดิบแต่ละวิชาให้เป็นคะแนน T ปกติแล้วจึงเอาคะแนน T ปกติของแต่ละวิชา มารวมกัน จะช่วยให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้เข้าสอบมากขึ้น

8. นำไปใช้ในการทำเกณฑ์ปกติ (Norms)

9. นำคะแนน T ปกติไปใช้ในการตัดสินผลการเรียนในระบบอิงกลุ่มของวิชาใด ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3. เกณฑ์ปกติ

ได้มีผู้ให้ความหมายของเกณฑ์ปกติ (Norms) ไว้หลายท่านดังนี้

ชวาล แพร์ตกุล (2520) ได้อธิบายว่า เกณฑ์ปกติเป็นปริมาณคุณภาพ คุณลักษณะต่าง ๆ เป็นสถานภาพตามความจริงในปัจจุบัน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึงข้อเท็จจริงที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้เป็นอย่างดีแล้วและเป็นตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้เข้าสอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรและเป็นคะแนนที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร

#### 1. ชนิดของเกณฑ์ปกติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติแบ่งชนิดได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบดังนี้

##### 1) การแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของประชากรได้แก่

1.1) เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่สร้างจากประชากรจำนวนมากตามลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ได้กำหนดไว้โดยประชากรต้องครอบคลุมทั้งประเทศหรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั้งประเทศเช่นการหาเกณฑ์ปกติของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชาติก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศหรือ สุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วประเทศจำนวนนักเรียนที่สอบจึงมีมากเพื่อให้รู้ว่าสร้างเมื่อปี พ.ศ. ไต่ ก็ต้องกำหนดวันเดือนปีการสร้างไว้ด้วย เพื่อคนใช้เกณฑ์ปกติจะได้รู้ว่าทันสมัยหรือไม่

1.2) เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่มีระดับเล็กลงมาจากเกณฑ์ระดับชาติเช่นระดับจังหวัดระดับอำเภอการสร้างเกณฑ์ปกติระดับนี้ ค่าใช้จ่ายจะน้อยลงและเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบนักเรียน คะแนนของผู้สอบกับคนทั้งจังหวัด หรืออำเภอ ในการจัดการศึกษาบางครั้งจังหวัดแต่ละจังหวัด อาจเน้นเนื้อหาวิชาบางวิชาไม่

เหมือนกัน โดยเฉพาะทางด้านวิชาชีพ บางจังหวัดเน้นเกษตรกรรม บางจังหวัดเน้นอุตสาหกรรม บางจังหวัดเน้นการประมง เป็นต้น วิชาที่มีการเน้นแตกต่างกัน การสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น จะมีประโยชน์ในการเปรียบเทียบความสามารถในวิชาการของนักเรียนคนหนึ่งกับคนทั้งจังหวัดหรือ อำเภอว่านักเรียนคนนั้นสอบแล้วจะอยู่ในระดับใด เก่งหรืออ่อนกว่าคนอื่นเพียงใด จะได้หาทาง ปรับปรุงแก้ไขทัน ถ้าไม่มีการเปรียบเทียบก็ไม่สามารถจะพัฒนาได้ถูกต้อง

1.3) เกณฑ์ปกติระดับโรงเรียน (School Norms) โรงเรียนบางแห่ง มีขนาดใหญ่ นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เวลาสร้างข้อสอบแต่ละวิชา แต่ละระดับชั้นได้ดีมี มาตรฐานแล้ว

2) การแบ่งตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบได้แก่

2.1) เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norms) เป็นเกณฑ์ปกติ ที่เทียบคะแนนดิบกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ซึ่งแปลความหมายในรูปร้อยละของตัวคะแนนที่จุดได้จุด คะแนนดิบนั้น ๆ เช่นเด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนนเมื่อไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่ง เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 ก็หมายความว่า มีคนเข้าสอบ 100 คนเขามีความสามารถเหนือกว่าคนอื่น ๆ 80 คน (เขาดีต่อกว่าคนอื่นเพียง 20 คน)

2.2) เกณฑ์คะแนนมาตรฐาน (Standard Score Norms) เป็นเกณฑ์ ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐานแบบต่าง ๆ ช่วยให้ทราบว่าคะแนนตัวหนึ่งสูง หรือต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยและสูงหรือต่ำกว่าอยู่เท่าไรโดยคิดเป็นมาตราคะแนนมาตรฐานอาจเป็น คะแนนมาตรฐานแบบเส้น (Linear) หรือแบบปกติ (Normalization) เช่นคะแนนซี (Z-Score) คะแนนที (T-Score)

2.3) เกณฑ์ปกติสเตนไนน์ (Stanine Norms) เป็นคะแนนมาตรฐาน ชนิดหนึ่งมีค่าเพียง 9 ตัว (Standard Nine Point) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่คะแนน 5 มีความ เบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน

2.4) เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้เพื่อ ดู พัฒนาการของบุคคลในเรื่องเดียวกันว่าอายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไรหรืออายุเท่ากันจะมี พัฒนาการต่างกันหรือไม่เกณฑ์ที่นิยมใช้กับแบบสอบวัดเชาว์ปัญญาแบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบวัดความฉลาดทางอารมณ์ เป็นต้น

2.5) เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade Norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติ ตามระดับชั้นเรียนในโรงเรียนวิชาที่นิยมสร้างเกณฑ์ปกติชนิดนี้มักจะเป็นวิชาพื้นฐานและแบบทดสอบ ที่สร้างจะต้องวัดความรู้ความสามารถที่กว้างและต้องเป็นเนื้อหาเดียวกัน ดังนั้นการวัดที่มีเนื้อหา แตกต่างกันตามระดับชั้นจะทำได้ ทำก็ไม่รู้จะเปรียบเทียบอย่างไร ดังนั้นวิชาที่นิยมมักจะเป็นวิชา พื้นฐาน และแบบทดสอบที่สร้างจะต้องออกความรู้ความสามารถที่กว้างเช่นต้องครอบคลุมตั้งแต่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วดูว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะได้กี่คะแนนปีที่ 2 จะได้ กี่คะแนนไปเรื่อย ๆ จนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะได้กี่คะแนนก็เป็นเกณฑ์ปกติของชั้นนั้น ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น และใช้สถิติเปรียบเทียบตามเกณฑ์คะแนน มาตรฐานซึ่งเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนดิบของนักเรียนกับคะแนนมาตรฐาน ทำให้ทราบว่ามีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งบริบทส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน เพื่อความสะดวกและเป็นข้อมูลในการพัฒนาปรับปรุงต่อไป

## 2. หลักการสร้างเกณฑ์ปกติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า ในการสร้างเกณฑ์ปกติ จะต้องคำนึงถึงเกณฑ์ 3 ประการดังนี้

1) ความเป็นตัวแทนที่ดีการสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยมทำได้หลายวิธี เช่น การสุ่มแบบธรรมดาสุ่มแบบแบ่งชั้นสุ่มแบบเป็นระบบหรือสุ่มแบบแบ่งกลุ่มเป็นต้นเลือกสุ่มตามความเหมาะสมโดยพิจารณาประชากรเป็นตัวสำคัญถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่มีคุณสมบัติอะไรแตกต่างกันมากนักก็ใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) ดีที่สุด แต่ถ้าเป็นลักษณะมีอะไรแตกต่างกันมากเช่นขนาดโรงเรียนต่างกันระดับความสามารถต่างกันทำการตั้งแตกต่างกันและมีผลต่อการเรียนถ้าแบบนี้จะสุ่มด้วยวิธีแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จึงจะเหมาะสมถ้าแต่หน่วยการสุ่มเช่นโรงเรียนห้องเรียนมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกันแต่แบ่งหน่วยการสุ่มไว้แล้วการสุ่มแบบนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จะดีที่สุด 3 วิธีนี้ใช้ในการสุ่มเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด ดังนั้นก่อนการสร้างเกณฑ์ปกติก็ต้องวางแผนการสุ่มให้ดีไว้ก่อนเพื่อเกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้

2) มีความเที่ยงตรงในที่นี้หมายถึงการนำคะแนนดิบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้วสามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริงเช่นคนหนึ่งสอบเลขได้ 20 คะแนนตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที่ (T) 50 แปลว่าเป็นความสามารถปานกลางของกลุ่มความเป็นจริงจะเป็นอย่างตัวเลขในเกณฑ์ปกติดังกล่าวได้หรือเปล่าดังนั้นความสอดคล้องของคะแนนการสอบกับเกณฑ์ปกติตามความเป็นจริงจึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในการแปลความหมายของการสอบแต่ละครั้ง

3) มีความทันสมัยเกณฑ์ปกตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาหารการกินเหล่านี้คนจะเก่งขึ้นหรืออ่อนลงได้ดังนั้นเกณฑ์ปกติที่ศึกษาไว้นานหลายปีแล้วอาจจะมีความผิดพลาดจากความเป็นจริงจำเป็นต้องศึกษาใหม่หรือเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เรื่อย ๆ โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ ปี จึงจะทันสมัย

## 3. วิธีสร้างเกณฑ์ปกติ โดยอาศัยสมการพหุคูณ

การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นหากสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรให้มีจำนวนมาก ๆ คะแนนดิบจะกระจายจากสูงสุดไปหาต่ำสุดเข้าลักษณะโค้งปกติคะแนนดิบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนนจะถูกแปลงเป็นคะแนน T ปกติการนำเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับนี้ไปใช้ก็ไม่มีปัญหาเพราะสามารถเทียบคะแนนดิบเป็น T ปกติได้ทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนน แต่ถ้าจำนวนผู้เข้าสอบมีไม่มากพอหรือข้อสอบยากง่ายเกินไปจะเกิดปัญหาการสร้างเกณฑ์ปกติกล่าวคือคะแนน T ปกติจะไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดหรือแม้จะสุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมาก ๆ เป็นจำนวนนับพันก็อาจจะไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนใกล้เคียงกับคะแนนเต็มหรือได้คะแนนเข้าใกล้ 0 จึงจำเป็นต้องขยาย

คะแนน T ปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนนเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้และเป็นหลักเกณฑ์หนึ่งในการทำเกณฑ์ปกติ (Norms)

หลักการขยายคะแนน T ปกติกระทำโดยการเขียนกราฟคู่อันดับระหว่างคะแนนดิบกับคะแนน T ปกติที่เกิดจากผลการสอบจากนั้นพิจารณาแนวโน้มจากจุดกราฟแต่ละตำแหน่งแล้วลากเส้นตรงให้ผ่านจุดกราฟต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้มากที่สุด ต้องพยายามลากเส้นตรงให้ผ่านคะแนน T ปกติที่ 50 ด้วยจึงสามารถอ่านคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติที่ต้องการขยายแต่การลากขยายเส้นตรงที่คาดว่าครอบคลุมคะแนนผลการสอบ (Extrapolate) ดังกล่าวถ้าใช้มือและสายตาก็ประมาณก็ไม่มีหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ว่าเส้นตรงดังกล่าวเป็นเส้นตรงที่มีความเหมาะสม (Fit a Straight Line) ทำให้ได้เกณฑ์ปกติที่มีความคลาดเคลื่อนได้เมื่อพิจารณาผลการสอบและคะแนน T ปกติแต่ละค่าจะพบว่า มีลักษณะเป็นตัวแปรคู่อันดับ (Ordered Pairs) ที่มีความสัมพันธ์กันสูง (หากทดสอบความสัมพันธ์ :  $r_{xy}$  ระหว่างคะแนนผลการสอบกับคะแนน T ปกติย่อมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) จึงสามารถเขียนเป็นฟังก์ชันในรูปแบบผลการสอบและคะแนน T ปกติ ( $T_c$ ) ที่เป็นสมการเส้นตรงได้ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธน์, 2560)

$$T_c = a + bx \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{เมื่อ } b = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{และ } a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ  $T_c$  แทน คะแนน T ปกติที่คำนวณจากสมการเส้นตรงในรูปแบบฟังก์ชันของคะแนนสอบ

A แทน Y - intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความชันของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือการพยากรณ์)

X แทน คะแนนผลการสอบ

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการสอบ

Y แทน คะแนน T ปกติ

$\bar{Y}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน T ปกติ

สมการที่ (1) ต้องหา b และ a ตามลำดับ เพื่อพยากรณ์คะแนน T ปกติ ( $T_c$ ) จากสมการเส้นตรง โดยเส้นตรงดังกล่าวเป็นสมการถดถอย (Regression Line) กล่าวคือ เมื่อลากเส้นถดถอยผ่านจุดพิกัดของคะแนนสอบ และคะแนน T ปกติ ผลรวมกำลังสองของความเบี่ยงเบนจากเส้นถดถอยของคะแนน T ปกติ มีค่าต่ำสุด

ก่อนที่จะสร้างสมการเส้นตรง (สมการที่ (1)) ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์คะแนน T ปกติต้องหาค่า  $\sum X, \sum Y, \sum XY, \sum X^2$  โดยใช้คะแนนสอบ (X) และคะแนน T ปกติ (Y) มาแทนค่าในสมการที่ (2) และ (3) เพื่อหาค่า b และ a ตามลำดับ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ตัวอย่างการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ

X คะแนน	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	$(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N} = PR$	T ปกติ
17	5	1600	1597.5	99.84	79
16	20	1595	1585	99.06	74
15	30	1575	1560	97.50	70
14	50	1545	1520	95.00	66
13	200	1495	1395	87.19	61
12	250	1295	1170	73.13	56
11	500	1045	795	49.69	50
10	350	545	370	23.13	43
9	100	195	145	9.06	37
8	60	95	65	4.06	33
7	20	35	25	1.56	28
6	13	15	8.5	0.53	24
5	2	2	1	0.06	18

จากการแปลงคะแนนคะแนนสอบ (X) เป็นคะแนน T ปกติ ถ้านำคู่อันดับระหว่างคะแนนสอบ (X) กับคะแนน T ปกติ มาลงจุดกราฟ แล้วลากเส้นตรงโดยพยายามให้ผ่านจุดกราฟ ต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้มากที่สุด เพื่อขยายคะแนน T ปกติ ด้วย ก็ไม่มีหลักฐานที่ยืนยันได้ว่าเป็นเส้นตรง ที่เหมาะสม ทำให้เกณฑ์ปกติมีความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงต้องใช้สร้างสมการพยากรณ์ โดยใช้คะแนนสอบและคะแนน T ปกติ จากตาราง 5 เป็นคู่อันดับ 13 คู่ แล้วหาค่า  $\sum X, \sum Y, \sum XY, \sum X^2$

ขั้นที่ 2 หาค่า b และ a เพื่อนำไปหาสมการเส้นตรง :  $T_c = bx + a$   
จากสมการที่ (2) และ (3) หาค่า b และ a ได้ดังนี้

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

เมื่อ  $N = 13$  (คือ จำนวน  $X$  กับ  $Y$  ในตัวอย่างนี้คือ จำนวน 13 คู่)

$$\sum X = 143 \text{ (คือ ผลรวมของคะแนนผลการสอบ 13 ตัว)}$$

$$\sum Y = 634 \text{ (คือ ผลรวมของคะแนน T ปกติ 13 ตัว)}$$

แทนค่า

$$b = \frac{(13)(7913) - (143)(634)}{(13)(1755) - (143)^2}$$

$$= 5.16$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

แทนค่า

$$a = \frac{634}{13} - (5.16) \left[ \frac{143}{13} \right] = -7.98$$

ดังนั้น สมการเส้นตรงที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์คะแนน T ปกติ คือ

$$T_c = 5.16x - 7.98 \dots\dots\dots(4)$$

ขั้นที่ 3 คำนวณหาค่าคะแนน T ปกติ จากคะแนนสอบตั้งแต่ 5-17 คะแนน โดยใช้สมการที่ (4) ซึ่งผลการหา T ปกติ ปรากฏดังตาราง 5

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

ตาราง 5 ผลการคำนวณหาคะแนน T ปกติจากสมการพหุคูณ

X (คะแนนสอบ)	Y (คะแนน T ปกติ)	XY	X <sup>2</sup>	T <sub>c</sub> (คะแนน T ปกติ ที่ปรับแก้)	
17	79	1343	289	79.74	80
16	74	1184	256	74.58	75
15	70	1050	225	69.42	69
14	66	924	196	64.26	64
13	61	793	169	59.10	59
12	56	672	144	53.94	54
11	50	550	121	48.78	49
10	43	430	100	43.62	44
9	37	333	81	38.46	38
8	33	264	64	33.30	33
7	28	196	49	28.14	28
6	24	144	36	22.98	23
5	18	90	25	17.82	18
$\sum X = 143 = 143$	$\sum Y = 634$	$\sum XY = 7913$	$\sum X^2 = 1755$		

## ขั้นที่ 4 ขยายคะแนน T ปกติ

ทำการขยายคะแนน T ปกติ จากคะแนนสอบ 18, 19, 20, และ 4, 3, 2, 1 โดยใช้สมการพหุคูณ  $T_c = 5.16x - 7.98$  ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการขยายคะแนน T ปกติโดยใช้สมการพหุคูณ

คะแนนผลการสอบ	T ปกติ (T <sub>c</sub> )		คะแนนผลการสอบ	T ปกติ (T <sub>c</sub> )	
20	95.22	95	4	12.66	13
19	90.06	90	3	7.50	8
18	84.90	85	2	2.34	2
			1	-2.82	-3

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะทำการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนมาตรฐาน T ปกติ จากนั้นมาใช้เป็นเกณฑ์ปกติ เพื่อเป็นคู่มือการแปลความหมายคะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

วิสุตา รักชู (2547) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดระนอง โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบสร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ฉบับคือฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการอ้างอิงความรู้ฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการอ้างอิงข้อมูลหรือข้อเท็จจริงและแบบทดสอบเขียนตอบคือฉบับที่ 3 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตารางแผนภูมิหรือแผนภาพใช้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดระนอง จำนวน 356 คนผลการวิจัยพบว่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับมีค่าตั้งแต่ 0.90 ถึง 0.94 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.80 อำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.84 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 0.91 ถึง 0.94 ฉบับที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.93 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนมีค่าเท่ากับ 0.99 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คงรัฐ นวลแปง (2547) ได้ศึกษาการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสถิติ 5 หน่วยการเรียนรู้ ลำดับและอนุกรม 4 หน่วยการเรียนรู้ บันทึกการตรวจการบ้าน บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกการอภิปราย และบันทึกประจำวันของครู ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา แล้วสะท้อนผลการปฏิบัติและปรับแผนการปฏิบัติงานในแต่ละวงจร รวมทั้งสิ้น 3 วงจร โดยใช้กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ของโรงเรียนสา จังหวัดน่าน ปีการศึกษา 2546 จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่า การตรวจงานแบบวิพากษ์ผลที่มีทั้งการวิพากษ์ผลแบบรายข้อและแบบภาพรวมทำให้นักเรียนมีการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของตนเอง นักเรียนกระตือรือร้นที่จะแก้ไขการบ้านที่ทำได้มาส่งใหม่ แนวทางการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ใช้ได้ทั้งการแทรกคำถามปลายเปิดในการบ้านและการใช้เป็นคำถามให้นักเรียนอภิปรายเป็นกลุ่มในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพเป็นเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ

นิตยา ธรรมมิเกกุล (2550) ได้พัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน ของโรงเรียนในกลุ่มศรีนครินทร์ กรุงเทพมหานคร โดยอาศัยวิธีการวิจัยเชิงพัฒนาในลักษณะภาคตัดขวางและศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ซึ่งใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน จากนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ของโรงเรียนในกลุ่มศรีนครินทร์ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 734 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.73 อำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.67 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.836 และ แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.965 และสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนหญิงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ระดับสูง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำ และนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ระดับปานกลางมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกกรณี 2) มีผลปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากตัวแปรระดับชั้นเรียนกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลร่วมกันต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่พบการเกิดปฏิสัมพันธ์ในกรณีอื่น ๆ 3) พัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สู่อันดับที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง และนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ทุกระดับ

มนัส เมืองมัจฉา (2551) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มหาสารคาม เขต 1 โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบและสร้างเกณฑ์ปกติ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ฉบับคือ ฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการอ้างอิงความรู้ ฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการอ้างอิงข้อมูลหรือข้อเท็จจริง และแบบทดสอบเขียนตอบ คือ ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลโดยการสร้างตาราง แผนภูมิ หรือแผนภาพ ใช้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 494 คน ผลการวิจัยพบว่า ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.80 อำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.84 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเลือกตอบ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 0.91 ถึง 0.94 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเขียนตอบฉบับที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.99 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ และเกณฑ์ปกติมีคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง  $T_{26}$  ถึง  $T_{67}$

เกรียงศักดิ์ ราพรธน์ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบสร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบเลือกตอบ 2 ฉบับคือฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงความรู้ฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงข้อมูลหรือข้อเท็จจริงและแบบทดสอบเขียนตอบคือฉบับที่ 3 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตารางแผนภูมิหรือแผนภาพใช้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอนจากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดราชบุรีเขต 2 จำนวน 265 คน ผลการศึกษาพบว่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.74 อำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.88 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเลือกตอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 ฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเขียนตอบฉบับที่ 3 โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 ส่วนความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนโดยผู้ตรวจ 2 คนมีค่าเท่ากับ 0.99 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงความรู้มีคะแนน T ตั้งแต่ T16 ถึง T77 แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงข้อมูลหรือข้อเท็จจริงมีคะแนน T ตั้งแต่ T21 ถึง T70 แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตารางแผนภูมิหรือแผนภาพมีคะแนน T ตั้งแต่ T28 ถึง T67

สมพงษ์ จูเนบ (2554) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดกำแพงเพชร โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบ สร้างเกณฑ์ปกติ และคู่มือการใช้แบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ฉบับคือฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการอ้างอิงความรู้ฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการอ้างอิงข้อมูลหรือข้อเท็จจริงและแบบทดสอบเขียนตอบคือฉบับที่ 3 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตารางแผนภูมิหรือแผนภาพใช้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบสองขั้นตอนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2554 ในจังหวัดกำแพงเพชรจำนวน 384 คนผลการวิจัยพบว่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไปความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับมีค่าตั้งแต่ 0.90 ถึง 0.94 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับความยากง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.76 อำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.78 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 0.66 ถึง 0.85 ฉบับที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ และเกณฑ์ปกติมีคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง T<sub>25</sub> ถึง T<sub>78</sub>

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Lappan, G. and Schram, P.W. (1989) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล เป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่องจากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน ดังนั้นในการพัฒนาทักษะในการคิดและการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหา วิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิดโดยการอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลองและตอบคำถามต่าง ๆ การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์

Ice (2003) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้คำถามปลายเปิดในการประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ โดยต่างเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกตการณ์สอบของครู ชั้นงานต่าง ๆ ของนักเรียนไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบ แบบฝึกหัด หรือเกรดที่ได้จากการประเมินผลนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้คำถามปลายเปิดในการประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความเชื่อของครู (Beliefs) ที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการเรียนรู้ การสอนและการประเมินผล ผู้บริหาร (Authority) ผลสะท้อนจากการปฏิบัติจากตนเองและผู้อื่น (Reflectivity) ความรู้ของครูผู้สอน (Knowledge) และการบังคับหรือสั่งการจากหน่วยงานเบื้องบน (System Constraints)

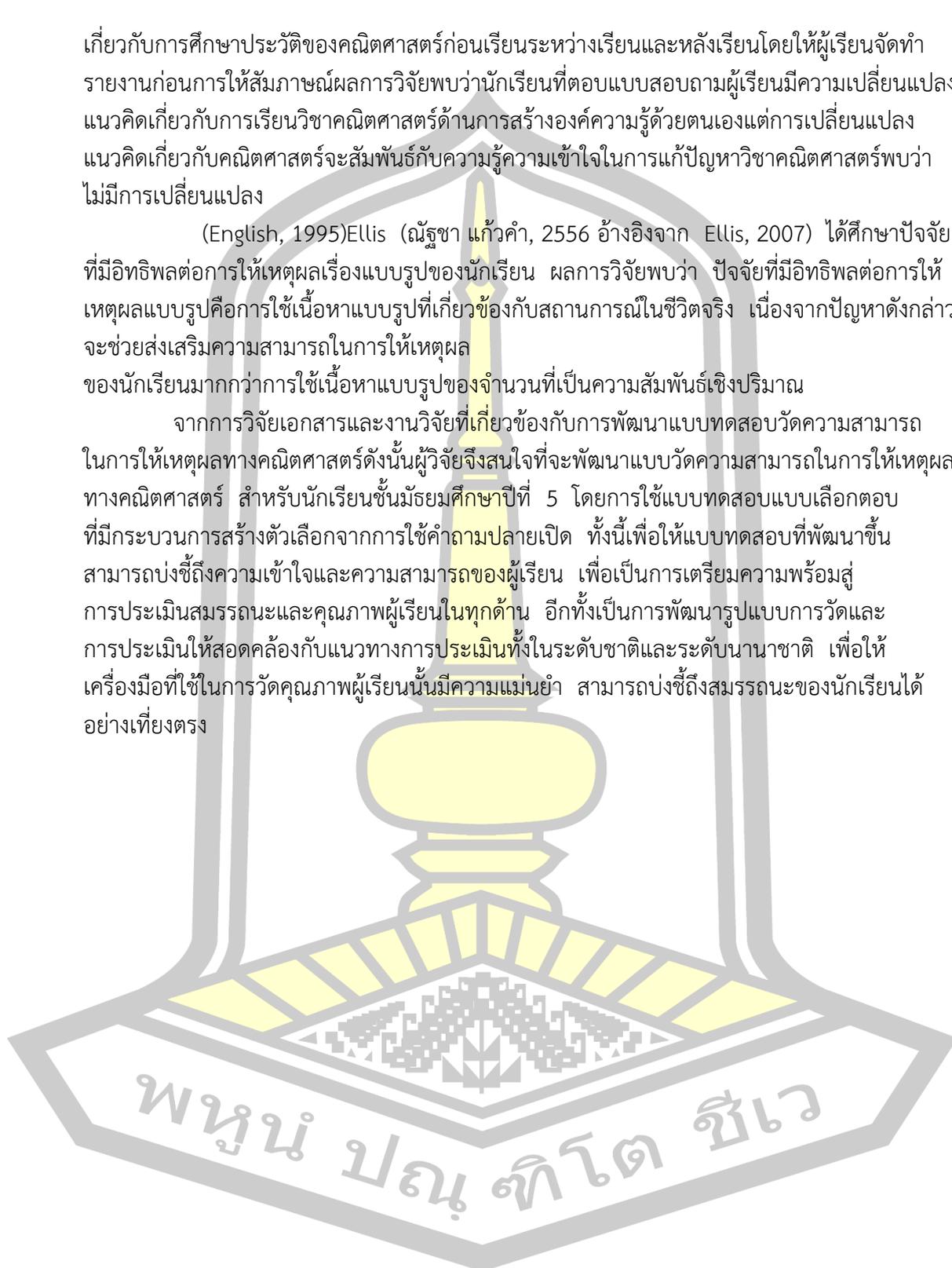
Mansi, Kate Elizabeth (2004) ได้ทำการศึกษาการให้เหตุผลและข้อพิสูจน์เรขาคณิตในวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาเพื่อตรวจสอบบทบาทการให้เหตุผลและข้อพิสูจน์เรขาคณิตที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยสำรวจคำถามวิจัย 4 ข้อได้แก่ 1) นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถทางการให้เหตุผลอะไรบ้างเพื่อให้ความพร้อมสำหรับข้อพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2) มีหลักฐานอะไรที่แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไม่ประสบความสำเร็จกับข้อพิสูจน์และยึดถือแนวความคิดที่ผิด ๆ เกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติข้อพิสูจน์ 3) ความเชื่อและความเข้าใจของครูสามารถช่วยความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับข้อพิสูจน์ได้อย่างไรบ้าง 4) จะทำอะไรได้บ้างเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเพื่อปรับปรุงทักษะการเขียนข้อพิสูจน์ของนักเรียนวิธีการศึกษาใช้การเปรียบเทียบตามทฤษฎีของเพียเจต์และแวนไฮเลอเกิปรายวิธีการที่นักเรียนได้มาซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิตและวิธีการที่ได้มานี้มีความสัมพันธ์กับความพร้อมของนักเรียนที่จะทำข้อพิสูจน์อย่างเป็นทางการออกมาได้อย่างไรผลการวิจัยพบว่านักเรียนไม่อยู่ในระดับสูงพอสำหรับทฤษฎีของแวนไฮเลอเกิปรายวิธีการที่นักเรียนมาเข้าโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายนอกจากนี้ยังพบการพิสูจน์ทางเรขาคณิตเพื่อให้สัมฤทธิ์ผลได้รับการสอนของครูมีผลต่อการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนครูผู้สอนจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนในการปรับปรุงทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของนักเรียน เพื่อผลสำเร็จและความเข้าใจในการเรียนการสอนให้มากขึ้น

Wuertzer Magner (2004) ได้ทำการศึกษาการคาดคะเนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการตีความหมายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เชิงปริมาณและคุณภาพโดยการให้นักเรียนตอบแบบสอบถามและสัมภาษณ์

เกี่ยวกับการศึกษาประวัติของคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนโดยให้ผู้เรียนจัดทำรายงานก่อนการให้สัมภาษณ์ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ตอบแบบสอบถามผู้เรียนมีความเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองแต่การเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จะสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง

(English, 1995)Ellis (ณัฐชา แก้วคำ, 2556 อ้างอิงจาก Ellis, 2007) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการให้เหตุผลเรื่องแบบรูปของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการให้เหตุผลแบบรูปคือการใช้เนื้อหาแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เนื่องจากปัญหาดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมากกว่าการใช้เนื้อหาแบบรูปของจำนวนที่เป็นความสัมพันธ์เชิงปริมาณ

จากการวิจัยเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีกระบวนการสร้างตัวเลือกรวมทั้งการใช้คำถามปลายเปิด ทั้งนี้เพื่อให้แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นสามารถบ่งชี้ถึงความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การประเมินสมรรถนะและคุณภาพผู้เรียนในทุกด้าน อีกทั้งเป็นการพัฒนารูปแบบการวัดและการประเมินให้สอดคล้องกับแนวทางการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวัดคุณภาพผู้เรียนนั้นมีความแม่นยำ สามารถบ่งชี้ถึงสมรรถนะของนักเรียนได้อย่างเที่ยงตรง



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังข้อเสนอหัวข้อตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
3. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 6,076 คน จากโรงเรียน 55 โรงเรียน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 650 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) มีวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) โดยใช้เกณฑ์ ร้อยละ 10 ของจำนวนประชากรทั้งหมด (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. 2555 : 36) พบว่าได้กลุ่มตัวอย่าง 650 คน เพื่อทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 200 คน ครั้งที่ 2 จำนวน 200 คน และครั้งที่ 3 จำนวน 250 คน

ขั้นที่ 2 ดำเนินการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ดังนี้

2.1 ใช้อำเภอในจังหวัดกาฬสินธุ์เป็นหน่วยการสุ่ม ทำการสุ่มอย่างง่ายมา 40% พบว่า ได้ 5 อำเภอ ประกอบด้วย โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 19 โรงเรียน

2.2 แบ่งโรงเรียนที่สุ่มได้ตามขนาด ออกเป็น 4 ขนาด คือ ตามเกณฑ์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) ซึ่งกำหนดขนาดโรงเรียนดังนี้

- 2.2.1 โรงเรียนขนาดเล็กมีจำนวนนักเรียนน้อยกว่า 500 คน
- 2.2.2 โรงเรียนขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 500-1,499 คน
- 2.2.3 โรงเรียนขนาดใหญ่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 1,500-2,499 คน

2.2.4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 2,500 คนขึ้นไป พบว่า ใน 5 อำเภอ มีโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 12 โรงเรียน ขนาดกลาง จำนวน 5 โรงเรียน ขนาดใหญ่ จำนวน 1 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 1 โรงเรียน รวมทั้งหมด 19 โรงเรียน

2.3 ใช้โรงเรียนในแต่ละขนาดของแต่ละอำเภอเป็นหน่วยการสุ่ม ทำการสุ่มอย่างง่ายมา 50% พบว่า ได้โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 4 โรงเรียน ขนาดกลาง จำนวน 4 โรงเรียน ขนาดใหญ่ จำนวน 1 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน รวมทั้งหมด 10 โรงเรียน ประกอบด้วยห้องเรียน 38 ห้อง

2.4 ใช้ห้องเรียนของแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้เป็นหน่วยการสุ่ม ทำการสุ่มอย่างง่ายมา 50% พบว่า โรงเรียนขนาดกลาง มี 8 ห้อง โรงเรียนขนาดใหญ่ มี 3 ห้อง และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มี 6 ห้อง ส่วนโรงเรียนขนาดเล็กมีโรงเรียนละ 1 ห้อง จึงใช้ทั้งหมด คือ 4 ห้อง รวมห้องเรียน 21 ห้อง ประกอบด้วยนักเรียน 661 คน จึงคัดเลือกให้เหลือ 650 คน ตามต้องการ

รายละเอียดแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง 3 ครั้ง

อำเภอ	ขนาดโรงเรียน/โรงเรียน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง			รวมทั้งหมด
		ทดสอบครั้งที่ 1	ทดสอบครั้งที่ 2	ทดสอบครั้งที่ 3	
กุฉินารายณ์ ห้วยผึ้ง กุฉินารายณ์ สมเด็จพระ	ขนาดเล็ก				
	1. สามขาสว่างวิทย	30	-	-	30
	2. นิคมหนองแก้วญาณเวที	-	10	-	10
	3. พุทโธภาวนาประชาสรรค์	-	20	-	20
	4. มหาไชยพิทยาคม	-	15	-	15
กุฉินารายณ์ ห้วยผึ้ง เขาวง เขาวง	ขนาดกลาง				
	5. กุฉินารายณ์	60	-	35	25
	6. ห้วยผึ้งพิทยา	-	30	36	66
	7. เขาวงพิทยาคาร	-	30	35	65
	8. กาญจนานิเชกวิทยาลัย กาฬสินธุ์	-	-	34	34
ร่องคำ	ขนาดใหญ่				
	9. ร่องคำ	40	35	40	135
สมเด็จพระ	ขนาดใหญ่พิเศษ				
	10. สมเด็จพระพิทยาคม	70	60	70	200
	รวม	200	200	250	650

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ เพื่อนำไปใช้ 3 ครั้ง แล้วคัดเลือกไว้ใช้จริง 45 ข้อ

## การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ สามารถแบ่งการพัฒนาแบบทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบชนิดกาถูกผิดและเติมคำ จำนวน 1 ฉบับ 25 ข้อ เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยเนื้อหาสาระในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำปีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 มีขั้นตอน ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530)

ขั้นที่ 1.1 ขั้นวางแผน ประกอบด้วย การกำหนดจุดมุ่งหมายโดยกำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านการจัดประเภท (1.23) ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (4.20) และด้านการสังเคราะห์ (5.30)

ขั้นที่ 1.2 ขั้นเตรียมงาน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือครู และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ชนิดกาถูกผิดและเติมคำ

ขั้นที่ 1.3 ขั้นลงมือปฏิบัติ ได้เขียนข้อคำถาม โดยทำการวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ความคิดรวบยอดและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งวิเคราะห์ ดังนี้

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ประกอบด้วยเนื้อหา 3 บท ดังนี้

บทที่ 1 สถิติและข้อมูล

บทที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

บทที่ 3 การสำรวจความคิดเห็น

ขั้นที่ 1.4 สร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
1. ความหมายของสถิติ และข้อมูล	1. ความหมายของสถิติ สถิติมี 2 ความหมายคือ 1.1) สถิติ หมายถึง ตัวเลข หรือกลุ่มตัวเลขที่แสดงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง 1.2) สถิติ หมายถึง ศาสตร์ที่เป็นทั้งวิทยาศาสตร์และศิลป์ ว่าด้วยการศึกษาที่เกี่ยวกับข้อมูลซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความหมายของข้อมูล	1. เข้าใจความหมายของสถิติได้ถูกต้อง	1 ข้อ
2. ประเภทของข้อมูลตามแหล่งที่มาของข้อมูล	2. ประเภทของข้อมูล จำแนกตามแหล่งที่มาของข้อมูล มี 2 ประเภท คือ 2.1) ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม จากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งที่มาโดยตรง 2.2) ข้อมูลทุติยภูมิ คือ ข้อมูลที่ไม่ต้องเก็บรวบรวมจากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งที่มาโดยตรง แต่ได้จากข้อมูลที่มีผู้อื่นเก็บรวบรวมไว้แล้ว	2. จำแนกประเภทของข้อมูลตามแหล่งที่มาของข้อมูลได้ถูกต้อง	1 ข้อ
3. ประเภทของข้อมูลตามลักษณะของข้อมูล	3. ประเภทของข้อมูล จำแนกตามลักษณะของข้อมูล มี 2 ลักษณะ คือ 3.1) ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่ใช้แทนขนาดหรือปริมาณซึ่งวัดออกมาเป็นค่าตัวเลขที่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบขนาดได้โดยตรง 3.2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นค่าตัวเลขได้โดยตรงแต่วัดออกมาเป็นเชิงคุณภาพได้	3. จำแนกประเภทของข้อมูลตามลักษณะของข้อมูลได้ถูกต้อง	1 ข้อ
4. สถิติกับการตัดสินใจ	4. การตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ไม่สามารถใช้ข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียว จะต้องมีการวิเคราะห์ ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเสียก่อน ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วจะถูกเรียกว่าสารสนเทศหรือข่าวสาร	4. ตัดสินใจโดยใช้สารสนเทศได้ตรงตามจุดประสงค์	1 ข้อ
5. ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล	5. การเก็บรวบรวมข้อมูล หมายถึง กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมอาจประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ และเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ	5. เลือกรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิได้เหมาะสมกับจุดประสงค์	1 ข้อ

ตาราง 8 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
6. การหาค่าความถี่สะสม ความถี่สัมพัทธ์และความถี่สะสมสัมพัทธ์	<p>6. การแจกแจงความถี่ของข้อมูล มีดังนี้</p> <p>6.1 ความถี่สะสมของค่าที่เป็นไปได้ค่าใดหรืออันตรภาคชั้นใดคือผลรวมของความถี่ของค่านั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นกับความถี่ของค่าหรือของอันตรภาคชั้นที่มีช่วงคะแนนต่ำกว่าทั้งหมด (หรือสูงกว่าทั้งหมด) อย่างไม่อย่างหนึ่ง)</p> <p>ความถี่สะสม = ผลบวกของความถี่ตั้งแต่ชั้นแรกถึงชั้นสุดท้าย</p> <p>6.2 ความถี่สัมพัทธ์ของค่าที่เป็นไปได้ค่าใดหรืออันตรภาคชั้นใดคืออัตราส่วนระหว่างความถี่ของค่านั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นกับผลรวมของความถี่ทั้งหมดซึ่งอาจจะแสดงในรูปเศษส่วนทศนิยมหรือร้อยละ</p> $\text{ความถี่สัมพัทธ์} = \frac{\text{จำนวนความถี่}}{\text{จำนวนทั้งหมด}}$ <p>6.3 ความถี่สะสมสัมพัทธ์ของค่าที่เป็นไปได้ค่าใดหรืออันตรภาคชั้นใดคือ อัตราส่วนระหว่างความถี่สะสมของค่านั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นกับผลรวมของความถี่ทั้งหมดซึ่งอาจแสดงในรูปเศษส่วนทศนิยมหรือร้อยละ</p> $\text{ความถี่สะสมสัมพัทธ์} = \frac{\text{ความถี่ทั้งหมด}}{\text{จำนวนทั้งหมด}}$	6. หาค่าความถี่สะสม ความถี่สัมพัทธ์และความถี่สะสมสัมพัทธ์ได้	1 ข้อ
7. ฮิสโทแกรม	7. ฮิสโทแกรม หมายถึง แผนภูมิแท่งที่มีฐานอยู่บนแกนนอน ความกว้างของแต่ละแท่งแทนความกว้างของอันตรภาคชั้น ซึ่งมีค่าเท่ากับความสูงของแต่ละแท่ง แทนความถี่ของข้อมูลในแต่ละอันตรภาคชั้น	7. เข้าใจและหาค่าต่าง ๆ ในแผนภูมิฮิสโทแกรมได้	1 ข้อ
8. แผนภาพต้น-ใบ (Stem-and Leaf Plot หรือ Stem plot)	8. แผนภาพต้น-ใบ (Stem-and Leaf Plot หรือ Stem plot) เป็นการสร้างแผนภาพเพื่อแจกแจงความถี่และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นไปพร้อม ๆ กัน	8. เข้าใจขั้นตอนการสร้างแผนภาพต้น-ใบได้	1 ข้อ

ตาราง 8 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
9. เเปอร์เซ็นไทล์	9. เเปอร์เซ็นไทล์ คือ ข้อมูลที่นำมาเรียงจากน้อยไปมาก และแบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่า ๆ กัน จะมีชื่อเรียกว่า เเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 หรือ $P_1$ เเปอร์เซ็นไทล์ที่ 2 หรือ $P_2$ เเปอร์เซ็นไทล์ที่ 3 หรือ $P_3$ ทำนองนี้เรื่อย ๆ และเเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 หรือ $P_{99}$	9. หาค่าและตำแหน่งที่ของเเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้	3 ข้อ
10. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ (ข้อมูลเดี่ยว)	10. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ (ข้อมูลเดี่ยว) ถ้า $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N$ เป็นข้อมูล $N$ เป็นจำนวนจากประชากรและ $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$ เป็นข้อมูล $n$ เป็นจำนวนจากตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรจะได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร คือ $\mu (\text{มีว}) = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N}$ หรือ $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่างคือ	10. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ที่กำหนดให้ได้	1 ข้อ
	$\bar{X} (\text{เอ็กซ์บาร์}) = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$ หรือ $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$		
11. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักและค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม	11.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก เป็นการหาค่าเฉลี่ยที่ข้อมูลแต่ละตัวมีความสำคัญไม่เท่ากัน 11.2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมเป็นการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลหลายชุดที่หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตไว้แล้ว	11. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักและการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมได้	1 ข้อ

## ตาราง 8 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
12. มัธยฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	<p>12. มัธยฐาน คือ ค่าที่มีตำแหน่งอยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก หรือจากมากไปหาน้อย ใช้สัญลักษณ์ Med แทน มัธยฐาน ซึ่งการหามัธยฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ ดังนี้ ถ้า N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด จะได้ว่า</p> <p>มัธยฐาน คือ ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N+1}{2}</math> หรืออาจแยกว่า</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เมื่อจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคี่ มัธยฐาน = ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N+1}{2}</math></li> <li>2. เมื่อจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคู่ มัธยฐาน = ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N}{2} +</math> ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N}{2} + 1</math> ทั้งหมดหารด้วย 2</li> </ol>	12. หามัธยฐานข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ได้	1 ข้อ
13. ฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	13. ฐานนิยม คือ ค่าของข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด หรือค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด ใช้สัญลักษณ์ Mod แทน ฐานนิยม	13. หาฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ได้	1 ข้อ
14. วิธีการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล	14. การวัดค่ากลางข้อมูล ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ของการใช้ ซึ่งควรจะศึกษาถึงข้อดีและข้อเสียของค่ากลางแต่ละชนิดประกอบด้วย	14. เลือกใช้ค่ากลางข้อมูลได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ได้ถูกต้อง	1 ข้อ

## ตาราง 8 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
15. การวัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	<p>15. การวัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ที่นิยมใช้มีดังนี้</p> <p>15.1 พิสัย คือ ค่าที่ใช้วัดการกระจายผลต่างระหว่างข้อมูลที่มีค่าสูงสุดและข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด ถ้า <math>X_1, X_2, X_3, \dots, X_n</math> เป็นค่าของข้อมูลชุดหนึ่ง พิสัยของข้อมูลนี้เท่ากับ <math>X_{\max} - X_{\min}</math> เมื่อ <math>X_{\max}</math> และ <math>X_{\min}</math> เป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลนี้ ตามลำดับ</p> <p>15.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลที่ได้จากการหารากที่สองของค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าของข้อมูล แต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้นซึ่งเป็นวิธีการวัดการกระจายที่นิยมและเชื่อถือได้มากที่สุด</p> <p>15.3 ความแปรปรวน เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ยกกำลังสองซึ่งความแปรปรวนสามารถใช้วัดการกระจายของข้อมูลได้</p>	15. เข้าใจความแตกต่างของการวัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่โดยใช้พิสัย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนได้	1 ข้อ
16. เส้นโค้งความถี่ของข้อมูล	16. เส้นโค้งความถี่ของข้อมูลมี 3 ลักษณะคือเส้นโค้งปกติเส้นโค้งเบ้ทางขวา และเส้นโค้งเบ้ทางซ้ายซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่ากลางของข้อมูลได้แก่ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมนอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการกระจายของข้อมูลอีกด้วย	16. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมในกรณีเส้นโค้งของความถี่ของข้อมูลเป็นรูปเส้นโค้งปกติเส้นโค้งเบ้ทางขวา และเส้นโค้งเบ้ทางซ้ายได้	3 ข้อ
17. วิธีสำรวจความคิดเห็น	<p>17. วิธีสำรวจความคิดเห็น มี 4 ขั้นตอน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การกำหนดขอบเขตของการสำรวจ</li> <li>2. กำหนดวิธีเลือกตัวอย่าง</li> <li>3. การสร้างแบบสำรวจความคิดเห็น</li> <li>4. การประมวลผลวิเคราะห์ความคิดเห็น</li> </ol>	17. เข้าใจวิธีสำรวจความคิดเห็นได้	1 ข้อ

ตาราง 8 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
18. วิธีเลือกตัวอย่างหรือตัวแทนของกลุ่มบุคคลใช้ในการสำรวจความคิดเห็น	18. วิธีเลือกตัวอย่างหรือตัวแทนของกลุ่มบุคคลใช้ในการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ การสุ่มตัวอย่าง การเลือกตัวอย่างแบบชั้นภูมิ การเลือกตัวอย่างแบบหลายชั้น และการเลือกตัวอย่างแบบกำหนดโควตา	18. เข้าใจวิธีเลือกตัวอย่างได้ถูกต้อง	1 ข้อ
19. ลักษณะแบบสำรวจความคิดเห็นที่ดี	19. แบบสำรวจความคิดเห็นที่ดี ควรมีลักษณะต่างที่สำคัญ ดังนี้ 1. แบบสำรวจควรประกอบด้วย 3 ส่วนเป็นอย่างน้อยคือ ส่วนที่ 1 ลักษณะของผู้ตอบเช่นเพศอายุระดับการศึกษาอาชีพ ฯลฯ ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบในเรื่องที่ทำการสำรวจ ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของผู้ตอบเกี่ยวกับเรื่อง ที่ทำการสำรวจ 2. จำนวนคำถามไม่ควรมีมากเกินไปเพราะจะทำให้ผู้ตอบร่วมมือในการตอบคำถามน้อยลง 3. คำถามที่ถามในเรื่องที่สำรวจจะต้องไม่เป็นคำถามนำหรือคำถามชักนำเพื่อให้ได้คำตอบตามที่ผู้สำรวจต้องการ 4. ผู้ตอบแบบสำรวจควรมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ทำการสำรวจเป็นอย่างดี	19. เข้าใจลักษณะแบบสำรวจความคิดเห็นที่ดีได้ถูกต้อง	1 ข้อ
20. การประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจความคิดเห็น	20. การประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจความคิดเห็นโดยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วย 1. ร้อยละของผู้ตอบแบบสำรวจความคิดเห็นในแต่ละด้านที่เกี่ยวข้อง 2. ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย โดยแทนค่าระดับความคิดเห็นในแต่ละด้านของผู้ตอบแต่ละคน	20. สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ความคิดเห็นได้	1 ข้อ
21. การนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้	21. การนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้ประโยชน์ เช่น ปรับปรุงแก้ไขวิธีการปฏิบัติงานหรือวิธีดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและตรงตามความต้องการกำหนดกลยุทธ์ ทิศทางขององค์กร โครงการต่าง ๆ ช่วยในการตัดสินใจดำเนินการต่อไป	21. บอกวิธีนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้ประโยชน์ได้	1 ข้อ
รวม			25 ข้อ

จากขั้นที่ 1.4 นี้ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เป็นแบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิดให้เติมคำตอบถูกหรือผิด จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 25 ข้อ โดยวัดพฤติกรรม 3 ด้าน ทั้งนี้ เพื่อใช้วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนที่ผิดพลาด หรือ คลาดเคลื่อน เพื่อนำไปใช้เป็นตัวเลือกในแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ ต่อไป

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 2.1 การตรวจสอบความตรงก่อนการทดลองใช้เป็นการตรวจสอบว่าคำถาม ที่ผู้วิจัยเขียนนั้นมีความถูกต้อง ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้เสนอคำถาม ปลายเปิดให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านมาพิจารณา แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1. อาจารย์ ดร.รัชณีเพ็ญ พลเยี่ยม รองคณบดีวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา
2. อาจารย์พิศมชนก ยันตะบุศย์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกุณินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา
3. อาจารย์วันเพ็ญ ศรีหรั่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 35 (คำกั้ง) จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา
4. อาจารย์ณัฐชา แก้วเนตรครูชำนาญการ โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
5. อาจารย์ศิริณกาญจน์ ภูมิรัง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2.2 การปรับปรุงแก้ไขฉบับก่อนทดลองใช้โดยผู้วิจัยนำผลจากผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งเหมาะสมกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าเฉลี่ย คัดเลือก ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ผลปรากฏว่าได้แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด 1 ฉบับ เข้าเกณฑ์ 25 ข้อ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้เครื่องมือแบบทดสอบคำถามปลายเปิดที่ผ่านการปรับปรุง แล้วไปทดลองใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยนำคำถามปลายเปิด ที่พัฒนาขึ้น ไปให้นักเรียนพิจารณา โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน จากโรงเรียนบัวขาว อำเภอกุณินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยนำข้อเขียนซึ่งเป็นคำตอบของนักเรียนจากการตอบคำถามแบบทดสอบ คำถามปลายเปิด มาวิเคราะห์ โดยทำการรวมคำตอบที่มีลักษณะคล้ายกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นนำคำตอบของกลุ่มที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดหรือคำตอบที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนมาใช้ ในการสร้างตัวเลือก เพื่อพัฒนาเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 75 ข้อ ในขั้นตอน ต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ชนิดแบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 75 ข้อ เพื่อต้องการใช้จริง 45 ข้อ การสร้างได้จำแนกตามการวัดพฤติกรรมด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยยึด

ตามการจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูมและคณะ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560) ประกอบด้วย ด้านการจัดประเภท (1.23) ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (4.20) และด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (5.30) ซึ่งมีขั้นตอนตามกระบวนการและพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2555)

5.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำปีภาคเรียนที่ 2

5.2 แบ่งเนื้อหาสาระทั้งหมดเป็น 3 บท ดังนี้

บทที่ 1 สถิติและข้อมูล

บทที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

บทที่ 3 การสำรวจความคิดเห็น

ผู้วิจัยได้ใช้ทั้ง 3 บท นำมาสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำแนกตามพฤติกรรมพุทธิพิสัย 3 ด้าน ประกอบด้วยด้านการจัดประเภท ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้

5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ประจำบทที่ 1-3 เรื่อง สถิติและข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และการสำรวจความคิดเห็น โดยแบ่งเป็นชื่อเรื่องย่อยประจำบท

5.4 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบจากตำราการวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

5.5 กำหนดจำนวนข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่เขียนทั้งหมด 75 ข้อ ทั้งนี้จะพิจารณาตัวเลือกจากการวิเคราะห์ตอนที่ 1 แล้วทำการเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง และจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ ครอบคลุมการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
1. ความหมายของสถิติและข้อมูล	1. ความหมายของสถิติ สถิติมี 2 ความหมาย คือ 1.1) สถิติ หมายถึง ตัวเลข หรือกลุ่มตัวเลขที่แสดงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง 1.2) สถิติ หมายถึง ศาสตร์ที่เป็นทั้งวิทยาศาสตร์และศิลป์ ว่าด้วยการศึกษาที่เกี่ยวกับข้อมูลซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความหมายของข้อมูล	1. เข้าใจความหมายของสถิติได้ถูกต้อง	3 ข้อ

## ตาราง 9 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
2. ประเภทของข้อมูลตามแหล่งที่มาของข้อมูล	2. ประเภทของข้อมูล จำแนกตามแหล่งที่มาของข้อมูล มี 2 ประเภท คือ 2.1) ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งที่มาโดยตรง 2.2) ข้อมูลทุติยภูมิ คือ ข้อมูลที่ไม่ต้องเก็บรวบรวมจากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งที่มาโดยตรง แต่ได้จากข้อมูลที่มีผู้อื่นเก็บรวบรวมไว้แล้ว	2. จำแนกประเภทของข้อมูลตามแหล่งที่มาของข้อมูลได้ถูกต้อง	3 ข้อ
3. ประเภทของข้อมูลตามลักษณะของข้อมูล	3. ประเภทของข้อมูล จำแนกตามลักษณะของข้อมูล มี 2 ลักษณะ คือ 3.1) ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่ใช้แทนขนาดหรือปริมาณซึ่งวัดออกมาเป็นค่าตัวเลขที่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบขนาดได้โดยตรง 3.2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นค่าตัวเลขได้โดยตรงแต่วัดออกมาเป็นเชิงคุณภาพได้	3. จำแนกประเภทของข้อมูลตามลักษณะของข้อมูลได้ถูกต้อง	3 ข้อ
4. สถิติกับการตัดสินใจ	4. การตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ไม่สามารถใช้ข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียว จะต้องมีการวิเคราะห์ ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเสียก่อน ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วจะถูก เรียกว่าสารสนเทศหรือข่าวสาร	4. ตัดสินใจโดยใช้สารสนเทศได้ตรงตามจุดประสงค์	3 ข้อ
5. ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล	5. การเก็บรวบรวมข้อมูล หมายถึง กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมอาจประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ และเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ	5. เลือกวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิได้เหมาะสมกับจุดประสงค์	3 ข้อ
6. ความถี่สะสม	6. ความถี่สะสมของค่าที่เป็นไปได้ค่าใดหรืออันตรภาคชั้นใดคือผลรวมของความถี่ของค่านั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นกับความถี่ของค่าหรือของอันตรภาคชั้นที่มีช่วงคะแนนต่ำกว่าทั้งหมด (หรือสูงกว่าทั้งหมดอย่างใดอย่างหนึ่ง)  ความถี่สะสม = ผลบวกของความถี่ตั้งแต่ชั้นแรกถึงชั้นสุดท้าย	6. หาค่าความถี่สะสมได้	2 ข้อ
7. ความถี่สัมพัทธ์	7. ความถี่สัมพัทธ์ของค่าที่เป็นไปได้ค่าใดหรืออันตรภาคชั้นใดคืออัตราส่วนระหว่างความถี่ของค่านั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นกับผลรวมของความถี่ทั้งหมดซึ่งอาจจะแสดงในรูปเศษส่วนทศนิยมหรือร้อยละ  $\text{ความถี่สัมพัทธ์} = \frac{\text{จำนวนความถี่}}{\text{จำนวนทั้งหมด}}$	7. หาค่าความถี่สัมพัทธ์ ได้	2 ข้อ

ตาราง 9 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
8. ความถี่สะสมสัมพัทธ์	8. ความถี่สะสมสัมพัทธ์ของค่าที่เป็นไปได้ค่าใดหรืออันตรภาคชั้นใดคือ อัตราส่วนระหว่างความถี่สะสมของค่านั้นหรือของอันตรภาคชั้นนั้นกับผลรวมของความถี่ทั้งหมดซึ่งอาจแสดงในรูปเศษส่วนทศนิยมหรือร้อยละ  $\text{ความถี่สะสมสัมพัทธ์} = \frac{\text{ความถี่สะสม}}{\text{จำนวนทั้งหมด}}$	8. หาค่าความถี่สะสมสัมพัทธ์	2 ข้อ
9. ฮิสโทแกรม	9. ฮิสโทแกรม หมายถึง แผนภูมิแท่งที่มีฐานอยู่บนแกนนอน ความกว้างของแต่ละแท่งแทนความกว้างของอันตรภาคชั้น ซึ่งมีค่าเท่ากับ ความสูงของแต่ละแท่ง แทนความถี่ของข้อมูลในแต่ละอันตรภาคชั้น	9. เข้าใจและหาค่าต่าง ๆ ในแผนภูมิฮิสโทแกรมได้	3 ข้อ
10. แผนภาพต้น-ใบ (Stem-and Leaf Plot หรือ Stem plot หรือ Stem plot)	10. แผนภาพต้น-ใบ (Stem-and Leaf Plot หรือ Stem plot) เป็นการสร้างแผนภาพเพื่อแจกแจงความถี่และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นไปพร้อม ๆ กัน	10. เข้าใจและหาค่าต่าง ๆ จากแผนภาพต้น-ใบได้	6 ข้อ
11. เปอร์เซ็นไทล์	11. เปอร์เซ็นไทล์ คือ ข้อมูลที่นำมาเรียงจากน้อยไปมาก และแบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่า ๆ กัน จะมีชื่อเรียกว่า เปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 หรือ $P_1$ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 2 หรือ $P_2$ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 3 หรือ $P_3$ ทำนองนี้เรื่อย ๆ และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 หรือ $P_{99}$	11. หาค่าและตำแหน่งที่ของ เปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้	6 ข้อ
12. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ (ข้อมูลเดี่ยว)	12. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ (ข้อมูลเดี่ยว) ถ้า $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N$ เป็นข้อมูล N เป็นจำนวนจากประชากร และ $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$ เป็นข้อมูล n เป็นจำนวนจากตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรจะได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากรคือ  $\mu \text{ (มีว)} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} \text{ หรือ}$	12. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ที่กำหนดให้ได้	3 ข้อ

## ตาราง 9 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
	$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ <p>และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง คือ</p> $\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$ <p>หรือ <math display="block">\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}</math></p>		
13. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก	13. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก เป็นการหาค่าเฉลี่ยที่ข้อมูลแต่ละตัวมีความสำคัญไม่เท่ากัน	13. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักได้	2 ข้อ
14. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม	14. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมเป็นการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลหลายชุดที่หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตไว้แล้ว	14. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมได้	1 ข้อ
15. มัธยฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	<p>15. มัธยฐาน คือ ค่าที่มีตำแหน่งอยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก หรือจากมากไปหาน้อย ใช้สัญลักษณ์ Med แทนมัธยฐาน ซึ่งการหามัธยฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ ดังนี้</p> <p>ถ้า N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด จะได้ว่า</p> <p>มัธยฐาน คือ ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N+1}{2}</math> หรืออาจแยกว่า</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เมื่อจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคี่ มัธยฐาน = ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N+1}{2}</math></li> <li>เมื่อจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคู่</li> </ol> <p>มัธยฐาน = ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N}{2} +</math> ข้อมูลตำแหน่งที่ <math>\frac{N}{2} + 1</math> ทั้งหมดหารด้วย 2</p>	15. หามัธยฐานข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ได้	3 ข้อ
16. ฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	16. ฐานนิยม คือ ค่าของข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด หรือค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด ใช้สัญลักษณ์ Mod แทน ฐานนิยม	16. หาฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ได้	3 ข้อ

ตาราง 9 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
17. วิธีการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล	17. การวัดค่ากลางข้อมูล ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ของการใช้ ซึ่งควรจะศึกษาถึงข้อดี และข้อเสียของค่ากลางแต่ละชนิดประกอบด้วย	17. เลือกใช้ค่ากลางข้อมูลได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ได้ถูกต้อง	5 ข้อ
18. การวัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	18. การวัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ที่นิยมใช้มีดังนี้ 18.1 พิสัย คือ ค่าที่ใช้วัดการกระจายผลต่างระหว่างข้อมูลที่มีค่าสูงสุดและข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด ถ้า $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ เป็นค่าของข้อมูลชุดหนึ่ง พิสัยของข้อมูลนี้เท่ากับ $X_{\max} - X_{\min}$ เมื่อ $X_{\max}$ และ $X_{\min}$ เป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลนี้ ตามลำดับ 18.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลที่ได้จากการหารากที่สองของค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าของข้อมูล แต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้นซึ่งเป็นวิธีการวัดการกระจายที่นิยมและเชื่อถือได้มากที่สุด 18.3 ความแปรปรวน เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสองซึ่งความแปรปรวนสามารถใช้วัดการกระจายของข้อมูลได้	18. เข้าใจความแตกต่างของการวัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่โดยใช้พิสัย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนได้	4 ข้อ
19. เส้นโค้งความถี่ของข้อมูล	19. เส้นโค้งความถี่ของข้อมูลมี 3 ลักษณะคือเส้นโค้งปกติ เส้นโค้งเบ้ทางขวา และเส้นโค้งเบ้ทางซ้ายซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่ากลางของข้อมูลได้แก่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมัธยฐาน และฐานนิยมนอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการกระจายของข้อมูลอีกด้วย	19. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม ในกรณีเส้นโค้งของความถี่ของข้อมูลเป็นรูปเส้นโค้งปกติ เส้นโค้งเบ้ทางขวาและเส้นโค้งเบ้ทางซ้ายได้	3 ข้อ

ตาราง 9 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
20. วิธีสำรวจความคิดเห็น	20. วิธีสำรวจความคิดเห็น มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การกำหนดขอบเขตของการสำรวจ 2. กำหนดวิธีเลือกตัวอย่าง 3. การสร้างแบบสำรวจความคิดเห็น 4. การประมวลผลวิเคราะห์ความคิดเห็น	20. เข้าใจวิธีสำรวจความคิดเห็นอย่างง่ายได้	3 ข้อ
21. วิธีเลือกตัวอย่างหรือตัวแทนของกลุ่มบุคคลใช้ในการสำรวจความคิดเห็น	21. วิธีเลือกตัวอย่างหรือตัวแทนของกลุ่มบุคคลใช้ในการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือการสุ่มตัวอย่าง การเลือกตัวอย่างแบบชั้นภูมิ การเลือกตัวอย่างแบบหลายชั้น และการเลือกตัวอย่างแบบกำหนดโควตา	21. เข้าใจวิธีเลือกตัวอย่างได้ถูกต้อง	3 ข้อ
22. ลักษณะแบบสำรวจความคิดเห็นที่ดี	22. แบบสำรวจความคิดเห็นที่ดี ควรมีลักษณะต่างที่สำคัญ ดังนี้ 1. แบบสำรวจควรประกอบด้วย 3 ส่วนเป็นอย่างน้อยคือ ส่วนที่ 1 ลักษณะของผู้ตอบเช่นเพศอายุระดับการศึกษา อาชีพ ฯลฯ ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบในเรื่องที่ทำการสำรวจ ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของผู้ตอบเกี่ยวกับเรื่องที่ทำ การสำรวจ 2. จำนวนคำถามไม่ควรมีมากเกินไปเพราะจะทำให้ผู้ตอบร่วมมือในการตอบคำถามน้อยลง 3. คำถามที่ถามในเรื่องที่สำรวจจะต้องไม่เป็นคำถามนำหรือคำถามชักนำเพื่อให้ได้คำตอบตามที่ผู้สำรวจต้องการ 4. ผู้ตอบแบบสำรวจควรจะมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ทำการสำรวจเป็นอย่างดี	22. เข้าใจลักษณะแบบสำรวจความคิดเห็นที่ดีได้ถูกต้อง	3 ข้อ

พูนุ ปณุกิตโต ชิว

## ตาราง 9 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
23. การประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจความคิดเห็น	23. การประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจความคิดเห็น โดยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วย 1. ร้อยละของผู้ตอบแบบสำรวจความคิดเห็นในแต่ละด้านที่เกี่ยวข้อง 2. ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย โดยแทนค่าระดับความคิดเห็นในแต่ละด้านของผู้ตอบแต่ละคน	23. สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ความคิดเห็นได้	4 ข้อ
24. การนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้ประโยชน์	24. การนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้ประโยชน์ เช่น ปรับปรุงแก้ไขวิธีการปฏิบัติงานหรือวิธีดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและตรงตามความต้องการกำหนดกลยุทธ์ ทิศทางขององค์กร โครงการต่าง ๆ ช่วยในการตัดสินใจดำเนินการต่อไป	24. บอกวิธีนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้ประโยชน์ได้	2 ข้อ
รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด			75 ข้อ

5.6 สร้างแบบทดสอบ ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในข้อ 5 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 75 ข้อ

5.7 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตามการสร้างในขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าเฉลี่ย คัดเลือกค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00

5.8 ทดลองใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จะใช้กับกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 200 คน เพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ที่เข้าเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และ 0.20 ถึง 1.00 ตามลำดับ ตัวลวงของค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อ ซึ่งจะใช้ข้อที่เข้าเกณฑ์ตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.50

5.8.1 การทดลองครั้งที่ 1 จากข้อสอบ จำนวน 75 ข้อ เพื่อคัดเลือกข้อที่เข้าเกณฑ์ไปทดลองใช้ในครั้งที่ 2 จำนวน 60 ข้อ

5.8.2 การทดลองครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือกข้อที่เข้าเกณฑ์ไปทดลองใช้ในครั้งที่ 3 จำนวน 45 ข้อ

5.8.3 การทดลองครั้งที่ 3 ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 250 คน เพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อเช่นเดิม และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ด้วยตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน คือ ใช้สูตร K-R20

### ขั้นที่ 6 การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ 3 จำนวน 250 คน ไปหาคะแนน T ปกติ (Normalized T- score) ซึ่งอาศัยการหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) และทำการขยายคะแนนที่ปกติ โดยอาศัยสมการพยากรณ์ด้วย ( $T_c = bx + a$ ) (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 1 ฉบับ 45 ข้อ พร้อมคู่มือการใช้แบบทดสอบ

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ถึงผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลไปติดต่อขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง สำหรับกำหนดเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. เตรียมแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในช่วงเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2562
4. เริ่มดำเนินการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชนิดกาถูกผิดและเติมคำ จำนวน 1 ฉบับ 25 ข้อ แยกตามจุดประสงค์การเรียนรู้และจำแนกตามการวัดพฤติกรรมพุทธิพิสัย 3 ด้าน ประกอบด้วยด้านการจัดประเภท ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ในเรื่อง สถิติและข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และการสำรวจความคิดเห็นแล้วนำคำตอบมาวิเคราะห์เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ เพื่อนำไปทดลอง 3 ครั้ง
5. ดำเนินการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ดังนี้
  - 5.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 75 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 200 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่เข้าเกณฑ์ จำนวน 60 ข้อ เพื่อนำไปทดลองครั้งที่ 2
  - 5.2 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 จำนวน 200 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อแล้วคัดเลือกข้อคำถามที่เข้าเกณฑ์ จำนวน 45 ข้อ เพื่อนำไปทดลองครั้งที่ 3
  - 5.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 จำนวน 45 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 จำนวน 250 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณภาพทั้งเป็นรายข้อและทั้งฉบับและสร้างเกณฑ์ปกติ

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้น ได้มาจากการพิจารณา ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน
2. ความยากของข้อสอบรายข้อแบบทุกตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ เรื่อง สถิติและข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เบื้องต้นและการสำรวจความคิดเห็น
3. อำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อแบบทุกตัวเลือกของแบบทดสอบความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ เรื่อง สถิติและข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เบื้องต้น และการสำรวจความคิดเห็น
4. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20
5. เกณฑ์ปกติ โดยการนำคะแนนจากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ไปแปลงเป็น คะแนน T ปกติ (normalized T- score) โดยอาศัยการหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) และ ทำการขยายคะแนนที่ปกติ ด้วยอาศัยสมการพหุคูณ

ส่วนการแปลความหมายของคะแนนที่ปกติ มีเกณฑ์ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

คะแนน T ปกติ	ความหมาย
$T_{65}$ ขึ้นไป	สูงมาก
$T_{55} - T_{65}$	สูง
$T_{45} - T_{55}$	พอใช้
T เท่ากับ 50	ปานกลาง
$T_{35} - T_{45}$	ต่ำ
$T_{35}$	ควรได้รับการปรับปรุง

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ตามหลักการประเมินแบบอิงกลุ่ม ซึ่งมีดังนี้
  - 1.1 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อแบบทุกตัวเลือก โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$p = \frac{H+L}{2N}$$

สำหรับตัวถูก  $p$  แทน ค่าความยากของข้อสอบ  
 $H$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก  
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง  
 สำหรับตัวลวง p แทน ค่าความยากของข้อสอบ  
 H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบตัวลวงในแต่ละข้อ  
 L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบตัวลวงในแต่ละข้อ  
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

1.2 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อแบบทุกตัวเลือก โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$r = \frac{H - L}{N} \quad (\text{ตัวถูก})$$

$$r = \frac{L - H}{N} \quad (\text{ตัวลวง})$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก  
 L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

1.3 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ ใช้วิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การหาความคงที่ภายใน ซึ่งแบบทดสอบฉบับเดียวดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียว และเป็นประเภทตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มีสูตรคำนวณ คือ  $KR - 20$  โดยข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ คือ วัตถุประสงค์ลักษณะเดียวกัน และมีความยากใกล้เคียงกัน โดยมีสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 p แทน อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น  
 q แทน อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น  
 $S^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ซึ่ง ความแปรปรวน หาได้จากสูตร ดังนี้

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ N แทน จำนวนนักเรียนที่สอบ  
X แทน คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน

## 2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน  
N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
X แทน คะแนนของแต่ละคน  
 $X^2$  แทน คะแนนของแต่ละคนยกกำลังสอง  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนทุกคน  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง  
N แทน จำนวนคนทั้งหมด

## 3. สถิติที่ใช้ในการหาค่าเกณฑ์ปกติ

3.1 หาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank : PR) และแปลงเป็นคะแนน T ปกติ โดยนำไปเทียบกับตารางสำเร็จรูป ใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$PR = (cf + \frac{1}{2}f) \times \frac{100}{N}$$

เมื่อ	PR	แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
	Cf	แทน ความถี่แต่ละช่วงคะแนน
	f	แทน ความถี่สะสม
	N	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การขยายคะแนน T ปกติ (Normalized T-score) โดยอาศัยสมการพยากรณ์  
ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$T_c = bX + a$$

$$\text{เมื่อ } b = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$\text{และ } a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

พยากรณ์

$T_c$	แทน คะแนนเกณฑ์ (คะแนน T ปกติที่ปรับแก้) ของคะแนนสอบ
a	แทน Y - intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)
b	แทน (ความชันของเส้นตรง) ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือการ
X	แทน คะแนนพยากรณ์ (คะแนนสอบ)
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ
Y	แทน คะแนน T ปกติ
$\bar{Y}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน T ปกติ
N	แทน จำนวนคู่อันดับระหว่างคะแนนดิบ (X) กับคะแนน T ปกติ (Y)

พหุ ประถมศึกษา

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังเสนอผลตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$SE_{meas}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
$r_{tt}$	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
T	แทน	คะแนนที่ปกติ

### ลำดับในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ผลการหาคุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ
  - 2.1 ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อจากการทดลองสอบครั้งที่ 1
  - 2.2 ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อจากการทดลองสอบครั้งที่ 2
  - 2.3 ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อและค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับจากการทดลองสอบครั้งที่ 3
3. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. ผลการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน ๆ ละ 25 ข้อ ได้แก่ ด้านการจัดประเภท ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องพบว่า ได้ข้อสอบเข้าเกณฑ์ทุกข้อมีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 จึงสามารถนำข้อสอบทั้ง 75 ข้อ ไปทดลอง 3 ครั้ง เพื่อหาคุณภาพเป็นรายข้อและทั้งฉบับต่อไป

### 2. ผลการหาคุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ แยกกล่าวได้ดังนี้

#### 2.1 ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อจากการทดลองสอบครั้งที่ 1

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 75 ข้อ ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและแก้ไขแล้ว ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 200 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่ค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก รายข้อ ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองสอบครั้งที่ 1

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
1	0.56	0.35	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
2	0.57	0.37	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
3	0.26	0.30	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
4	0.29	0.25	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
5	0.37	0.36	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
6	0.34	0.23	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
7	0.28	0.34	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
8	0.56	0.25	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
9	0.27	0.22	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
10	0.41	0.27	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
11	0.80	0.28	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
12	0.23	0.26	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
13	0.28	0.23	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
14	0.56	0.24	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
15	0.60	0.22	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
16	0.65	0.38	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
17	0.39	0.31	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
18	0.52	0.27	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
19	0.30	0.47	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
20	0.40	0.31	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
21	0.52	0.23	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
22	0.50	0.03	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
23	0.55	0.19	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
24	0.42	0.33	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
25	0.28	0.20	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
26	0.49	0.63	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
27	0.52	0.52	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
28	0.35	-0.03	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
29*	0.31	0.20	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
30	0.33	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
31	0.37	0.23	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
32	0.38	0.31	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
33	0.27	0.14	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
34	0.20	0.18	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
35	0.32	0.36	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
36	0.47	0.29	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
37	0.42	0.44	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
38	0.46	0.66	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
39	0.43	0.60	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
40	0.51	0.47	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
41	0.28	0.37	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
42	0.39	0.24	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
43	0.52	0.49	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
44	0.20	0.09	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
45	0.18	0.06	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
46	0.46	0.42	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
47	0.38	0.29	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
48	0.40	0.47	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
49	0.62	0.36	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
50*	0.25	0.20	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
51	0.19	0.07	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
52	0.57	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
53	0.57	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
54	0.42	0.26	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
55	0.26	0.25	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
56	0.38	0.28	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
57	0.34	0.26	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
58	0.39	0.06	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
59	0.40	0.01	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
60	0.48	0.22	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
61	0.28	0.10	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
62	0.28	0.42	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
63	0.28	0.12	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
64	0.48	0.42	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
65	0.30	0.28	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
66	0.40	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
67	0.29	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
68	0.39	0.49	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
69	0.29	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
70	0.26	0.25	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
71	0.18	0.15	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
72	0.35	0.35	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
73	0.22	0.22	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
74	0.28	0.28	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
75	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

\* เป็นข้อสอบที่เข้าเกณฑ์แต่ตัดออก

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 75 ข้อ มีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 62 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 60 ข้อ มีค่าความยากรายข้อ (p) ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.66

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบจากการทดลองสอบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 60 ข้อ เพื่อนำไปทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

## 2.2 ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อจากการทดลองสอบครั้งที่ 2

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ทดลองสอบครั้งที่ 1 ซึ่งเหลือ จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 200 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อโดยใช้เกณฑ์เดิม ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองสอบครั้งที่ 2

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
1	0.64	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
2	0.63	0.35	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
3	0.35	0.69	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
4	0.43	0.64	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
5	0.35	0.53	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
6	0.36	0.61	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
7	0.33	0.50	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
8	0.29	0.65	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
9	0.40	0.58	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
10	0.50	0.58	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
11*	0.23	0.71	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
12	0.38	0.64	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
13	0.32	0.67	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
14	0.28	0.55	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
15*	0.27	0.66	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
16	0.29	0.68	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
17	0.47	0.48	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
18	0.58	0.39	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
19	0.33	0.49	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
20*	0.28	0.49	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
21	0.31	0.56	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
22*	0.28	0.61	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
23*	0.28	0.60	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
24	0.52	0.36	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
25	0.36	0.84	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
26	0.34	0.80	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
27	0.59	0.62	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
28	0.43	0.75	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
29	0.47	0.66	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
30	0.43	0.70	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
31	0.38	0.33	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
32	0.43	0.50	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
33	0.29	0.45	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
34	0.37	0.38	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
35	0.32	0.36	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
36	0.37	0.37	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
37	0.37	0.27	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
38	0.29	0.39	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
39	0.20	0.11	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
40	0.16	0.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
41	0.29	0.34	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
42	0.30	0.10	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
43	0.24	0.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
44	0.58	0.29	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
45	0.47	0.40	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
46	0.30	0.24	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
47	0.41	0.25	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
48*	0.22	0.30	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
49	0.62	0.39	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
50*	0.23	0.37	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
51*	0.20	0.25	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
52	0.57	0.27	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
53	0.38	0.41	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
54*	0.26	0.30	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
55	0.34	0.14	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
56	0.28	0.45	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
57	0.34	0.52	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
58*	0.23	0.28	ผ่านเกณฑ์	ตัดออก
59	0.37	0.60	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
60	0.35	0.46	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

\* เป็นข้อสอบที่เข้าเกณฑ์แต่ตัดออก

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ มีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 55 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 45 ข้อ เพื่อนำไปทดลองครั้งที่ 3 มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.64 และอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.84

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบจากการทดลองสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 45 ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบ 3 ด้าน ๆ ละ 15 ข้อ เพื่อนำไปทดลองครั้งที่ 3 ต่อไป

2.3 ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อและค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับจากการทดลองสอบครั้งที่ 3

แยกกล่าวได้ดังนี้

2.3.1 ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ทดลองสอบครั้งที่ 2 ซึ่งเหลือ จำนวน 45 ข้อ ไปทดลองสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อโดยใช้เกณฑ์เดิม ผลปรากฏดังตาราง 12

พูน ปณ ทิโต ชิว

ตาราง 12 ความยากและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองสอบครั้งที่ 3

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
1	0.55	0.40	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
2	0.52	0.65	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
3	0.71	0.49	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
4	0.44	0.53	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
5	0.60	0.42	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
6	0.74	0.42	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
7	0.72	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
8	0.41	0.36	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
9	0.72	0.29	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
10	0.61	0.45	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
11	0.73	0.32	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
12	0.50	0.47	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
13	0.52	0.52	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
14	0.39	0.37	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
15	0.79	0.45	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
16	0.66	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
17	0.74	0.48	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
18	0.61	0.42	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
19	0.80	0.40	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
20	0.58	0.40	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
21	0.57	0.61	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
22	0.65	0.43	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
23	0.79	0.52	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
24	0.64	0.52	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
25	0.64	0.55	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
26	0.41	0.52	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	สรุปผล
27	0.72	0.45	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
28	0.41	0.55	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
29	0.51	0.55	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
30	0.66	0.37	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
31	0.45	0.39	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
32	0.76	0.23	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
33	0.74	0.29	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
34	0.62	0.42	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
35	0.34	0.47	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
36	0.60	0.36	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
37	0.78	0.22	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
38	0.54	0.62	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
39	0.40	0.56	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
40	0.43	0.61	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
41	0.63	0.53	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
42	0.59	0.52	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
43	0.80	0.27	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
44	0.61	0.46	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้
45	0.58	0.55	ผ่านเกณฑ์	ตัดไว้

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ พบว่า ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.65

### 2.3.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ผลจากการทดสอบครั้งที่ 3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบ จำนวน 45 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 250 คน นอกจากจะหาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อแล้ว ยังนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วย ผลปรากฏดังตาราง 13

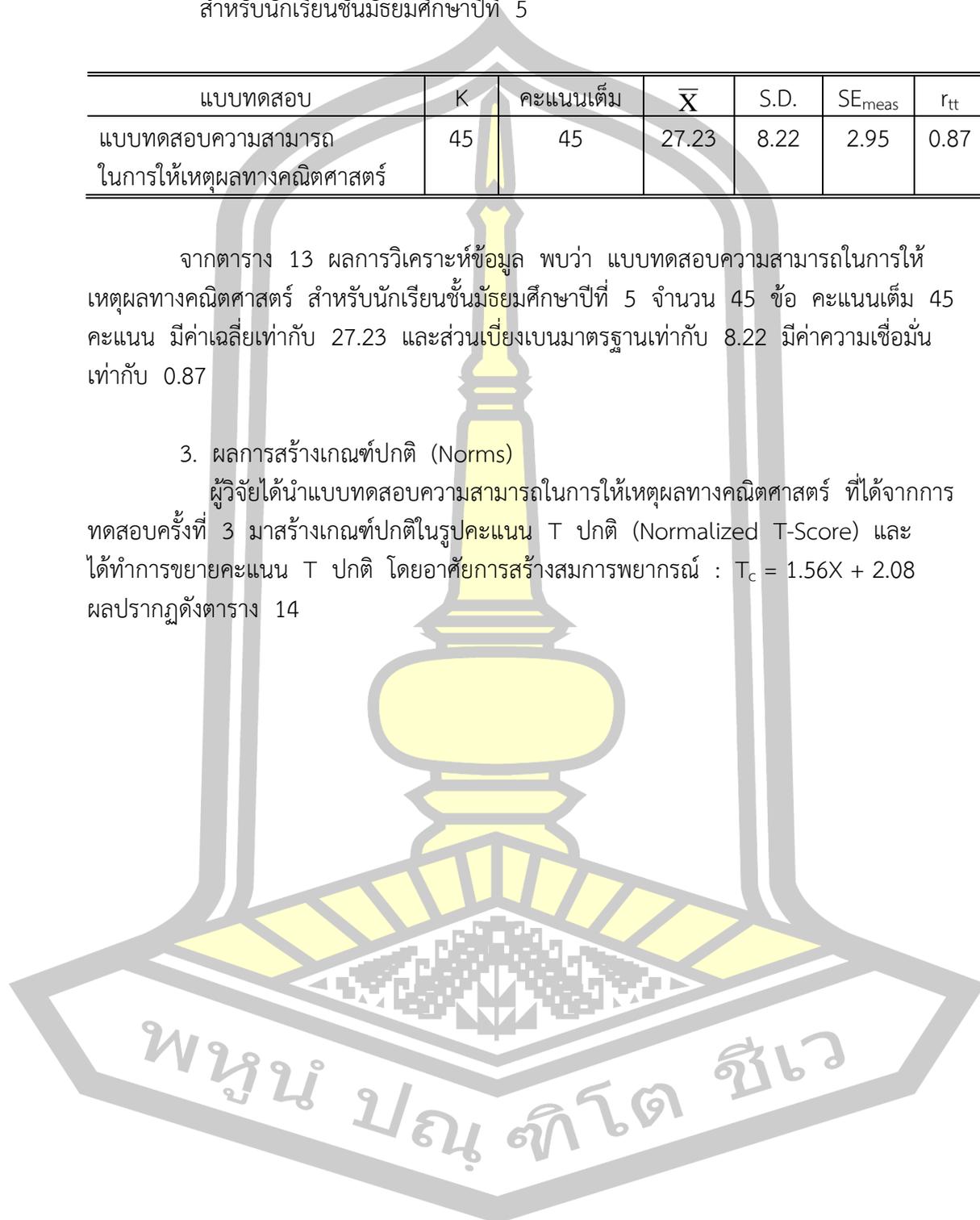
ตาราง 13 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบทดสอบ	K	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	SE <sub>meas</sub>	r <sub>tt</sub>
แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	45	45	27.23	8.22	2.95	0.87

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 ข้อ คะแนนเต็ม 45 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.22 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

### 3. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 3 มาสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) และได้ทำการขยายคะแนน T ปกติ โดยอาศัยการสร้างสมการพยากรณ์ :  $T_c = 1.56X + 2.08$  ผลปรากฏดังตาราง 14



ตาราง 14 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	ความหมาย	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	ความหมาย
45	72*	สูงมาก	20	33	ควรได้รับการปรับปรุง
44	71*	สูงมาก	19	32	ควรได้รับการปรับปรุง
43	70*	สูงมาก	18	30	ควรได้รับการปรับปรุง
42	68	สูงมาก	17	29	ควรได้รับการปรับปรุง
41	66	สูงมาก	16	27	ควรได้รับการปรับปรุง
40	65	สูงมาก	15	25	ควรได้รับการปรับปรุง
39	63	สูง	14	24	ควรได้รับการปรับปรุง
38	61	สูง	13	22	ควรได้รับการปรับปรุง
37	60	สูง	12	21	ควรได้รับการปรับปรุง
36	58	สูง	11	19	ควรได้รับการปรับปรุง
35	57	สูง	10	18	ควรได้รับการปรับปรุง
34	55	สูง	9	17	ควรได้รับการปรับปรุง
33	54	พอใช้	8	15	ควรได้รับการปรับปรุง
32	52	พอใช้	7	13	ควรได้รับการปรับปรุง
31	50	ปานกลาง	6	11*	ควรได้รับการปรับปรุง
30	49	พอใช้	5	10*	ควรได้รับการปรับปรุง
29	47	พอใช้	4	8*	ควรได้รับการปรับปรุง
28	46	พอใช้	3	7*	ควรได้รับการปรับปรุง
27	44	ต่ำ	2	5*	ควรได้รับการปรับปรุง
26	43	ต่ำ	1	4*	ควรได้รับการปรับปรุง
25	41	ต่ำ			
24	40	ต่ำ			
23	38	ต่ำ			
22	36	ต่ำ			
21	35	ต่ำ			

\*คะแนนที-ปกติ ส่วนที่ทำการขยายด้วยสมการพยากรณ์

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ มีคะแนนดิบ ตั้งแต่ 7 คะแนน ถึง 42 คะแนน และคะแนน T ปกติ มีค่าตั้งแต่  $T_{13}$  ถึง  $T_{68}$  และทำการขยายคะแนนที - ปกติ เพื่อให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน โดยใช้สมการเส้นตรง  $T_c = 1.56X + 2.08$  ผลการขยาย T ปกติ ส่วนแรกขยายจาก 43 - 45 คะแนน ได้  $T_c$  ตั้งแต่  $T_{70}$  ถึง  $T_{72}$  และส่วนที่สองขยายจาก 1 - 6 คะแนน ได้  $T_c$  ตั้งแต่  $T_4$  ถึง  $T_{11}$

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเรื่องความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น
3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

#### สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ 75 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องพบว่า ได้ข้อสอบเข้าเกณฑ์ทุกข้อมีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 จึงสามารถนำข้อสอบทั้ง 75 ข้อ ไปทดลอง 3 ครั้ง เพื่อหาคุณภาพเป็นรายข้อและทั้งฉบับต่อไป
  2. การหาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ
    - 2.1 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อจากการทดลอง 3 ครั้ง ผลเป็นดังนี้

2.1.1 การทดลองครั้งที่ 1 แบบทดสอบ จำนวน 75 ข้อ มีข้อเข้าเกณฑ์ 62 ข้อ จึงคัดเหลือให้เหลือ 60 ข้อ ตามต้องการ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.66

2.1.2 การทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบ จำนวน 60 ข้อ มีข้อเข้าเกณฑ์ 55 ข้อ จึงคัดเหลือให้เหลือ 45 ข้อ ตามต้องการ มีค่าความยากรายข้อ ตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.64 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.84

2.1.3 การทดสอบครั้งที่ 3 แบบทดสอบ จำนวน 45 ข้อ มีค่าความยาก รายข้อ ตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.65 แสดงว่ามีค่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

## 2.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ผลจากการทดลองครั้งที่ 3 เมื่อหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วย พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.87

## 3. เกณฑ์ปกติ (Norms)

ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ปกติ โดยนำคะแนนจากการหาคุณภาพของแบบทดสอบมาแปลงเป็นคะแนน T ปกติ แล้วปรับขยายคะแนน T ปกติ โดยอาศัยสมการพยากรณ์ พบว่าแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนดิบ ตั้งแต่ 7 คะแนน ถึง 42 คะแนน และคะแนน T ปกติ มีค่าตั้งแต่  $T_{13}$  ถึง  $T_{68}$  และทำการขยายคะแนนที่ - ปกติ เพื่อให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน โดยใช้สมการเส้นตรง  $T_c = 1.56X + 2.08$  ผลการขยาย T ปกติ ส่วนแรกขยายจาก 43 - 45 คะแนน ได้  $T_c$  ตั้งแต่  $T_{70}$  ถึง  $T_{72}$  และส่วนที่สองขยายจาก 1 - 6 คะแนน ได้  $T_c$  ตั้งแต่  $T_4$  ถึง  $T_{11}$

## อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อภิปรายผลได้ดังนี้

### 1. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมแสดงว่าสามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการทดสอบดังกล่าวซึ่งสอดคล้องกับ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ที่กล่าวไว้ว่า ถ้าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้ มีค่าตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ถือว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะของกลุ่มพฤติกรรมนั้น

## 2. การหาค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

2.1 ความยากและอำนาจจำแนกรายข้อจากการทดลองสอบครั้งที่ 1 พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 75 ข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.81 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ -0.03 ถึง 0.66 เมื่อพิจารณาเฉพาะข้อที่เข้าเกณฑ์ พบว่า มี 62 ข้อ ซึ่งมีจำนวนข้อมากกว่า ที่ต้องการ คือ 60 ข้อ จึงตัดข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ต่ำ ๆ ออกไป 2 ข้อ เหลือที่จะนำไปใช้ทดลองครั้งที่ 2 จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.66 ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ในเกณฑ์ดี แต่มีบางข้อมีค่าความยากต่ำเกินไป แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ ไตรรงค์ เจนการ (2530) ที่พบว่าแบบทดสอบปรนัยประยุกต์ เพื่อวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อต่ำกว่าแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ผู้วิจัยได้นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองสอบครั้งที่ 2 พบว่า ค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.16 ถึง 0.64 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.11 ถึง 0.84 เมื่อพิจารณาเฉพาะข้อที่ผ่านเกณฑ์ พบว่า มี 55 ข้อ ซึ่งมีจำนวนข้อมากกว่าที่ต้องการ คือ 45 ข้อ จึงพิจารณาตัดข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ต่ำ ๆ และข้อสอบความมีเหตุผลเท่า ๆ กันทั้ง 3 ด้าน ๆ ละ 15 ข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.64 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.84 เพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 3 ต่อไป สาเหตุของการทดสอบครั้งที่ 2 ด้วยแบบทดสอบที่เข้าเกณฑ์ 60 ข้อ แล้วทำให้มีข้อเข้าเกณฑ์เหลือเพียง 55 ข้อ ทั้งนี้เป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง จำนวน 200 คน เป็นกลุ่มใหม่ ผลการสอบจึงเคลื่อนที่ไปตามความสามารถของกลุ่มตัวอย่างที่เปลี่ยนไป ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Theory) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) แต่มีข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ลดลงเหลือ 55 ข้อ ก็เพียงพอที่จะนำไปทดลองครั้งที่ 3 เพราะต้องการข้อสอบที่เข้าเกณฑ์เพียง 45 ข้อ

2.3 ผู้วิจัยได้นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 45 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 3 พบว่า มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.65 ซึ่งมีข้อสอบเข้าเกณฑ์ทั้ง 45 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ซึ่งกล่าวไว้ว่า ค่าความยากของข้อสอบควรอยู่ในเกณฑ์ 0.20 ถึง 0.80 และยังสอดคล้องกับ สมนึก ภัททิยธนี (2551) ที่กล่าวว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่าการทดลองสอบครั้งที่ 2 มีข้อเข้าเกณฑ์มากถึง 55 ข้อ และเนื่องจากการกระจายของคะแนนมากขึ้น จึงทำให้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทุกข้ออยู่ในเกณฑ์และยังมีค่าใกล้เคียงกับแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พัฒนาโดย วิสุตา รักชู (2547) ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.84 กล่าวได้ว่าแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

### 3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้มีการตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วย ซึ่งพบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 สูตรที่ใช้ คือ KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน การที่มีค่าความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง น่าจะเป็นเพราะแบบทดสอบมีจำนวนข้อมาก ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของแมย์ (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 อ้างอิงจาก May, 1975: 192) ที่กล่าวว่าค่าความเชื่อมั่นและความยากของข้อสอบขึ้นอยู่กับจำนวนของข้อสอบ การเพิ่มความยากของข้อสอบจะให้ค่าความเชื่อมั่นสูง เพราะสามารถวัดพฤติกรรมได้มากและพอเพียง ตลอดจนคะแนนที่เกิดจากการเดาก็ลดน้อยลง และข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง ไม่ยากหรือง่ายเกินไป จึงทำให้มีความเชื่อมั่นสูง อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ซึ่งกล่าวว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงเป็นแบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้

### 4. เกณฑ์ปกติ (Norms)

เกณฑ์ปกติ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ เพื่อใช้เปรียบเทียบกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้จากการทดสอบหาคุณภาพแล้ว ผู้วิจัยหาคะแนน T ปกติ และปรับขยายคะแนน T ปกติ โดยอาศัยสมการพยากรณ์พบว่า มีคะแนนดิบ ตั้งแต่ 7 คะแนน ถึง 42 คะแนน และคะแนน T ปกติ มีค่าตั้งแต่  $T_{13}$  ถึง  $T_{68}$  ซึ่งคะแนนดิบของแบบทดสอบ การกระจายของคะแนนยังไม่ครอบคลุมทุกค่า สอดคล้องกับ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ที่กล่าวว่าการทดสอบใด ๆ ก็ตามมีอยู่น้อยนักที่นักเรียนจะสอบได้คะแนนครอบคลุมทุกระดับตั้งแต่คะแนน 0 ถึงคะแนนเต็ม จึงมีความจำเป็นที่การสร้างเกณฑ์ปกติจะต้องมี การขยายขอบเขตของคะแนนที่ได้จากการทดสอบให้กว้างออกไป ครอบคลุมคะแนนทุกระดับของแบบทดสอบนั้น ๆ ด้วยเสมอ และยังสอดคล้องกับ Adam (1967: 634) ที่กล่าวไว้ว่า การอธิบายผล ของเกณฑ์ปกติ ต้องอาศัยสมการพยากรณ์ เพื่อขยายคะแนนของแบบทดสอบ เพราะธรรมชาติของการทดสอบแต่ละครั้งจะไม่ครอบคลุมคะแนนต่ำสุดและสูงสุด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการขยายคะแนนดิบจาก 1 - 6 คะแนน และ 43 - 45 คะแนน ซึ่งอาศัยการแปลงให้เป็นคะแนน T ปกติ และทำการขยายคะแนน T ปกติ โดยอาศัยสมการณพยากรณ์ :  $T_c = 1.56X + 2.08$  และยังได้แปลความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรูปคะแนน T ปกติ ช่วยให้ผลการทดสอบการมีเหตุผลมีคุณค่ายิ่งขึ้น

ส่วนผลการแปลความหมายของคะแนน T ปกติ ที่มีแนวโน้มว่านักเรียนผู้เข้าสอบต้องได้คะแนนดิบค่อนข้างสูง คือ ตั้งแต่ 28 - 45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 45 คะแนน หรือคะแนน T ปกติ ตั้งแต่ 46 - 72 จึงจะอยู่ในกลุ่มมีความสามารถพอใช้ ปานกลาง สูง หรือสูงมาก ที่เป็นเช่นนี้เพราะเป็นแบบทดสอบความมีเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์คำถามของโจทย์ จึงจะได้คำตอบถูก ซึ่งเป็นไปตามหลักของข้อสอบการมีเหตุผลที่ต้องประกอบด้วย พฤติกรรมการจัดประเภท (1.23) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (4.20) และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (5.30) (สมนึก ภัททิยธนี, 2560) ต่างจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือวิชาอื่น ๆ ที่ไม่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ - สังเคราะห์เกือบทุกข้อ และจะเน้นเนื้อหาสาระที่ทำการเรียนการสอนเป็นหลัก

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

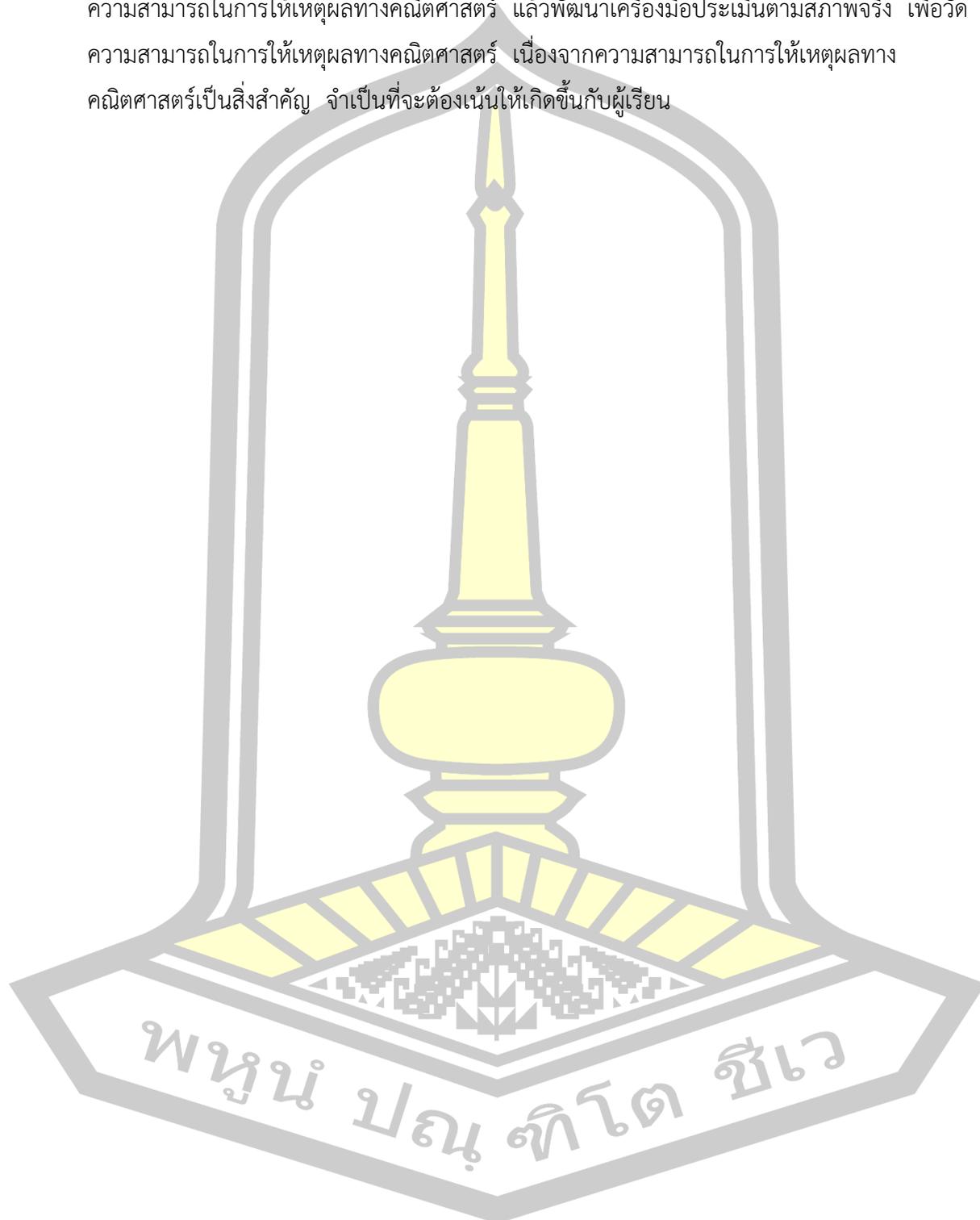
1.1 ควรใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

1.2 ในการวิจัยครั้งนี้ ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กาฬสินธุ์ ดังนั้นในการนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่นที่แตกต่างกัน จึงควรมหาเกณฑ์ปกติ (Norms) ใหม่เพื่อใช้สำหรับการแปลคะแนนด้วย

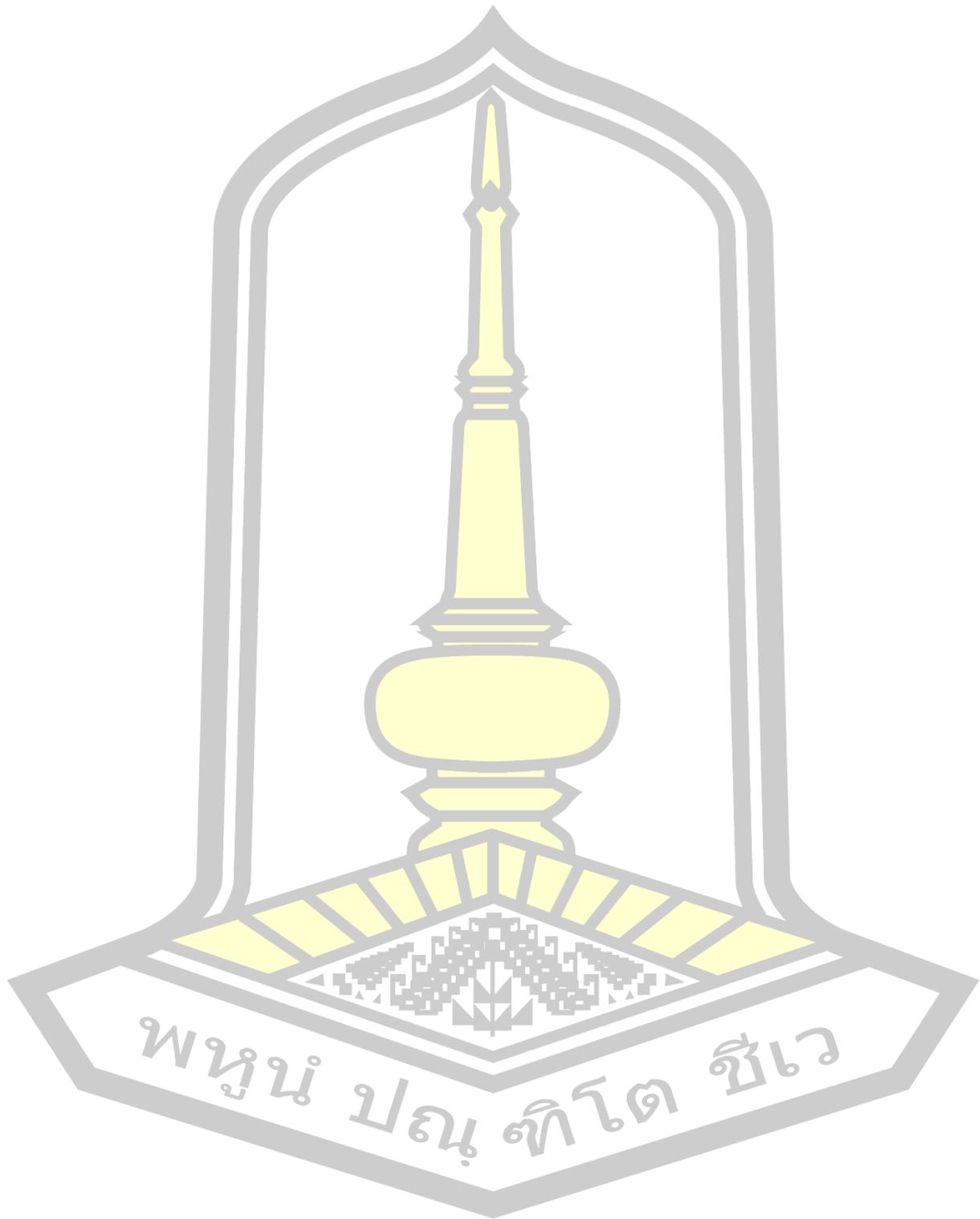
#### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละระดับชั้น เนื่องจากความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นแตกต่างกัน

2.2 ควรมีการวิจัยเชิงทดลองในวิชาคณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วพัฒนาเครื่องมือประเมินตามสภาพจริง เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ จำเป็นที่จะต้องเน้นให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กนกวลี อุษณกรกุล และคณะ. (2551). *คู่มือเตรียมสอบ คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6*. กรุงเทพฯ: ภูมิบัณฑิตการพิมพ์.
- กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติศักดิ์ แก้วทอง. (2547). *การศึกษาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาเขตการศึกษา 11 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และภูมิหลังต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ รำพรรณ. (2552). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบุรี.
- คงรัฐ นวลแปง. (2547). *การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชวาล แพ้ตกุล. (2520). *เทคนิคการเขียนข้อสอบ*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนแพร์ตอนุสรณ์.
- ณัฐชา แก้วคำ. (2556). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การ ศึกษา เขต 27*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไตรรงค์ เจนการ. (2530). *การวัดและประเมินผลอิงมาตรฐานการเรียนรู้ผู้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มาร์คเอ็ม พรินต์ติ้ง.
- นิตยา ธรรมมิกะกุล. (2550). *พัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน ของโรงเรียนในกลุ่มครีนครินทร์ กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2555). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาวิจัยการศึกษาเบื้องต้น*.

มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต ฤทธิจรรยา. (2545). *หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิลาลักษณ์ ทองทิพย์. (2550). *การศึกษาการให้เหตุผลทางสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทรา นิมานนท์. (2540). *การประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.

มนัส เมืองมัจฉา. (2551). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มหาสารคาม เขต 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2537). *เอกสารการสอนชุดวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1-7*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

โรงเรียนกุณินารายณ์. (2556). *หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กทม. สิ้นธุ์: โรงเรียนกุณินารายณ์.

ล้วน สายยศ. (2527). *หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิชย์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิเชียร เกตุสิงห์. (2518). *หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ*. กรุงเทพฯ: บรรณกิจ.

วิสุตา รักชู. (2547). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดระนอง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *รายงานการประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ*

*การเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.). (2555). *ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนโอเน็ต ระดับชั้น*

*มัธยมศึกษา ปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.

Retrieved from <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb%0A>

[%09/Login.aspx \[%0A](http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb%0A)

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*

*โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. ปรินซิพนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบวิชา*

*คณิตศาสตร์เบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กทม. สิ้นธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2560). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 11. กทม. สิ้นธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมพงษ์ จูเนบ. (2554). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์*

*สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดกำแพงเพชร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา

มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สมัย เหล่าวานิชย์. (2554). *หลักและวิธีการของคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สิริพร ทิพย์คง. (2555). *หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและระดับ*

*มัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.

สิริอร วิชชาวุธ. (2555). *การให้เหตุผลแบบอุปนัย : การเรียนรู้ ปัญหา และการแก้ไข*. *วารสารสถาบัน*

*ทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 7(2), 52-59.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์ย์. (2549). *รายงานการประเมินผล*

*การเรียนรู้จาก PISA 2003*. กรุงเทพฯ: เซเว่นพริ้นติ้ง.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และอนุสรณ์ สกกุลคุ. (2537). *การประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์*.

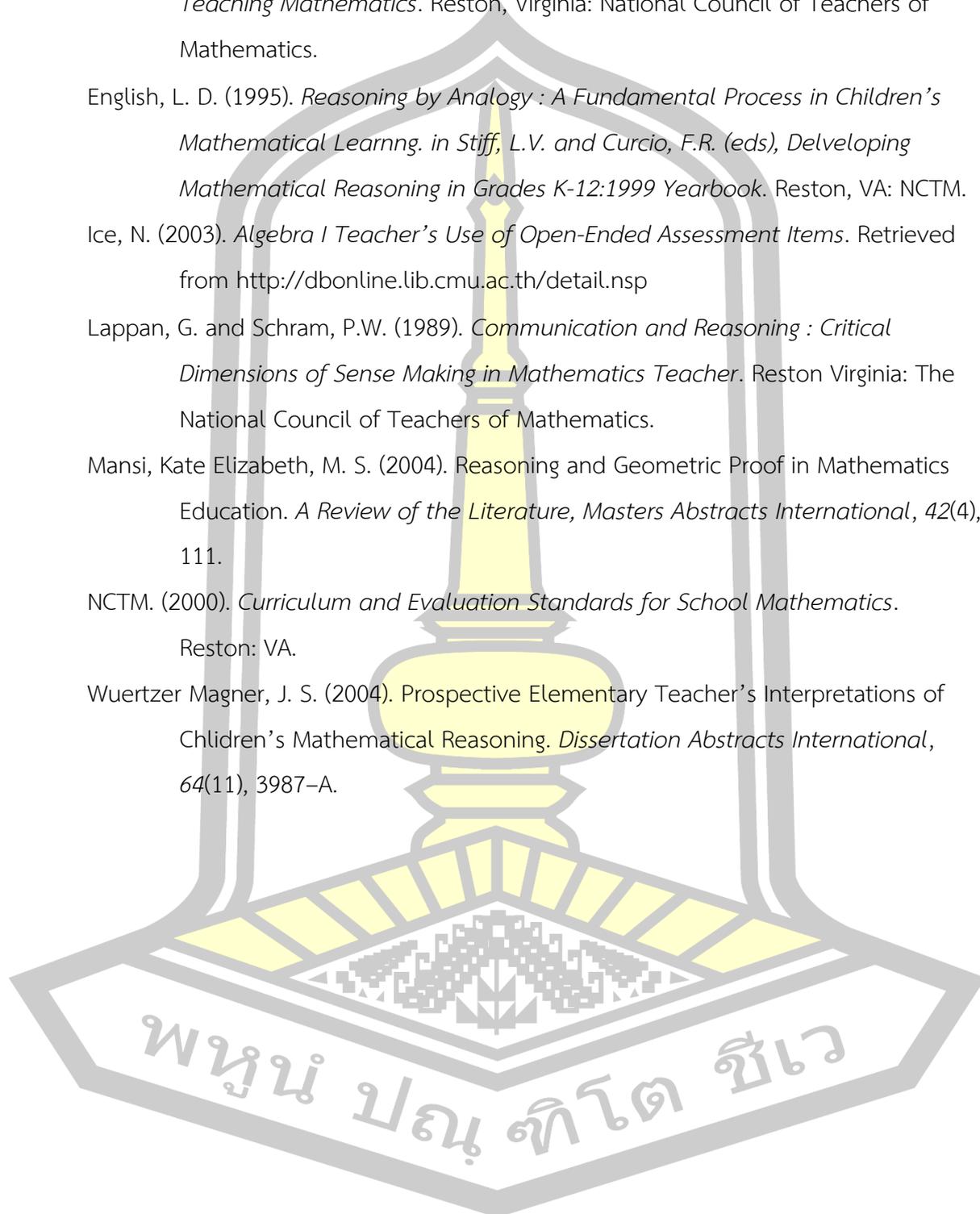
กรุงเทพฯ: ภาควิชาทดสอบและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

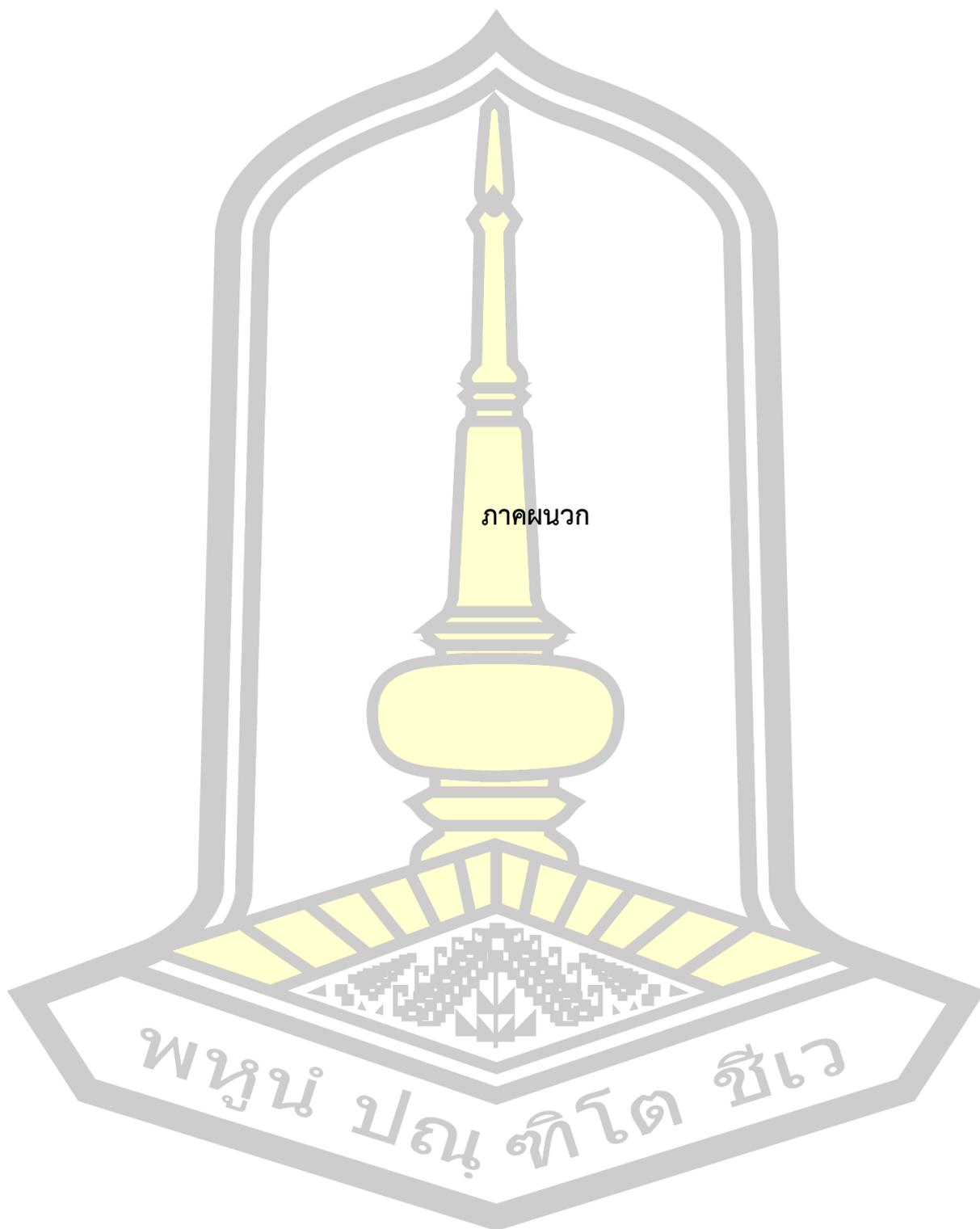
อรทัย เศรษฐศักดิ์ และคณะ. (2514). *พัฒนาวิวัฒนาการ* 5. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุบลวรรณ ภาวานันท์. (2555). *จิตวิทยาการรู้ คิด และปัญญา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

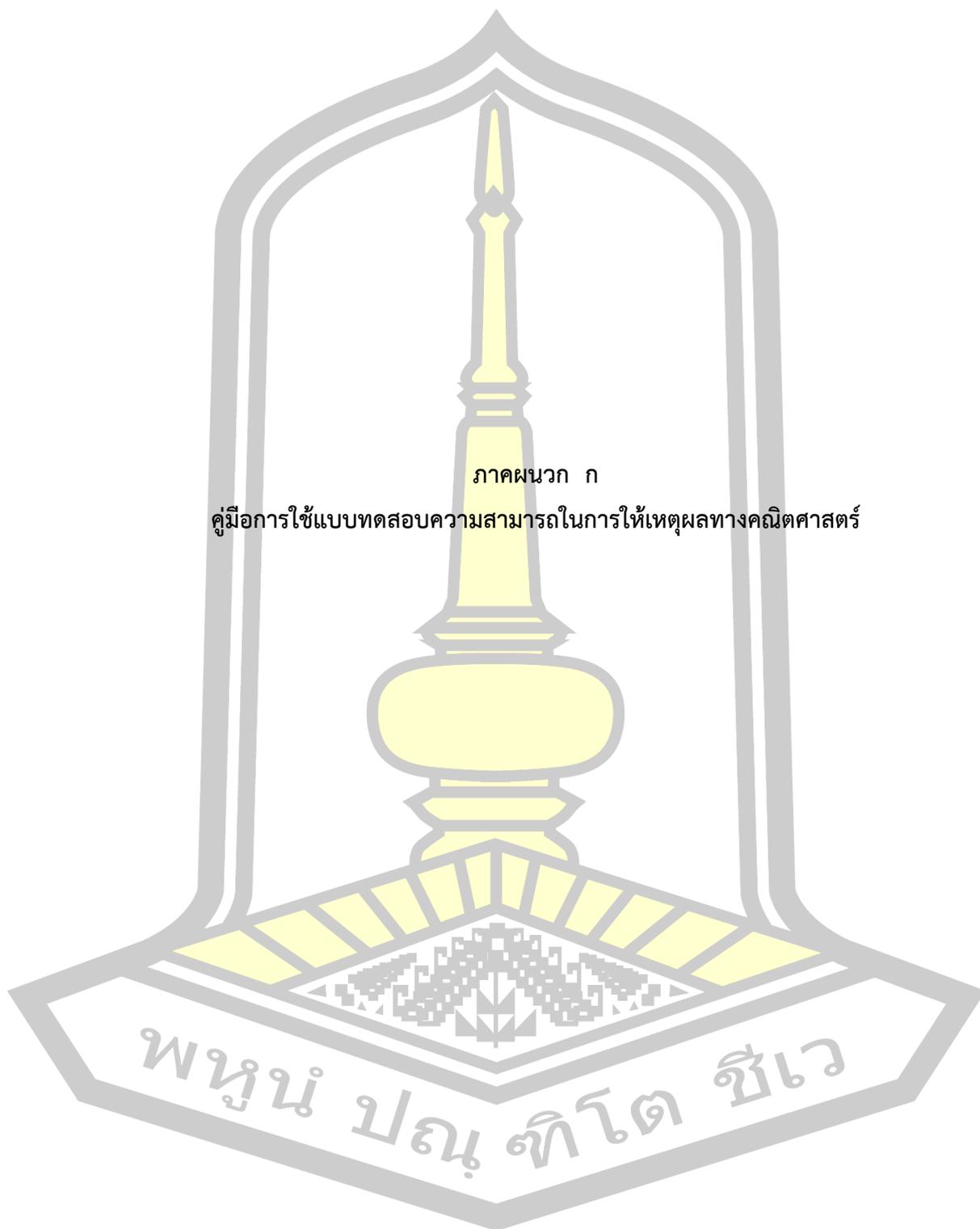
- Becker, J.P. and Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- English, L. D. (1995). *Reasoning by Analogy : A Fundamental Process in Children's Mathematical Learning*. in Stiff, L.V. and Curcio, F.R. (eds), *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12:1999 Yearbook*. Reston, VA: NCTM.
- Ice, N. (2003). *Algebra I Teacher's Use of Open-Ended Assessment Items*. Retrieved from <http://dbonline.lib.cmu.ac.th/detail.nsp>
- Lappan, G. and Schram, P.W. (1989). *Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics Teacher*. Reston Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Mansi, Kate Elizabeth, M. S. (2004). Reasoning and Geometric Proof in Mathematics Education. *A Review of the Literature, Masters Abstracts International*, 42(4), 111.
- NCTM. (2000). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston: VA.
- Wuertzer Magner, J. S. (2004). Prospective Elementary Teacher's Interpretations of Children's Mathematical Reasoning. *Dissertation Abstracts International*, 64(11), 3987-A.





ภาคผนวก

พหุ ประทีป ชัยเว



ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

## คู่มือการใช้แบบทดสอบ

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### ความหมาย

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ซึ่งประกอบด้วย

1. สามารถให้เหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ โดยการแยกประเภท หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนมีอยู่ นำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องได้
2. สามารถให้เหตุผลโดยการอ้างอิงข้อมูล หรือข้อเท็จจริง โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลข้อเท็จจริง ที่ปัญหากำหนดให้ นำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องได้
3. สามารถให้เหตุผลโดยการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ข้อมูล ข้อเท็จจริง ที่ปัญหากำหนดให้ นำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง

### จุดมุ่งหมาย

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า มีระดับความสามารถอยู่ในระดับใด และเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

### โครงสร้างของแบบทดสอบ

โครงสร้างของแบบทดสอบประกอบด้วย แบบทดสอบจำนวน 1 ฉบับ คือ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ

### การพัฒนาแบบทดสอบ

ในการพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดำเนินการพัฒนาแบบทดสอบ โดยการทดสอบ รวม 3 ครั้ง และปรับปรุงดังนี้ การทดสอบครั้งที่ 1 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 200 คน โดยใช้แบบทดสอบ จำนวน 75 ข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.81 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ -0.03 ถึง 0.66 ข้อสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 62 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 60 ข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.66

การทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 200 คน โดยใช้แบบทดสอบ จำนวน 60 ข้อ มีข้อที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 55 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 45 ข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.64 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.84

การทดสอบครั้งที่ 3 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 250 คน โดยใช้แบบทดสอบ จำนวน 45 ข้อ พบว่า ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.65 และยังได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.87

### วิธีดำเนินการสอบ

วิธีดำเนินการสอบ แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ การเตรียมตัวก่อนสอบ วิธีปฏิบัติขณะสอบ และเมื่อสอบเสร็จ มีลำดับขั้น ดังนี้

#### 1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา สถานที่สอบ ล่วงหน้าและแจ้งให้ผู้สอบทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ

1.2 ผู้ดำเนินการสอบเตรียมวัสดุที่ใช้ในการสอบ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ และกระดาษทด โดยให้จำนวนมากกว่าผู้เข้าสอบประมาณร้อยละ 5

1.3 การเตรียมตัว สำหรับผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอนต้องศึกษาคำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบล่วงหน้า เพื่อสามารถดำเนินการสอบได้อย่างถูกต้อง

#### 2. วิธีดำเนินการสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

2.1 พุดโน้มน้าวให้ผู้สอบมีความกระตือรือร้นที่จะสอบอย่างเต็มความสามารถ

2.2 ผู้ดำเนินการสอบอ่านรายละเอียด คำชี้แจง ที่อยู่ บนแผ่นหน้าของแบบทดสอบ

2.2.1 การสอบต้องตอบแบบทดสอบแต่ละฉบับภายในเวลากำหนดเท่านั้น

2.2.2 ก่อนลงมือทำแบบทดสอบให้เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับ ผู้สอบให้เรียบร้อย

2.2.3 ลงมือทำแบบทดสอบพร้อมกัน เมื่อผู้ดำเนินการสอบให้ “ลงมือทำได้”

2.3 ผู้ดำเนินการสอบควรเตือนเวลา 2 ครั้ง คือ เมื่อหมดเวลาครั้งแรกและเหลือเวลาอีก 5 นาที

#### 3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา ควรปฏิบัติดังนี้

3.1 ให้ผู้สอบวางปากกา หยุดทำทันที แล้วเก็บแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

3.2 เมื่อเสร็จสิ้นการสอบแล้ว ก่อนจะให้ผู้สอบออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบกล่าวชมเชยผู้เข้าสอบที่ตั้งใจสอบเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจและเป็นการสร้างเจตคติที่ดีในการสอบ

### วิธีการตรวจให้คะแนน

การให้คะแนนของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบข้อถูกให้ 1 คะแนน ข้อผิดให้ 0 คะแนน

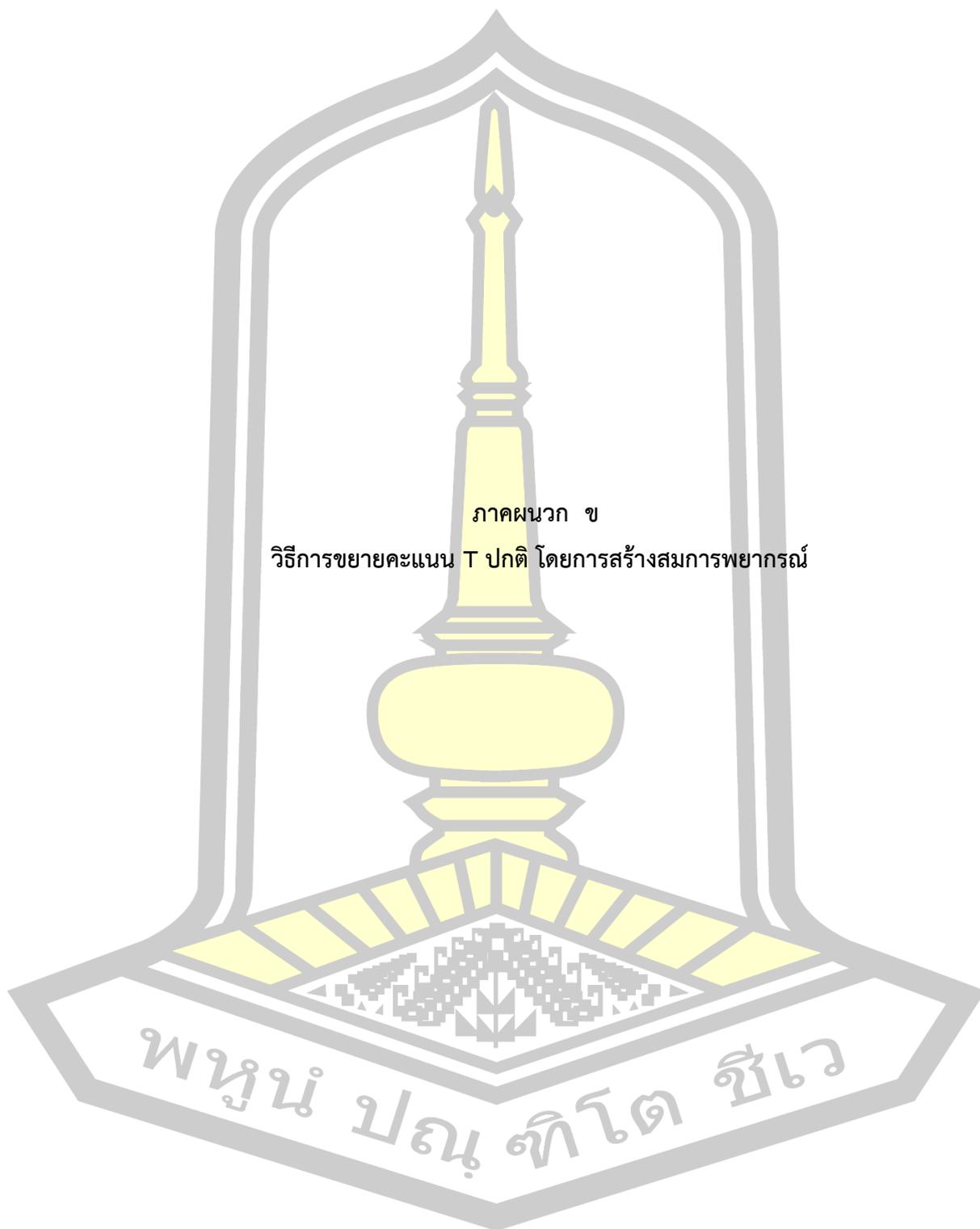
### เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ

คะแนนเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกิดจากการแปลงคะแนนดิบที่มาจากการสอบนักเรียน 250 คน มาเป็นคะแนน T ปกติ และมีการขยาย T ปกติ โดยอาศัยสมการพหุคูณ :  $T_c = 1.56X + 2.08$

การคิดคะแนนผลสอบ เมื่อสามารถวัดได้ว่านักเรียนได้คะแนน T ปกติเท่าใด แล้วจะประเมินว่านักเรียนคนนั้นมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับใดของกลุ่ม ให้ตัดสินตามเกณฑ์ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

คะแนน T ปกติ	ความหมาย
$T_{65}$ ขึ้นไป	สูงมาก
$T_{55} - T_{65}$	สูง
$T_{45} - T_{55}$	พอใช้
T เท่ากับ 50	ปานกลาง
$T_{35} - T_{45}$	ต่ำ
$T_{35}$	ควรได้รับการปรับปรุง

พหุคูณ ปณ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ข

วิธีการขยายคะแนน T ปกติ โดยการสร้างสมการพยากรณ์

พหุ ประถม ทิโต ชีเว

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T-Score) หรือ  
คะแนน T ปกติ และขยายคะแนน T ปกติ โดยอาศัยสมการพยากรณ์

คะแนนเต็มของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับ  
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 45 คะแนน การแปลงคะแนนดิบให้เห็นคะแนนมาตรฐาน  
T ปกติ (Normalized T-Score) หรือคะแนน T ปกติ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อยแล้วนำ  
คะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่า  $f$  และ  $cf$

ขั้นที่ 3 หาค่า  $cf + \frac{1}{2}f$  (จะหาค่า  $cf + \frac{1}{2}f$  ของชั้นใด ต้องใช้ค่า  $cf$  ที่อยู่ก่อนถึง  
ชั้นนั้น แต่ใช้ค่า  $f$  ของชั้นนั้น)

ขั้นที่ 4 เอาค่า  $cf + \frac{1}{2}f$  ไปคูณด้วย  $\frac{100}{N}$  ได้เป็น  $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$  ค่าที่ได้เรียกว่า  
ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank = PR) แสดงถึงค่าของพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจง ซึ่งมีค่า  
ทั้งหมดเป็น 1 หรือ 100%

ขั้นที่ 5 นำค่า  $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$  หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) ที่ได้ในขั้นที่  
4 ไปเทียบค่า T ปกติ จากตารางสำเร็จรูป ดังตาราง 15 ต่อไปนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

ตาราง 15 ตารางเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนน T ปกติ

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.003	.004	.007	.011	.016	.023	.034	.048	.069	.097
2	.13	.19	.26	.35	.47	.62	.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.865	99.903	99.931	99.952	99.966	99.977	99.984	99.989	99.993	99.995

วิธีเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนน T ปกติ จากตารางเป็นดังนี้

1. ค่าของคะแนน T ตามแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ เลข 1-8) แสดง หลักสิบ และตามแนวนอน (แถวบน เลข 0-9) แสดง หลักหน่วย
2. ให้นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้  $:(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$  มาเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่อยู่ในตารางนี้ ซึ่งมีค่าทศนิยม 2-3 ตำแหน่ง โดยพิจารณาค่าที่ตรงกัน (หากไม่มีค่าที่ตรงกันให้ใช้ค่าที่อยู่ใกล้เคียงที่สุด)
3. ให้อ่านคะแนน T หลักสิบ จากแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) และรวมกับ หลักหน่วย จากแนวนอน (แถวบน) เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่า 99.65 จะได้คะแนน T = 77 หรือ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่า 69.15 จะได้คะแนน T = 55 เป็นต้น
4. หากค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ไม่ตรงกับค่าใด ๆ ในตารางนี้ ให้เลือกเอาค่าในตารางที่ ใกล้เคียงมากที่สุด ไม่ว่าจะใกล้เคียงกับที่น้อย หรือมากกว่าก็ตาม เช่น ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่า 98.60 จะได้คะแนน T= 72 (เพราะ 98.60 ใกล้เคียง 98.61 มากกว่า 98.21)

**ขั้นตอนการแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ (T<sub>c</sub>) เป็นดังนี้**

ขั้นที่ 1 แปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ ดังตาราง 16

ตาราง 16 การแปลงคะแนนสอบ เป็นคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน	f	cf	$(cf + \frac{1}{2}f)$	$(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$	T ปกติ
42	2	250	249	99.60	77
41	1	248	247.5	99.00	74
40	1	247	246.5	98.60	72
39	3	246	244.5	97.80	70
38	3	243	241.5	96.60	68
37	6	240	237	94.80	66
36	4	234	232	92.80	65
35	4	230	228	91.20	64
34	3	226	224.5	89.80	63

ตาราง 16 (ต่อ)

คะแนน	f	cf	$(cf + \frac{1}{2}f)$	$(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$	T ปกติ
33	5	223	220.5	88.20	62
32	5	218	215.5	86.20	61
31	7	213	209.5	83.80	60
30	6	206	203	81.20	59
29	9	200	195.5	78.20	58
28	4	191	189	75.60	57
27	6	187	184	73.60	56
26	8	181	177	70.80	55
25	7	173	169.5	67.80	55
24	10	166	161	64.40	54
23	9	156	151.5	60.60	53
22	10	147	142	56.80	52
21	11	137	131.5	52.60	51
20	13	126	119.5	47.80	49
19	14	113	106	42.40	48
18	7	99	95.5	38.20	47
17	11	92	86.5	34.60	46
16	13	81	74.5	29.80	45
15	18	68	59	23.60	43
14	11	50	44.5	17.80	41
13	10	39	34	13.60	39
12	9	29	24.5	9.80	37
11	6	20	17	6.80	35
10	4	14	12	4.80	33
9	6	10	7	2.80	31
8	2	4	3	1.20	27
7	2	2	1	0.40	23

จากการแปลงคะแนนสอบ (X) เป็นคะแนน T ปกติ ดังตาราง 16 ซึ่งมีคะแนนดิบ ตั้งแต่ 7 ถึง 42 ยังไม่ครอบคลุมคะแนนที่ต่ำกว่า 7 ถึง 1 และสูงกว่า 42 ถึง 45 จึงต้องขยายคะแนนสอบ โดยวิธีสร้างสมการพหุคูณ ซึ่งใช้คะแนนสอบ (X) และคะแนน T ปกติ (Y) จากตาราง 17 เป็นคู่อันดับ 36 คู่ แล้วหาค่า  $\sum X, \sum Y, \sum XY, \sum X^2$  ดังในตาราง 17 ต่อไป

ขั้นที่ 2 หาค่า b และ a เพื่อนำไปหาสมการเส้นตรง :  $T_c = bx + a$  โดยการหาค่า b และ a ได้ดังนี้ (ค่าที่ต้องนำมาแทนในสูตร เพื่อหาค่า b และ a อยู่ในตาราง 17)

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

แทนค่าลงสมการ b ได้ดังนี้

$$b = \frac{(36)(51,400) - (882)(1,897)}{(36)(25,494) - (882)^2}$$

$$= 1.27$$

แทนค่าลงสมการ a ได้ดังนี้

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$= \frac{1,897}{36} - (1.27) \left[ \frac{882}{36} \right]$$

$$= 21.57$$

ดังนั้น สมการเส้นตรงที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์คะแนน T ปกติ ( $T_c$ ) คือ

$$T_c = 1.27X + 21.57$$

ขั้นที่ 3 คำนวณหาค่าคะแนน T ปกติ ( $T_c$ ) จากคะแนนสอบ (X) ตั้งแต่ 1 - 6 คะแนน และ 43 - 45 คะแนน

ผลการหา T ปกติ ( $T_c$ ) ปรากฏดังตาราง 17 (X และ Y คือ คะแนนสอบ และคะแนน T ปกติ จากตาราง 17 ตามลำดับ)

สมการ T ปกติ ( $T_c$ ) ทุกคะแนนมีค่าเป็นคะแนนดิบ และส่วนขยายแสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการคำนวณหาคะแนน T ปกติ (Tc) จากสมการเส้นตรง :  $T_c = 1.27X + 21.57$ 

X (คะแนนสอบ)	Y (คะแนน T ปกติ)	XY	X <sup>2</sup>	T <sub>c</sub>	T ปกติ ที่ปรับแก้
45*	-	-	-	76.18	76
44*	-	-	-	77.45	77
43*	-	-	-	78.72	79
42	77	3,234	1764	74.91	75
41	74	3,034	1681	73.64	74
40	73	2,920	1600	72.37	72
39	70	2,730	1521	71.1	71
38	68	2,584	1444	69.83	70
37	66	2,442	1369	68.56	69
36	65	2,340	1296	67.29	67
35	64	2,240	1225	66.02	66
34	63	2,142	1156	64.75	65
33	62	2,046	1089	63.48	63
32	61	1,952	1024	62.21	62
31	60	1,860	961	60.94	61
30	59	1,770	900	59.67	60
29	58	1,682	841	58.4	58
28	57	1,596	784	57.13	57
27	56	1,512	729	55.86	56
26	55	1,430	676	54.59	55
25	55	1,375	625	53.32	53
24	54	1,296	576	52.05	52
23	53	1,219	529	50.78	51
22	52	1,144	484	49.51	50
21	51	1,071	441	48.24	48
20	49	980	400	46.97	47

ตาราง 17 (ต่อ)

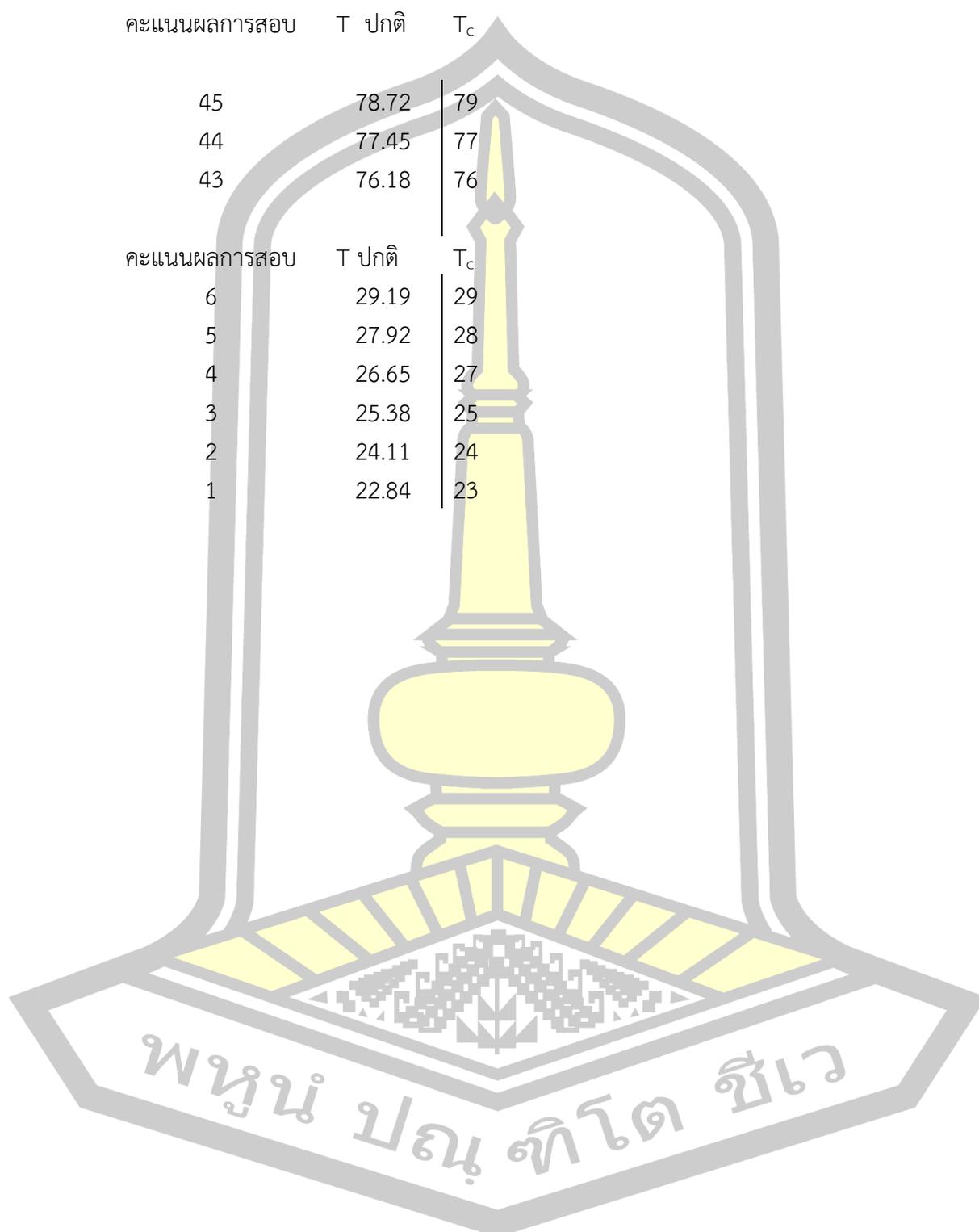
X (คะแนนสอบ)	Y (คะแนน T ปกติ)	XY	X <sup>2</sup>	T <sub>c</sub>	T ปกติ ที่ปรับแก้
19	48	912	361	45.7	46
18	47	846	324	44.43	44
17	46	782	289	43.16	43
16	45	720	256	41.89	42
15	43	645	225	40.62	41
14	41	574	196	39.35	39
13	39	507	169	38.08	38
12	37	444	144	36.81	37
11	35	385	121	35.54	36
10	33	330	100	34.27	34
9	31	279	81	33	33
8	27	216	64	31.73	32
7	23	161	49	30.46	30
6*	-	-	-	29.19	29
5*	-	-	-	27.92	28
4*	-	-	-	26.65	27
3*	-	-	-	25.38	25
2*	-	-	-	24.11	24
1*	-	-	-	22.84	23
$\sum X = 882$	$\sum Y = 1,897$	$\sum XY = 51,400$	$\sum X^2 = 25,494$		

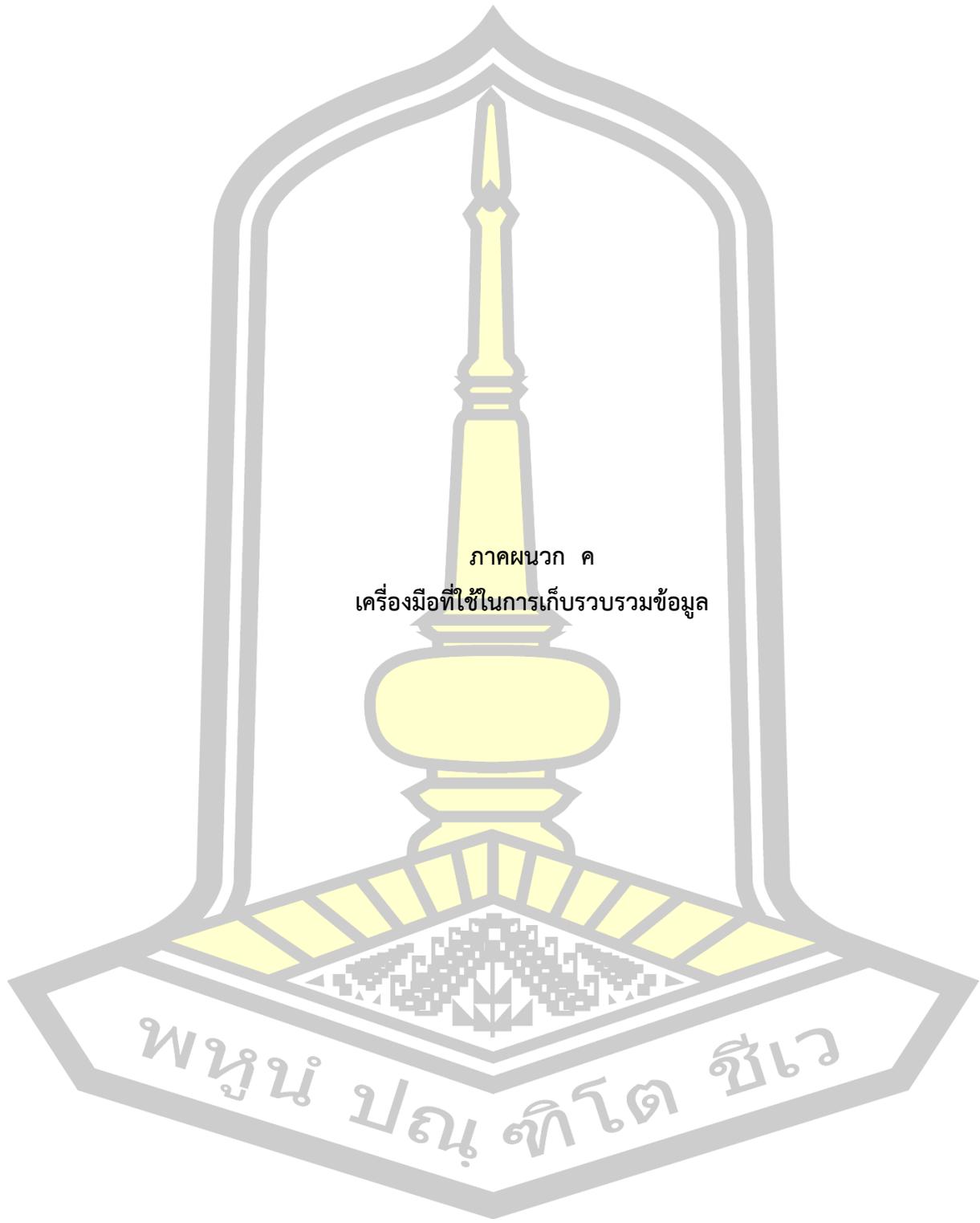
ขั้นที่ 4 ขยายคะแนน (Extrapolate) T ปกติ (T<sub>c</sub>)

จำเป็นต้องขยายคะแนน T ปกติ เนื่องจากคะแนน T ปกติ ที่ได้ยังไม่ครอบคลุมทุกระดับคะแนน จึงทำขยายคะแนน T ปกติ (T<sub>c</sub>) จากคะแนน 43, 44, 45 และ 1, 2, 3, 4, 5, 6 โดยใช้สมการพยากรณ์  $T_c = 1.27X + 21.57$  ได้ดังนี้

คะแนนผลการสอบ	T ปกติ	T <sub>c</sub>
45	78.72	79
44	77.45	77
43	76.18	76

คะแนนผลการสอบ	T ปกติ	T <sub>c</sub>
6	29.19	29
5	27.92	28
4	26.65	27
3	25.38	25
2	24.11	24
1	22.84	23





ภาคผนวก ค  
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

พูนัน ปณฺ ทิโต ชีเว

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ เป็นแบบทดสอบในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2
2. แบบทดสอบนี้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 45 ข้อ
3. ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที
4. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากตัวเลือก ก ข ค และ ง โดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือก ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(0)		X		

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับเครื่องหมาย X เดิม แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ลงในช่องตัวเลือกใหม่ ดังตัวอย่าง ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ข เป็น ค ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(0)		X =	X	

5. ก่อนลงมือทำข้อสอบให้เขียนชื่อ นามสกุล ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
6. ห้ามนักเรียนขีด เขียนหรือทำเครื่องหมายใดลงในแบบทดสอบนี้

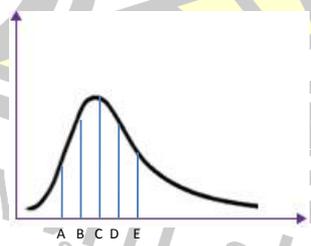
พูน ปณ ทิโต ชีเว

<p style="text-align: center;"><b>แบบทดสอบ ข้อ 1- 15</b> <b>เป็นแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์</b> <b>เกี่ยวกับการจัดประเภท</b></p>	
<p>1. ข้อความใดไม่จัดเป็นสถิติ</p> <p>ก. นักเรียนสอบได้ในปีนี้ 54%</p> <p>ข. เนื่องจากภาวะน้ำมันแพง ปริมาณการขายรถยนต์ของบริษัท จึงลดลง 60%</p> <p>ค. ภาวะเงินเฟ้อของประเทศไทยปีนี้สูงขึ้นจากปีที่แล้ว 10%</p> <p>ง. รัฐบาลพยายามปรับปรุงการเก็บภาษีเพื่อให้ได้มากกว่าปีที่แล้วอย่างน้อย 30%</p> <p>2. ข้อความใดจัดเป็นสถิติ</p> <p>ก. ราคาข้าวปีนี้ลดลงมาก</p> <p>ข. ปริมาณน้ำในเขื่อนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง</p> <p>ค. จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 10%</p> <p>ง. รัฐบาลกำหนดนโยบายเพื่อกระตุ้นจำนวนนักท่องเที่ยวให้เพิ่มขึ้น 20% ภายใน 3 เดือน</p> <p>3. จากความหมายของสถิติ ข้อความใดไม่เข้าพวก</p> <p>ก. ราคาข้าวปีนี้ลดลงมาก</p> <p>ข. ญากฎ่าเป็นดาราที่สวยงามที่สุดในประเทศไทย</p> <p>ค. ทีมสำรวจพบพื้นที่ป่าลดลงทุกปี</p> <p>ง. ภาวะเงินเฟ้อของประเทศไทยปีนี้สูงขึ้นจากปีที่แล้ว 10%</p> <p>4. ข้อใดจัดว่าเป็นข้อมูลทุติยภูมิ</p> <p>ก. ความคิดเห็นของนักเรียนจากการสัมภาษณ์</p> <p>ข. ความรู้เรื่องไข้เลือดออกจากรายงานของโรงพยาบาล</p> <p>ค. สภาพพื้นที่หลังน้ำท่วมจากการลงศึกษาพื้นที่จริง</p> <p>ง. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการแข่งกีฬาจากการตอบแบบสอบถาม</p> <p>5. เมื่อแบ่งข้อมูลตามแหล่งที่มาของข้อมูล ข้อใดไม่เข้าพวก</p> <p>ก. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการแข่งกีฬาจากการตอบแบบสอบถาม</p>	<p>ข. สภาพบ้านเรือนหลังแผ่นดินถล่มจากหนังสือพิมพ์</p> <p>ค. รายได้เฉลี่ยของประชากร ในปี 2558 จากรายงานประจำปี</p> <p>ง. สภาพพื้นที่หลังน้ำท่วมจากการลงศึกษาพื้นที่จริง</p> <p>6. ข้อความใดเป็นข้อมูลลักษณะเดียวกันกับข้อมูลในข้อความ “หมายเลขทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคล”</p> <p>ก. ราคาข้าวสารต่อกิโลกรัม</p> <p>ข. คะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ</p> <p>ค. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการแข่งกีฬา</p> <p>ง. จำนวนผู้โดยสารที่สถานีรถประจำทาง</p> <p>7. ข้อความใดไม่ใช่ข้อมูลเชิงปริมาณ</p> <p>ก. ขนาดรองเท้าของนักเรียน</p> <p>ข. รายได้ของคนในครอบครัว</p> <p>ค. คะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ</p> <p>ง. ปริมาณการส่งออกข้าวประจำปี</p> <p>8. นักเรียนต้องการพิสูจน์ว่าโซดาสามารถนำมาหมักเนื้อให้นุ่มได้ ควรเก็บข้อมูลด้วยวิธีการใด</p> <p>ก. การสังเกต</p> <p>ข. การทดลอง</p> <p>ค. การสัมภาษณ์</p> <p>ง. การสอบถามทางโทรศัพท์</p> <p>พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>1) เป็นการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลหลายชุดที่ทำค่าเฉลี่ยเลขคณิตไว้แล้ว</p> <p>2) เป็นการหาค่าเฉลี่ยที่ข้อมูลแต่ละตัวมีความสำคัญไม่เท่ากัน</p> <p>3) การหาค่าเฉลี่ยเงินเดือนของพนักงานบริษัทที่มี 3 กลุ่มโดยคิดจากค่าจ้างเฉลี่ยรายวัน</p> <p>9. ข้อใดหมายถึงการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก</p> <p>ก. ข้อ 1) เท่านั้น</p> <p>ข. ข้อ 2) เท่านั้น</p> <p>ค. ข้อ 3) เท่านั้น</p> <p>ง. ข้อ 1) และ 3)</p>

<p>10. สมศรีซื้อเงาะ 5 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 15 บาท มังคุด 6 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 20 บาท ทูเรียน 9 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 25 บาท ถ้าต้องการหาราคาผลไม้ โดยเฉลี่ยที่สมศรีซื้อ จะเป็นการหาค่าเฉลี่ยประเภทใด</p> <p>ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม  <b>ข. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก</b>      ค. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลแบบไม่แจกแจงความถี่      ง. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่แบบเป็น</p> <p>11. ฐานนิยม มีความหมายตรงกับข้อใด</p> <p>ก. ค่าที่ได้จากการนำทุก ๆ ค่าของข้อมูลมาเฉลี่ย  <b>ข. ค่าที่ได้จากการพบข้อมูลบ่อยที่สุดหรือมีความถี่สูงสุด</b>      ค. ค่าที่ได้จากการพิจารณาดำแหน่งหรือลำดับที่ของข้อมูล      ง. ค่าที่ห่างเพียงแต่เรียงข้อมูลจากน้อยไปหามากหรือจากมากไปหาน้อย</p> <p>12. การวัดการกระจายของข้อมูลชนิดใดที่เป็นวิธีการที่นิยม และเชื่อถือได้มากที่สุด</p> <p>ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต      ข. พิสัย  <b>ค. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</b>      ง. ความแปรปรวน</p> <p>13. ถ้านักเรียนต้องการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับบริการห้องสมุดของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ นักเรียนควรเลือกใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบใด</p> <p>ก. แบบสุ่ม      ข. แบบชั้นภูมิ  <b>ค. แบบหลายชั้น</b>      ง. แบบกำหนดโควตา</p> <p>14. ข้อใดไม่เข้าพวก</p> <p>ก. การจับสลาก      ข. การใช้ตารางเลขสุ่ม  <b>ค. การสุ่มแบบเจาะจง</b>      ง. การสุ่มอย่างเป็นระบบ</p>	<p>15. ข้อใดเป็นประโยชน์ของการสำรวจความคิดเห็น</p> <p>1) นำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีการปฏิบัติงานหรือวิธีดำเนินงาน ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น      2) ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดกลยุทธ์ ทิศทางขององค์กร      3) เป็นข้อมูลในการหาผู้กระทำผิดหรือผู้บกพร่องในหน้าที่</p> <p>ก. ข้อ 1) เท่านั้น  <b>ข. ข้อ 1) และ 2)</b>      ค. ข้อ 2) และ 3)      ง. ข้อ 3) เท่านั้น</p> <table border="1" data-bbox="884 869 1378 1368"> <thead> <tr> <th></th> <th>ความถี่ (f)</th> <th>ความถี่สะสม (F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 - 20</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>20 - 29</td> <td>13</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>30 - 39</td> <td>18</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>40 - 49</td> <td>22</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>50 - 59</td> <td>13</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>60 - 69</td> <td>C</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>70 - 79</td> <td>D</td> <td>87</td> </tr> </tbody> </table> <p>พิจารณตารางแจกแจงความถี่ ต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ 16-19</p> <p>16. จากตารางแจกแจงความถี่ ค่าความถี่สะสมในช่อง A และ B คือข้อใดตามลำดับ</p> <p>ก. 20 และ 40  <b>ข. 20 และ 60</b>      ค. 28 และ 48      ง. 29 และ 49</p> <p>17. จากตารางแจกแจงความถี่ ค่าความถี่ในช่อง C และ D คือข้อใดตามลำดับ</p> <p>ก. 10 และ 4      ข. 18 และ 17      ค. 10 และ 19      ง. 65 และ 75</p>		ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (F)	10 - 20	7	7	20 - 29	13	A	30 - 39	18	38	40 - 49	22	B	50 - 59	13	73	60 - 69	C	83	70 - 79	D	87
	ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (F)																							
10 - 20	7	7																							
20 - 29	13	A																							
30 - 39	18	38																							
40 - 49	22	B																							
50 - 59	13	73																							
60 - 69	C	83																							
70 - 79	D	87																							

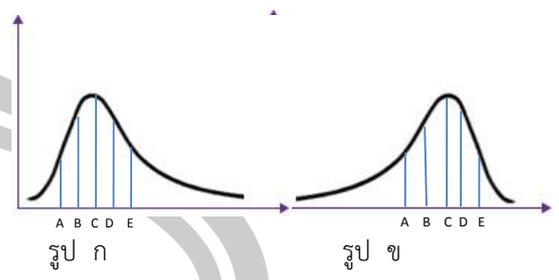
<p>18. คะแนนช่วงใดมีความถี่สัมพัทธ์น้อยกว่า 0.1</p> <p>ก. 10-20 ข. 40-49 ค. 70-79 ง. <b>ข้อ ก และ ค ถูก</b></p> <p>19. คะแนนช่วงใดมีความถี่สัมพัทธ์เท่ากับความถี่สะสมสัมพัทธ์</p> <p>ก. <b>10-20</b> ข. 40-49 ค. 70-79 ง. ข้อ ก และ ค ถูก</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p><b>แบบทดสอบ ข้อ 20- 30</b> เป็นแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์</p> </div> <p>ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบข้อ 20 กรณีข้อมูลมีดังนี้</p> <p>3 15 21 30 9 11 4 18 21 30 30 14 5 11</p> <p>1) นำข้อมูลทั้งหมดมาเขียนเรียงเป็นแผนภาพต้น - ใบ 2) แบ่งคะแนนสอบออกเป็นช่วงๆ 3) นำเลขโดดในหลักหน่วยของข้อมูลแต่ละช่วงมาเป็นใบ (leaf) 4) นำข้อมูลจากข้อ 1 มาสร้างเป็นลำต้น (Stem) โดยใช้เลขโดดจากหลักสิบของแต่ละช่วง</p> <p>20. ต้องดำเนินการตามข้อใด ต่อจากข้อ 4)</p> <p>ก. ข้อ 1) ข. <b>ข้อ 3)</b> ค. ข้อ 4) ง. ใช้ข้อ 4) เป็นข้อสุดท้าย</p> <p>พิจารณาแผนภาพต้น-ใบ ต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ 21</p> <p>แผนภาพต้น - ใบ แสดงน้ำหนัก (กิโลกรัม) ของคนกลุ่มหนึ่งเป็นดังนี้</p>	<p>21. ข้อใดต่อไปนี้สอดคล้องกับแผนภาพต้น-ใบข้างต้น</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">ต้น</th> <th style="width: 90%;">ใบ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2 8 9</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3 5 7 8 9</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0 2 2 3 4 5 6 8 9</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0 1 2 3 4 5 5 5 7 7 8 8 9 9</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0 0 1 3 4 4 5 6 7 8 9</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>0 0 2 3 5 8 8</td> </tr> </tbody> </table> <p>ก. <b>ความถี่สูงสุดคือ 75</b> ข. คนกลุ่มนี้มีจำนวนทั้งหมด 57 คน ค. พิสัยของน้ำหนักของคนกลุ่มนี้คือ 60 ง. จำนวนคนที่มีน้ำหนักอยู่ในต้นที่มีจำนวนมากที่สุดคือ 15 คน</p> <p>22. ถ้าผลบวกของข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4 แล้วจำนวนของข้อมูลจะเป็นเท่าใด</p> <p>ก. 2 ข. 3 ค. <b>5</b> ง. 7</p> <p>23. พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล 1, 3, 5, 7, 9, 11 คือ 6 2) ถ้าผลบวกของข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 100 จำนวนข้อมูลมี 5 จำนวน แล้วค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 10 3) ถ้าจำนวนข้อมูลมี 10 จำนวน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 25 แล้วผลบวกของข้อมูลทั้งหมดจะเท่ากับ 250</p> <p>ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. ข้อ 1) เท่านั้น ข. ข้อ 1) และ 2) ค. <b>ข้อ 1) และ 3)</b> ง. ข้อ 3) เท่านั้น</p>	ต้น	ใบ	3	7	4	2 8 9	5	3 5 7 8 9	6	0 2 2 3 4 5 6 8 9	7	0 1 2 3 4 5 5 5 7 7 8 8 9 9	8	0 0 1 3 4 4 5 6 7 8 9	9	0 0 2 3 5 8 8
ต้น	ใบ																
3	7																
4	2 8 9																
5	3 5 7 8 9																
6	0 2 2 3 4 5 6 8 9																
7	0 1 2 3 4 5 5 5 7 7 8 8 9 9																
8	0 0 1 3 4 4 5 6 7 8 9																
9	0 0 2 3 5 8 8																

24. “ค่ามัธยฐานต้องเป็นค่าที่ปรากฏอยู่ในข้อมูลชุดนั้นเท่านั้น” ข้อความนี้เป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ก. จริง เพราะค่ามัธยฐานไม่ต้องคำนวณ
  - ข. จริง เพราะเกิดจากการเรียงข้อมูลที่ปรากฏอยู่
  - ค. **ไม่จริง เพราะหากมีจำนวนข้อมูลเป็นเลขคู่ ต้องคำนวณหาค่าเฉลี่ยใหม่**
  - ง. ไม่จริง หากมีจำนวนข้อมูลเป็นเลขคี่ ต้องคำนวณหาค่าเฉลี่ยใหม่
25. เมื่อข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ก. ได้ เพราะได้ค่ากลางเท่ากันกับการหาค่ากลางประเภทอื่นๆ
  - ข. ได้ เพราะข้อมูลเป็นตัวเลข สามารถคำนวณได้
  - ค. **ไม่ได้ เพราะข้อมูลเชิงคุณภาพไม่สามารถนำมาคำนวณได้**
  - ง. ไม่ได้ เพราะจะทำให้ได้ค่าที่ไม่เท่ากันกับค่ากลางประเภทอื่น
26. ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของข้อมูล 2, 4, 6, 8, 10 ต้องหาค่าใดก่อน
- ก. ความแปรปรวน
  - ข. **ค่าเฉลี่ยเลขคณิต**
  - ค. ค่าพิสัย
  - ง. ค่าฐานนิยม
27. จากรูป จุดใดคือค่าเฉลี่ยเลขคณิต



- ก. จุด A
- ข. จุด B
- ค. จุด C
- ง. **จุด E**

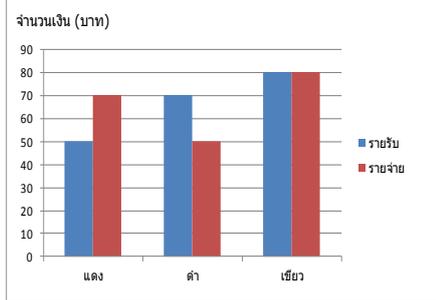
พิจารณาทั้งสองรูป ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อ 28



28. ข้อใด คือ จุดมัธยฐานของเส้นโค้งความถี่ในรูป ก และ ข ตามลำดับ
- ก. จุด A และ E
  - ข. จุด B และ D
  - ค. จุด C และ C
  - ง. **จุด D และ B**
29. เส้นโค้งความถี่แบบใดที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม อยู่จุดเดียวกัน
- ก. **เส้นโค้งปกติ**
  - ข. เส้นโค้งเบ้ซ้าย
  - ค. เส้นโค้งเบ้ขวา
  - ง. ข้อ ข และ ค
30. ขั้นตอนใดคือขั้นตอนสุดท้ายของการสำรวจความคิดเห็น
- ก. การสร้างแบบสำรวจความคิดเห็น
  - ข. การกำหนดขอบเขตของการสำรวจ
  - ค. **การประมวลผลวิเคราะห์ความคิดเห็น**
  - ง. การกำหนดวิธีเลือกตัวอย่างเป็นขั้นตอนสุดท้ายแล้ว

**แบบทดสอบ ข้อ 31- 45**  
**เป็นแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**  
**เกี่ยวกับ การสังเคราะห์ความสัมพันธ์**

33. ช่วงอายุที่น้อยที่สุดของนักเรียนในแผนภูมินี้คือข้อใด
- ก. 9-10 ปี
  - ข. 9-12 ปี
  - ค. 10-11 ปี
  - ง. **10-12 ปี**



จงพิจารณากราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบรายรับรายจ่าย  
ใน 1 วัน ของนักเรียน 3 คนแล้วตอบคำถาม ข้อ 31

31. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับข้อมูลของ เขียว

- ก. เขียว ไม่มีเงินคงเหลือ  
 ข. เขียว มีเงินคงเหลือมากที่สุด  
 ค. เขียว มีรายจ่ายมากที่สุด  
 ง. เขียว ใช้จ่ายฟุ่มเฟือยมากกว่า ดำ

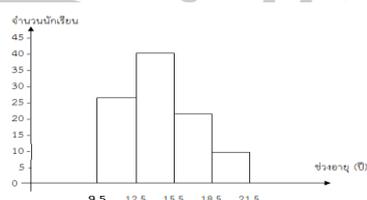
32. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การศึกษาปัญหาของเกษตรกรที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการทำนา จำนวน 3 รายควรเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์
- 2) การสอบถามความคิดเห็นของครูที่มีต่อผลการสอบโอเน็ตของวิชาคณิตศาสตร์ จากครูจำนวน 2,000 ทุกภูมิภาค ควรเก็บข้อมูลโดยการสอบถามทางไปรษณีย์
- 3) เมื่อครูต้องการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนขณะเรียนในชั้นเรียน ควรเก็บข้อมูลโดยการสังเกต

ข้อใดเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลได้เหมาะสมกับจุดประสงค์ที่สุด

- ก. ข้อ 1)  
 ข. ข้อ 3)  
 ค. ข้อ 1) และ 2)  
 ง. ข้อ 2) และ 3)

พิจารณาแผนภูมิต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ 33-34



34. ช่วงอายุที่มีจำนวนนักเรียนมากที่สุดในแผนภูมินี้คือข้อใด

- ก. 10-13 ปี  
 ข. 13-15 ปี  
 ค. 12.5-15.5 ปี  
 ง. 18.5-21.5 ปี

35.  $P_{50}$  มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. ข้อมูลนั้นมีค่าเท่ากับ 50  
 ข. ข้อมูลนั้นอยู่ในลำดับที่ 50  
 ค. มีจำนวนข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่าข้อมูลนี้อยู่ 50% ของข้อมูลทั้งหมด  
 ง. มีจำนวนข้อมูลที่มีค่าเท่ากับข้อมูลนี้อยู่ 50% ของข้อมูลทั้งหมด

36. จากข้อมูล 1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 18, 21 ข้อใดเป็นจริง

- ก.  $P_{20}$  คือ 1      ข.  $P_{30}$  คือ 5  
 ค.  $P_{40}$  คือ 7      ง.  $P_{50}$  คือ 11

37. ค่ามัธยฐานของข้อมูล 2, 4, 6, 8, 12, 10, 14 ต่างจากมัธยฐานของข้อมูล 1, 7, 5, 11, 13, 15, 17 อยู่เท่าใด

- ก. 2      ข. 3  
 ค. 8      ง. 11

38. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) มัธยฐานของข้อมูล 2, 4, 6, 8, 12, 10, 14 คือ 8
  - 2) มัธยฐานของข้อมูล 1, 7, 5, 11, 13, 15, 17 คือ 13
  - 3) ค่ามัธยฐานต้องเป็นค่าที่ปรากฏอยู่ในข้อมูลชุดนั้นเท่านั้น ข้อใดเป็นจริง
- ก. ข้อ 1) เท่านั้น  
 ข. ข้อ 2) เท่านั้น  
 ค. ข้อ 3) เท่านั้น  
 ง. ข้อ 1) และ 3)



<p>45. รายการที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นน้อยที่สุดคือข้อใด</p> <p>ก. งบประมาณที่ใช้ในการจัดแข่งขัน</p> <p>ข. ระยะเวลาที่ใช้ในการแข่งขัน</p> <p>ค. อุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขันทันสมัยและมีคุณภาพ</p> <p>ง. คณะกรรมการตัดสินการแข่งขัน</p> <p>#####</p> <p>#</p>	<p>44. ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับการแข่งขันกีฬาของโรงเรียนอยู่ในระดับใด</p> <p>ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง</p> <p>ข. เห็นด้วยมาก</p> <p>ค. เห็นด้วยปานกลาง</p> <p>ง. เห็นด้วยน้อยที่สุด</p>
---	--

จำนวนข้อสอบทั้ง 45 ข้อ มาจากเนื้อหาสาระในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 บท และสร้างให้ตรงกับพฤติกรรมของบลูม 3 ด้าน ๆ ละ 15  
ข้อ แสดงได้ดังตาราง 18

ตาราง 18 รายละเอียดของข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่วัด

ชื่อเรื่อง	พฤติกรรมที่วัด (ข้อที่)			รวม
	1. จำแนกประเภท (!.23)	2. การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ (4.20)	3. การสังเคราะห์ ความสัมพันธ์ (5.30)	
1. สถิติและข้อมูล	1, 2, 3, 4, 5, 6	7, 8, 9, 10, 11	12, 13, 14, 15	15
2. การวิเคราะห์ ข้อมูลเบื้องต้น	16, 17, 18, 19	20, 21, 22, 23, 24, 25	26, 27, 28, 29, 30	15
3. การสำรวจความคิดเห็น	31, 32, 33, 34, 35	36, 37, 38, 39	40, 41, 42, 43, 44, 45	15
รวม	15	15	15	45

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 19 เฉลยข้อสอบแต่ละข้อ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ง	16	ข	31	ข
2	ง	17	ก	32	ง
3	ง	18	ง	33	ง
4	ข	19	ก	34	ข
5	ง	20	ข	35	ค
6	ค	21	ก	36	ง
7	ก	22	ค	37	ข
8	ข	23	ค	38	ก
9	ข	24	ค	39	ก
10	ข	25	ค	40	ง
11	ข	26	ข	41	ก
12	ค	27	ง	42	ง
13	ค	28	ง	43	ค
14	ค	29	ก	44	ก
15	ข	30	ค	45	ง
แบบทดสอบการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการจัดประเภท		แบบทดสอบการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์		แบบทดสอบการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการสังเคราะห์ ความสัมพันธ์	





1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย

✓ เมื่อข้อความดังกล่าวจัดว่าเป็นสถิติ หรือ

X เมื่อข้อความดังกล่าวไม่จัดว่าเป็นสถิติ

- 1.1).....ราคาข้าวปีนี้ลดลงมาก
- 1.2).....นักเรียนสอบได้ในปีนี้ 54%
- 1.3).....ทีมสำรวจพบพื้นที่ป่าลดลงทุกปี
- 1.4).....ปริมาณน้ำในเขื่อนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- 1.5) .....จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 10%
- 1.6).....ญาญาเป็นดาราที่สวยที่สุดในประเทศไทย
- 1.7).....ภาวะเงินเฟ้อของประเทศไทยปีนี้สูงขึ้นจากปีที่แล้ว 10%
- 1.8).....เนื่องจากภาวะน้ำมันแพง ปริมาณการขายรถยนต์ของบริษัทจึงลดลง60%
- 1.9).....รัฐบาลพยายามปรับปรุงการเก็บภาษีเพื่อให้ได้มากกว่าปีที่แล้วอย่างน้อย30%
- 1.10).....รัฐบาลกำหนดนโยบายเพื่อกระตุ้นจำนวนนักท่องเที่ยวให้เพิ่มขึ้น 20% ภายใน 3 เดือน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเขียนอักษร

A เมื่อข้อความดังกล่าวเป็นข้อมูลปฐมภูมิ หรือ

B เมื่อข้อความดังกล่าวเป็นข้อมูลทุติยภูมิ

- 2.1) .....บทสัมภาษณ์ดาราในนิตยสาร
- 2.2).....ผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์
- 2.3).....จำนวนประชากรจากการทำสำมะโน
- 2.4).....ความคิดเห็นของนักเรียนจากการสัมภาษณ์
- 2.5).....สภาพพื้นที่หลังน้ำท่วมจากการลงศึกษาพื้นที่จริง
- 2.6).....สภาพบ้านเรือนหลังแผ่นดินถล่มจากหนังสือพิมพ์
- 2.7).....ความรู้เรื่องไข้เลือดออกจากรายงานของโรงพยาบาล
- 2.8).....ข้อมูลการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรจากเว็บไซต์
- 2.9).....รายได้เฉลี่ยของประชากร ในปี 2558 จากรายงานประจำปี
- 2.10)..... ความคิดเห็นเกี่ยวกับการแข่งกีฬาจากการตอบแบบสอบถาม

คะแนนที่ได้.....คะแนน

3. จงพิจารณาว่าข้อมูลต่อไปนี้ แล้วเขียนอักษร

A เมื่อเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ หรือ B เมื่อข้อมูลเชิงคุณภาพ

- 3.1).....หมายเลขโทรศัพท์
- 3.2).....ราคาข้าวสารต่อกิโลกรัม
- 3.3).....ขนาดรองเท้าของนักเรียน
- 3.4).....รายได้ของคนในครอบครัว
- 3.5).....คะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ
- 3.6).....จำนวนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน
- 3.7).....ปริมาณการส่งออกข้าวประจำปี
- 3.8).....ความคิดเห็นเกี่ยวกับการแข่งกีฬา
- 3.9).....หมายเลขทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคล
- 3.10).....จำนวนผู้โดยสารที่สถานีรถประจำทาง

คะแนนที่ได้.....คะแนน

จำนวนเงิน (บาท)	แดง	ดำ	เขียว
รายรับ	50	70	80
รายจ่าย	70	50	80

คะแนนที่ได้.....คะแนน

4. จงพิจารณากราฟแสดงการเปรียบเทียบรายรับรายจ่ายใน 1 วัน ของนักเรียน 3 คนและทำเครื่องหมาย

✓ เมื่อข้อความดังกล่าวเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง

X เมื่อข้อความดังกล่าวเป็นข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง

4.1)..... แดง มีรายรับน้อยที่สุด

4.2).....แดงเป็นคนใช้จ่ายฟุ่มเฟือยมากกว่า ดำ

4.3).....แดง มีเงินคงเหลือมากที่สุด

4.4).....ดำ มีรายรับมากที่สุด

4.5).....ดำ เป็นคนใช้จ่ายประหยัดมากกว่า แดง

4.6).....ดำ มีเงินคงเหลือน้อยที่สุด

4.7).....เขียว มีรายจ่ายมากที่สุด

4.8).....เขียว มีเงินคงเหลือมากที่สุด

4.9).....เขียว ไม่มีเงินคงเหลือ

4.10).....เขียว ใช้จ่ายฟุ่มเฟือยมากกว่า ดำ

คะแนนที่ได้.....คะแนน

5. พิจารณาจุดประสงค์หรือสถานการณ์ต่อไปนี้ เลือกวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมเพียงวิธีการเดียวสำหรับหนึ่งข้อ แล้วเติมในตาราง (วิธีการเก็บข้อมูล ได้แก่ การสัมภาษณ์, การสอบถามทางไปรษณีย์, การสอบถามทางโทรศัพท์, การสังเกต, การทดลอง)

ข้อ	จุดประสงค์/สถานการณ์	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
1	การศึกษาปัญหาของเกษตรกรที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการทำนา จำนวน 3 ราย	
2	การสอบถามความคิดเห็นของครูที่มีต่อผลการสอบโอเน็ตของวิชาคณิตศาสตร์ จากครูจำนวน 2,000 ทุกภูมิภาค	
3	ครูต้องการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนขณะเรียนในชั้นเรียน	
4	นักเรียนต้องการพิสูจน์ว่าโซดาสามารถนำมาหมักเนื้อให้นุ่มได้	
5	การศึกษาประวัติของนักแสดงนำหญิงยอดเยี่ยม	
6	การศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ตกในเดือนกันยายน	

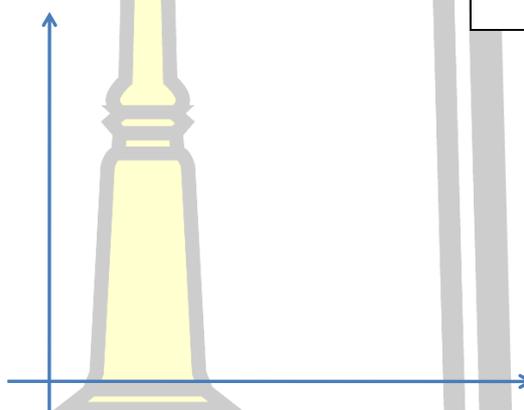
6. จงเติมค่าความถี่สะสม ความถี่สัมพัทธ์ และความถี่สะสมสัมพัทธ์ ลงในตาราง					คะแนนที่ได้.....คะแนน
คะแนน	ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (F)	ความถี่สัมพัทธ์	ความถี่สะสมสัมพัทธ์	
10 - 20	7				
20 - 29	13				
30 - 39	18				
40 - 49	22				
50 - 59	13				
60 - 69	10				
70 - 79	4				



7. จงเติมขอบบนและขอบล่างของแต่ละอันตรภาคชั้น และสร้างฮิสโทแกรมจากตารางแจกแจงความถี่แสดงจำนวนนักเรียนในแต่ละช่วงอายุ ต่อไปนี้

ช่วงอายุ (ปี)	จำนวนนักเรียน(คน)	ขอบล่าง	ขอบบน
10 - 12	27		
13 - 15	43		
16 - 18	21		
19 - 21	9		

คะแนนที่ได้.....คะแนน



คะแนนที่ได้.....คะแนน

8. จงเขียนตัวเลข 1, 2, 3 และ 4 หน้าข้อความ โดยเรียงลำดับขั้นตอนการสร้างแผนภาพต้น-ใบให้ถูกต้อง  
กรณีข้อมูลมีดังนี้ 3 15 21 30 9 11 4 18 21 30 30 14 5 11

.....แบ่งคะแนนสอบออกเป็นช่วงๆ

.....นำข้อมูลทั้งหมดมาเขียนเรียงเป็นแผนภาพต้น - ใบ

.....นำเลขโดดในหลักหน่วยของข้อมูลแต่ละช่วงมาเป็นใบ (leaf)

.....นำข้อมูลจากข้อ 1 มาสร้างเป็นลำต้น (Stem) โดยใช้เลขโดดจากหลักสิบของแต่ละช่วง

คะแนนที่ได้.....คะแนน

9. พิจารณาข้อความ “คะแนนสอบวิชาภาษาไทยของเต้าตรงกับตำแหน่ง  $P_{80}$ ” จากนั้นทำเครื่องหมาย

✓ เมื่อข้อความดังกล่าวเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง

X เมื่อข้อความดังกล่าวเป็นข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง

.....9.1) เต้าสอบได้คะแนน 80 คะแนน

.....9.2) เต้าสอบได้คะแนน 20 คะแนน

.....9.3) เต้าสอบได้คะแนนเป็นลำดับที่ 80

.....9.4) เต้าสอบได้คะแนนเป็นลำดับที่ 20

.....9.5) มีนักเรียนที่สอบได้คะแนนน้อยกว่าเต้าคิดเป็น 20%

.....9.6) มีนักเรียนที่สอบได้คะแนนน้อยกว่าเต้าคิดเป็น 80%

.....9.7) มีนักเรียนที่สอบได้คะแนนมากกว่าเต้าคิดเป็น 20%

<p>.....9.8) มีนักเรียนที่สอบได้คะแนนมากกว่าแต่าคิดเป็น 80%</p> <p>.....9.9) มีนักเรียนที่สอบได้คะแนนเท่ากับแต่าคิดเป็น 20%</p> <p>.....9.10) มีนักเรียนที่สอบได้คะแนนเท่ากับแต่าคิดเป็น 80%</p>	
<p>10. จงทำเครื่องหมาย <math>\checkmark</math> เมื่อข้อความกล่าวถูกต้อง</p> <p>X เมื่อข้อความกล่าวไม่ถูกต้อง</p> <p>.....10.1) <math>P_{50}</math> เป็นค่ามัธยฐานของข้อมูล</p> <p>.....10.2) <math>P_{50}</math> เป็นค่าฐานนิยมของข้อมูล</p> <p>.....10.3) <math>P_{50}</math> เป็นค่าของข้อมูลที่อยู่ในลำดับที่ 50</p> <p>.....10.4) <math>P_{50}</math> หมายถึง มีจำนวนข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่าข้อมูลนี้อยู่ 50% ของข้อมูลทั้งหมด</p> <p>.....10.5) <math>P_{50}</math> หมายถึง มีจำนวนข้อมูลที่มีค่าเท่ากับข้อมูลนี้อยู่ 50% ของข้อมูลทั้งหมด</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">คะแนนที่ได้.....คะแนน</div>
<p>11. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ 1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 18, 21 แล้วหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่กำหนดให้</p> <p>11.1) <math>P_{10}</math> คือ .....</p> <p>11.2) <math>P_{20}</math> คือ .....</p> <p>11.3) <math>P_{30}</math> คือ .....</p> <p>11.4) <math>P_{40}</math> คือ .....</p> <p>11.5) <math>P_{50}</math> คือ .....</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">คะแนนที่ได้.....คะแนน</div>
<p>12. จงพิจารณาข้อความเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตแล้วทำเครื่องหมาย</p> <p><math>\checkmark</math> เมื่อข้อความกล่าวถูกต้อง</p> <p>X เมื่อข้อความกล่าวไม่ถูกต้อง</p> <p>.....12.1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล 2, 4, 6, 8, 10 คือ 8</p> <p>.....12.2) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล 1, 3, 5, 7, 9, 11 คือ 6</p> <p>.....12.3) ถ้าผลบวกของข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4 แล้วแสดงว่ามีข้อมูล 5 จำนวน</p> <p>.....12.4) ถ้าผลบวกของข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 100 จำนวนข้อมูลมี 5 จำนวนแล้วค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 10</p> <p>.....12.5) ถ้าจำนวนข้อมูลมี 10 จำนวน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 25 แล้วผลบวกของข้อมูลทั้งหมดจะเท่ากับ 250</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">คะแนนที่ได้.....คะแนน</div>

13. จงพิจารณาข้อความในตาราง ว่าเป็นลักษณะของ “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม” หรือ “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก” แล้วเติมลงในช่องว่างในตาราง		คะแนนที่ได้.....คะแนน
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ลักษณะ/ความหมาย	
	เป็นการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลหลายชุดที่ทำค่าเฉลี่ยเลขคณิตไว้แล้ว	
	เป็นการหาค่าเฉลี่ยที่ข้อมูลแต่ละตัวมีความสำคัญไม่เท่ากัน	
	การหาค่าเฉลี่ยผลการเรียน ของนักเรียนหนึ่งคนจากการลงทะเบียนเรียน 10 วิชาและหน่วยกิตแต่ละวิชาไม่เท่ากัน	
	การหาค่าเฉลี่ยเงินเดือนของพนักงานบริษัทที่มี 3 กลุ่ม โดยคิดจากค่าจ้างเฉลี่ยรายวัน	
	การหาราคาผลไม้โดยเฉลี่ย เมื่อสมศรีซื้อเงาะ 5 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 15 บาท มังคุด 6 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 20 บาททุเรียน 9 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 25 บาท	
14. จงพิจารณาข้อความเกี่ยวกับมัธยฐานแล้วทำเครื่องหมาย <input checked="" type="checkbox"/> เมื่อข้อความกล่าวถูกต้อง <input type="checkbox"/> X เมื่อข้อความกล่าวไม่ถูกต้อง .....14.1) มัธยฐานของข้อมูล 2, 4, 6, 8, 12, 10, 14 คือ 8 .....14.2) มัธยฐานของข้อมูล 1, 7, 5, 11, 13, 15, 17 คือ 13 .....14.3) ค่ามัธยฐานหาได้โดยไม่ต้องคำนวณในทุกกรณี .....14.4) ค่ามัธยฐานต้องเป็นค่าที่ปรากฏอยู่ในข้อมูลชุดนั้นเท่านั้น .....14.5) มัธยฐาน คือ ค่าที่มีตำแหน่งอยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก หรือจากมากไปหาน้อย		คะแนนที่ได้.....คะแนน
15. จงพิจารณาข้อความเกี่ยวกับฐานนิยมแล้วทำเครื่องหมาย <input checked="" type="checkbox"/> เมื่อข้อความกล่าวถูกต้อง <input type="checkbox"/> X เมื่อข้อความกล่าวไม่ถูกต้อง .....15.1) ฐานนิยมของข้อมูล 1, 4, 4, 5, 7, 9, 11 คือ 5 .....15.2) ฐานนิยมของข้อมูล 3, 3, 3, 3, 3, 3 คือ 3 .....15.3) ฐานนิยมของข้อมูล 1, 6, 7, 1, 7, 6 คือ 7 .....15.4) ข้อมูล 1, 3, 5, 7, 9, 11 ไม่มีฐานนิยม .....15.5) ข้อมูล 1, 4, 4, 5, 7, 9, 11 มีมัธยฐานกับฐานนิยมต่างกัน 1		คะแนนที่ได้.....คะแนน

16. จงเติมค่ากลางลงในตาราง (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, มัธยฐาน, ฐานนิยม) เพียงชนิดเดียวที่มีสมบัติตรงตามข้อความ

ข้อ	สมบัติ/ลักษณะ	ค่ากลาง
1	หาง่ายเพียงแต่เรียงข้อมูลจากน้อยไปหามากหรือจากมากไปหาน้อย	
2	เหมาะสำหรับการหาค่ากลางของข้อมูลเชิงคุณภาพ	
3	เป็นค่าที่ได้จากการพบข้อมูลบ่อยที่สุดหรือมีความถี่สูงสุด	
4	เป็นค่าที่ได้จากการนำทุก ๆ ค่าของข้อมูลมาเฉลี่ย	
5	เป็นค่าที่ได้จากการพิจารณาตำแหน่งหรือลำดับที่ของข้อมูล	
6	หากมีข้อมูลสูงหรือต่ำกว่าข้อมูลอื่นๆ มากจะกระทบต่อค่ากลางประเภทนี้	

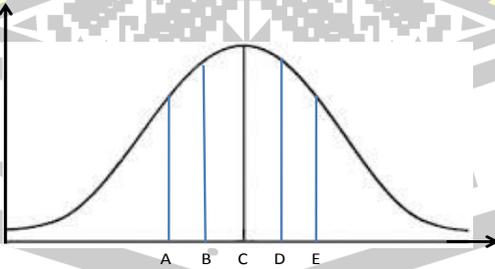
คะแนนที่ได้.....คะแนน

17. จงพิจารณาข้อความเกี่ยวกับการวัดการกระจายของข้อมูลแล้วทำเครื่องหมาย  
 ✓ เมื่อข้อความกล่าวถูกต้อง  
 X เมื่อข้อความกล่าวไม่ถูกต้อง

.....17.1) พิสัยคือค่าที่ได้จากการนำข้อมูลที่มีค่าสูงสุดลบด้วยข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด  
 .....17.2) ค่าความแปรปรวนเป็นวิธีการวัดการกระจายที่นิยมและเชื่อถือได้มากที่สุด  
 .....17.3) ต้องใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 .....17.4) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหาได้จากค่าความแปรปรวนยกกำลังสอง  
 .....17.5) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงสุด คือ 1

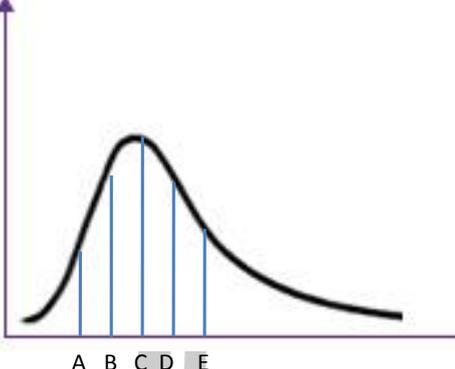
คะแนนที่ได้.....คะแนน

18. จงเติมคำตอบที่ถูกต้อง ลงในช่องว่างแต่ละข้อต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์



คะแนนที่ได้.....คะแนน

18.1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ตรงกับตำแหน่ง.....  
 18.2) ค่ามัธยฐานอยู่ตรงกับตำแหน่ง .....



19. จากเส้นโค้งความถี่ข้างบน จงตอบคำถามต่อไปนี้

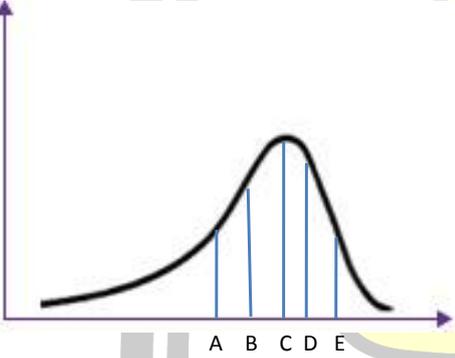
19.1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ตรงกับตำแหน่ง.....

19.2) ค่ามัธยฐานอยู่ตรงกับตำแหน่ง .....

19.3) ค่าฐานนิยมอยู่ตรงตำแหน่ง .....

19.4) เป็นเส้นโค้งความถี่ประเภท .....

คะแนนที่ได้.....คะแนน



20. จากเส้นโค้งความถี่ข้างบน จงตอบคำถามต่อไปนี้

20.1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ตรงกับตำแหน่ง.....

20.2) ค่ามัธยฐานอยู่ตรงกับตำแหน่ง .....

20.3) ค่าฐานนิยมอยู่ตรงตำแหน่ง .....

20.4) เป็นเส้นโค้งความถี่ประเภท .....

คะแนนที่ได้.....คะแนน

21. จงพิจารณาขั้นตอนการสำรวจความคิดเห็น แล้วใส่หมายเลข 1 – 4 ตามลำดับให้ถูกต้อง

..... กำหนดวิธีเลือกตัวอย่าง

..... การสร้างแบบสำรวจความคิดเห็น

..... การกำหนดขอบเขตของการสำรวจ

..... การประมวลผลวิเคราะห์ความคิดเห็น

คะแนนที่ได้.....คะแนน

22. จงพิจารณาข้อความเกี่ยวกับวิธีเลือกตัวอย่างแล้วทำเครื่องหมาย

✓ เมื่อข้อความกล่าวถูกต้อง  
X เมื่อข้อความกล่าวไม่ถูกต้อง

.....22.1) การสุ่มโดยใช้ตารางเลขสุ่มนิยมใช้กับกลุ่มที่มีจำนวนหน่วยตัวอย่างมาก

.....22.2) การสุ่มตัวอย่างมี 3 วิธี คือ จับสลาก, ตารางเลขสุ่ม และการสุ่มอย่างเป็นระบบ

.....22.3) การเลือกตัวอย่างแบบชั้นภูมิ เหมาะที่จะใช้กับการสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มที่ไม่มีกรอบตัวอย่างหรือมีกรอบตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์

.....22.4) การเลือกตัวอย่างแบบกำหนดโควตา เป็นวิธีการเลือกตัวอย่างที่เหมาะสมที่ใช้สำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มที่มีกรอบตัวอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

.....22.5) ถ้านักเรียนต้องการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริการห้องสมุดของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ นักเรียนควรเลือกใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบหลายชั้น

คะแนนที่ได้.....คะแนน

23. จงพิจารณาข้อความเกี่ยวกับลักษณะของแบบสำรวจความคิดเห็น แล้วทำเครื่องหมาย

✓ เมื่อข้อความกล่าวถูกต้อง  
X เมื่อข้อความกล่าวไม่ถูกต้อง

.....23.1) แบบสำรวจความคิดเห็นควรมีส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน

.....23.2) ระดับการศึกษา ไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในการตอบแบบสำรวจความคิดเห็น

.....23.3) เพศ อายุ อาชีพของผู้ตอบแบบสำรวจ เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องมีในแบบสำรวจ

.....23.4) ควรใช้ข้อความที่กระชับชัดเจนเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจคำถาม

.....23.5) แบบสำรวจไม่ควรเว้นที่ว่างให้มีข้อเสนอแนะ เพราะจะทำให้ยากต่อการวิเคราะห์ผล

.....23.6) คำถามที่ใช้จะต้องไม่เป็นคำถามชี้นำเพื่อให้ได้คำตอบตามที่ผู้สำรวจต้องการ

.....23.7) ผู้ตอบแบบสำรวจควรมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ทำการศึกษาเป็นอย่างดี

.....23.8) ส่วนสุดท้ายของแบบสำรวจ คือ ส่วนที่เป็นความคิดเห็นของผู้ตอบในด้านต่างๆ ที่สำรวจ

.....23.9) จำนวนคำถามของแบบสำรวจ ควรมีให้มากและละเอียด เพื่อให้ครอบคลุมทุกประเด็น

.....23.10) ส่วนประกอบของแบบสำรวจความคิดเห็นที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ทำการศึกษาได้ดีที่สุด คือ ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสำรวจ

คะแนนที่ได้.....คะแนน

ตารางแสดงผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมกีฬาภายใน

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ระยะเวลาที่ใช้ในการแข่งขัน	27	6	5	2	0
2	ความร่วมมือของครูและนักเรียนในโรงเรียน	33	4	3	0	0
3	อุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขันทันสมัยและมีคุณภาพ	25	10	5	1	0
4	งบประมาณที่ใช้ในการจัดแข่งขัน	31	7	1	1	0
5	คณะกรรมการตัดสินการแข่งขันกีฬามีความยุติธรรม	24	8	5	3	0

คะแนนที่ได้.....คะแนน

ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น
4.51 – 5.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.51 – 4.50	เห็นด้วยมาก
2.51 – 3.50	เห็นด้วยปานกลาง
1.51 – 2.50	เห็นด้วยน้อย
1.00 – 1.50	เห็นด้วยน้อยที่สุด

24. จงหาค่าต่อไปนี้ จากข้อมูลในตาราง

24.1) ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการแข่งขันมีค่าเท่ากับ .....

24.2) ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการแข่งขันอยู่ในระดับ .....

24.3) ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับคณะกรรมการตัดสินการแข่งขันก็หาที่มีความยุติธรรมอยู่ในระดับ.....

24.4) ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับการแข่งขันกีฬาของโรงเรียนกุณินารายณ์โดยรวมอยู่ในระดับ.....

24.5) รายการที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นมากที่สุด คือ .....

24.6) รายการที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นน้อยที่สุดคือ .....

25. จงพิจารณาข้อความเกี่ยวกับการนำผลการสำรวจความคิดเห็นไปใช้ประโยชน์ แล้วทำเครื่องหมาย

✓ เมื่อข้อความดังกล่าวเป็นประโยชน์ของการสำรวจ

X เมื่อข้อความกล่าวไม่เป็นประโยชน์ของการสำรวจ

.....25.1) ช่วยในการตัดสินใจดำเนินการต่อไป

.....25.2) ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างโครงการใหม่ๆ

.....25.3) เป็นข้อมูลในการหาผู้กระทำความผิดหรือผู้บกพร่องในหน้าที่

.....25.4) ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดกลยุทธ์ ทิศทางขององค์กร

.....25.5) นำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีการปฏิบัติงานหรือวิธีดำเนินงาน ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คะแนนที่ได้.....คะแนน



ตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เข้าเกณฑ์

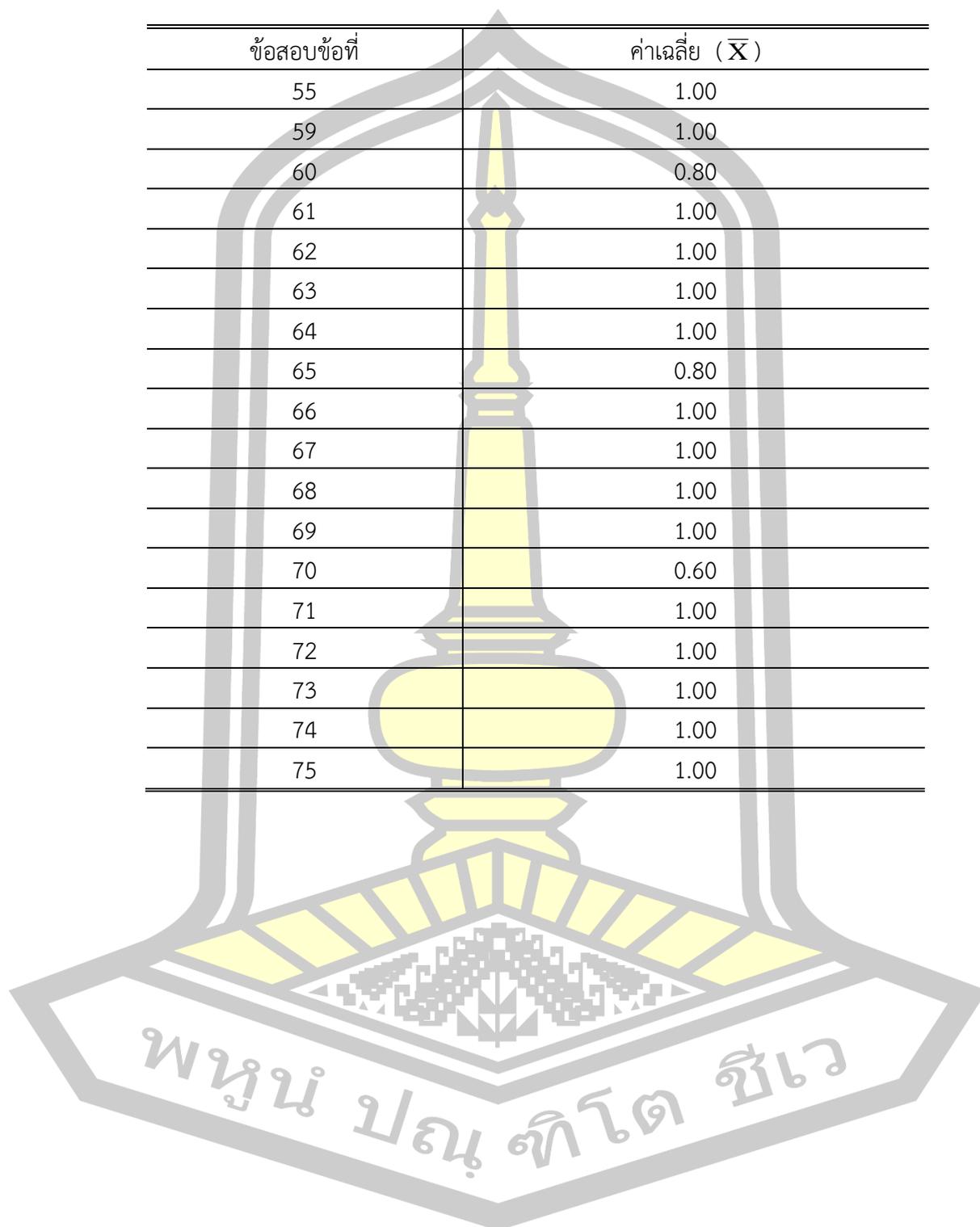
ข้อสอบข้อที่	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )
1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	0.80
5	1.00
6	1.00
7	1.00
8	1.00
9	1.00
10	0.60
11	1.00
12	1.00
13	1.00
14	1.00
15	1.00
16	1.00
17	1.00
18	1.00
19	1.00
20	0.80
21	1.00
22	1.00
23	0.80
24	1.00
25	1.00
26	1.00

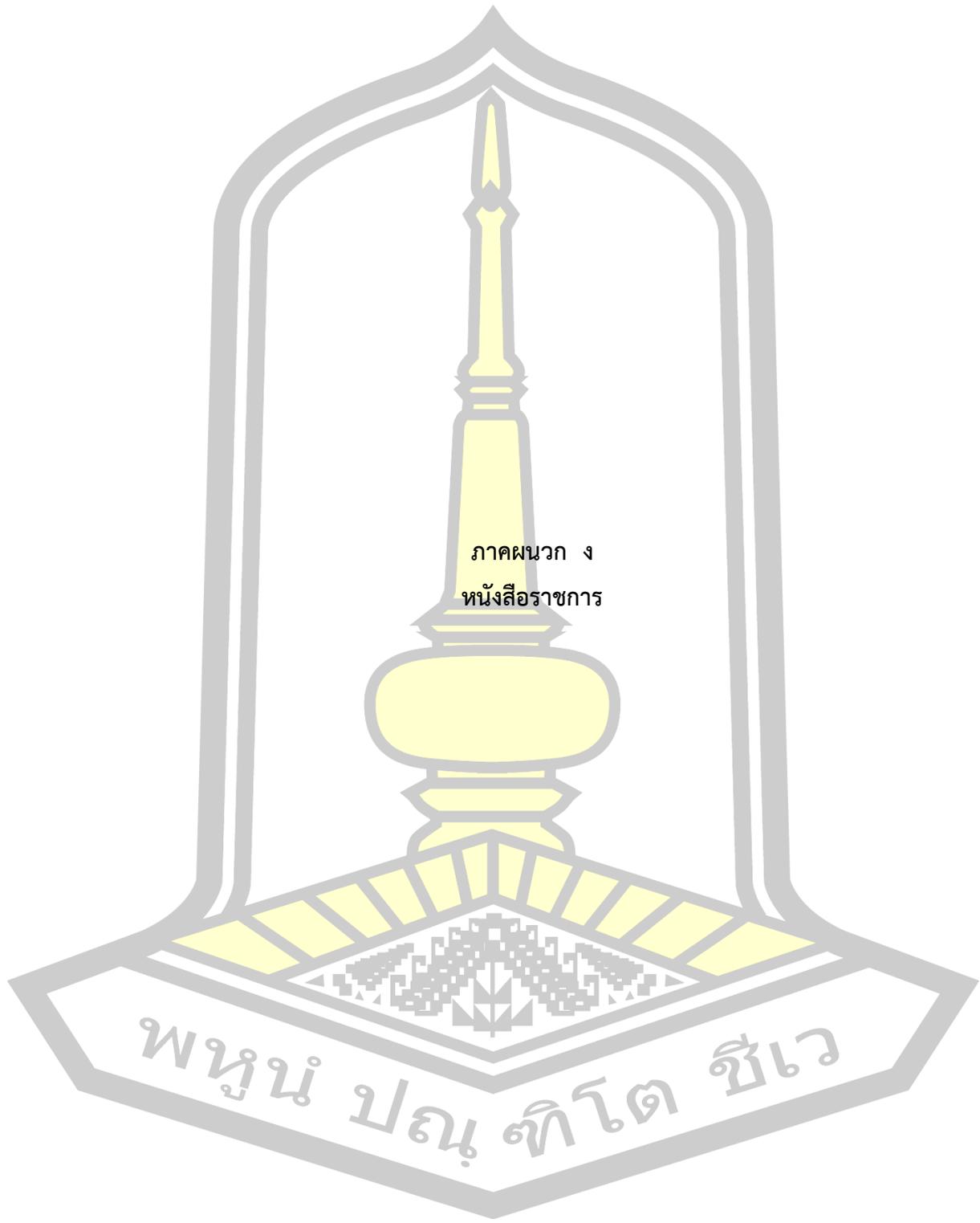
ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )
27	1.00
28	0.80
29	1.00
30	1.00
31	1.00
32	1.00
33	1.00
34	1.00
35	1.00
36	0.60
37	1.00
38	1.00
39	1.00
40	1.00
45	0.80
46	1.00
48	1.00
49	1.00
48	1.00
49	1.00
50	1.00
51	1.00
52	0.80
53	1.00
54	1.00
55	0.80
56	1.00

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )
55	1.00
59	1.00
60	0.80
61	1.00
62	1.00
63	1.00
64	1.00
65	0.80
66	1.00
67	1.00
68	1.00
69	1.00
70	0.60
71	1.00
72	1.00
73	1.00
74	1.00
75	1.00





ภาคผนวก ง  
หนังสือราชการ

พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว



ที่ ศธ 0530.5(2)/ 3353

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกุฉินารายณ์

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นีสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์  
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสามขาสว่างวิทย์

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นีสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์  
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนิคมหนองแก้วญาณเวที

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพุทธโฆษาภวนาประชาสรรค์

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาไชยพิทยาคม

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกุฉินารายณ์

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิติตจะได้ดำเนินการในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเขาวงพิทยาคาร

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กาฬสินธุ์

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่วันที่.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนร่องคำ

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่วันที่.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212



ที่ ศธ 0530.5(2)/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสมเด็จพระเทพิตยาคม

ด้วย นางสาวโชติกา เรืองศรี ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาฬสินธุ์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติกา เรืองศรี ทดลองใช้เครื่องมือกับหน่วยงานของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน.....มกราคม พ.ศ. 2559..... เป็นต้นไป เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6212.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางโชติกา จันทร์วัน  
วันเกิด วันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2519  
สถานที่เกิด อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์  
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 92 หมู่ 1 ตำบลจุมจัง อำเภอกุฉินารายณ์  
จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46110  
ตำแหน่งหน้าที่การงาน ครูชำนาญการ  
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนกุฉินารายณ์ อำเภอกุฉินารายณ์  
จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46110  
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2534 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจุมจังพลังราษฎร์  
จังหวัดกาฬสินธุ์  
พ.ศ. 2537 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบัวขาว  
จังหวัดกาฬสินธุ์  
พ.ศ. 2542 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์  
สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร  
พ.ศ. 2562 ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)  
สาขาวิชาการวัดผลและประกันคุณภาพการศึกษา  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ทิโต ชีเว