

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อการพัฒนาแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ (Three Parameter Logistic Model) ในการวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อคัดเลือกและพัฒนาเป็นข้อสอบสำหรับใช้วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน โดยมีวิธีในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดตรัง จำนวน 8,186 คน จากจำนวนโรงเรียน 300 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดตรัง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1 (Try out 1) เพื่อนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมเพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) แล้วทำการคัดเลือกข้อสอบ และปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Selection) ผู้วิจัยได้เลือกจากโรงเรียนในจังหวัดตรัง ได้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 315 คน เนื่องจากจำนวนข้อสอบมีมากผู้วิจัยจึงสุ่มแบบทดสอบเพียงฉบับเดียวเท่านั้นสำหรับนักเรียนแต่ละคนโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ฉบับละ 105 คน มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 รายชื่อโรงเรียนและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือ ครั้งที่ 1

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)			รวม
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	
โรงเรียนอนุบาลตรัง	40	45	40	125
โรงเรียนบ้านลำภูรา	30	35	-	65
โรงเรียนบ้านโคกยาง	35	-	-	35
โรงเรียนทุ่งหนองแห้ง	-	-	40	40
โรงเรียนบ้านไทรงาม	-	-	25	25
โรงเรียนบ้านคลองเต็ง	-	25	-	25
รวม	105	105	105	315

2.2 กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือ เพื่อนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ข้อสอบ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ (Unidimensionality) ก่อนที่จะวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งโรงเรียนจังหวัดตรัง ออกเป็น 3 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง โรงเรียนขนาดเล็ก โดยใช้เกณฑ์การแบ่งขนาดจำนวนนักเรียนของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2534 : 70) ซึ่งกำหนดขนาดโรงเรียนเป็น 7 แบบ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

แบบที่ 1 จำนวนนักเรียน 1- 120 คน

แบบที่ 2 จำนวนนักเรียน 121- 300 คน

แบบที่ 3 จำนวนนักเรียน 301- 600 คน

แบบที่ 4 จำนวนนักเรียน 601- 900 คน

แบบที่ 5 จำนวนนักเรียน 901- 1,200 คน

แบบที่ 6 จำนวนนักเรียน 1,200- 1,500 คน

แบบที่ 7 จำนวนนักเรียน 1,500 ขึ้นไป

เพื่อความเหมาะสมในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาโรงเรียนออกเป็น 3 ขนาดซึ่งได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง โรงเรียนขนาดเล็ก

โรงเรียนขนาดใหญ่มีจำนวนนักเรียน 1,001 คน ขึ้นไป
 โรงเรียนขนาดกลางมีจำนวนนักเรียน 501 - 1,000 คน
 โรงเรียนขนาดเล็กมีจำนวนนักเรียนน้อยกว่า 500 คน
 จะได้โรงเรียนกลุ่มประชากรตามขนาดของโรงเรียนดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 1 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 3 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 6 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยให้สอดคล้องกับทฤษฎีการตอบสนอง
 ข้อสอบ ตามที่ ฮูลิน, ลิสแซค และดราสโกว์ (Hulin, Lissak and Drasgow อ้างถึงใน อุทุมพร
 จามรมาน, 2539 : 164) กล่าวว่า เพื่อความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์
 โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ นั้นควรมีจำนวนผู้สอบอย่าง
 น้อย 500 คน ผู้วิจัยจึงใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 525 คน

ขั้นที่ 3 ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random
 Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

3.1 กำหนดหาขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของอำเภอโดยใช้สูตรดังนี้
 (นิยม ประคำ, 2527 : 13)

$$n_i = \left(\frac{N_i}{N} \right) n$$

เมื่อ n_i แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้น

N_i แทน ขนาดประชากรในแต่ละชั้น

N แทน ขนาดประชากรทั้งหมด

n แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

จะได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบจำแนกตามขนาดโรงเรียน
 ดังนี้ โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 232 คน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 314 คน และโรงเรียน
 ขนาดเล็ก 375 คน

ขั้นที่ 4 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก
 โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยผู้วิจัยจะสุ่มห้องเรียนครั้งละ 1 ห้อง
 จนได้นักเรียนตามที่กำหนดไว้ในแต่ละขนาดโรงเรียน ดังแสดงในตาราง 4

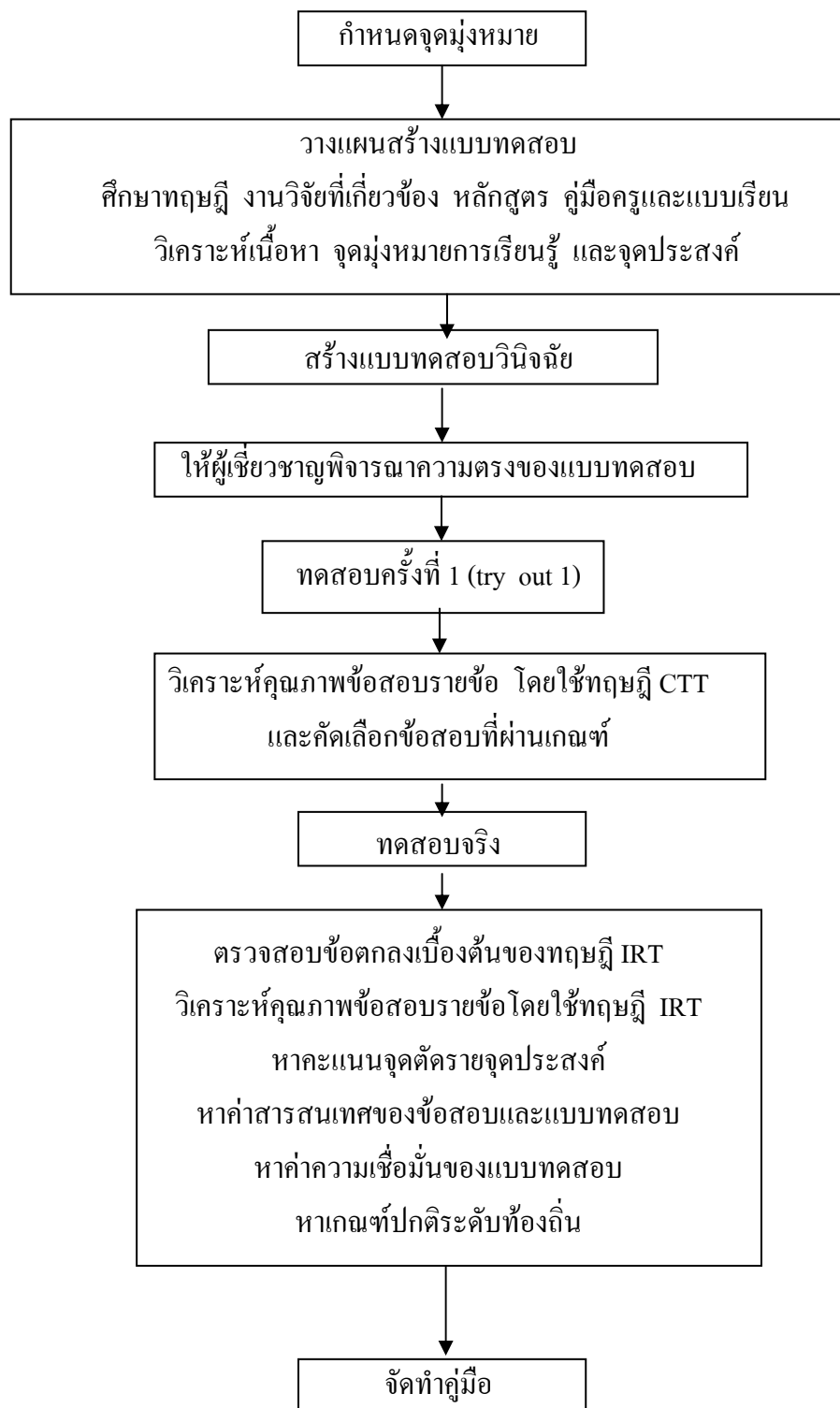
ตาราง 4 รายชื่อโรงเรียนและขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ครั้งที่ 2

ชื่อโรงเรียนที่สุ่มได้	จำนวนนักเรียน (คน)
<u>ขนาดใหญ่</u>	
1. โรงเรียนวัดควนวิเศษ	132
รวม	132
<u>ขนาดกลาง</u>	
1. โรงเรียนบ้านย่านตาขาว	95
2. โรงเรียนบ้านท่าส้ม	42
3. โรงเรียนบ้านลำกูรา	43
รวม	180
<u>ขนาดเล็ก</u>	
1. โรงเรียนเพาะปัญญา	28
2. โรงเรียนบ้านทุ่งค่าย	36
3. โรงเรียนบ้านควนสวรรค์	34
4. โรงเรียนบ้านบางสัก	36
5. โรงเรียนบ้านปะเหลียน	37
6. โรงเรียนบ้านทุ่งยาว	42
รวม	213
รวมทั้งหมด	525

วิธีดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางและขั้นตอนการสร้าง ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามลำดับขั้น ในภาพประกอบ 5 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นำไปใช้ทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากเรียนจบเนื้อหาทั้งหมด เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียน และจะได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนและนำข้อมูลมาพิจารณาเพื่อเป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

2. ศึกษาวางแผนในการสร้างแบบทดสอบ

2.1 ศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบ วิธีสร้างแบบทดสอบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือ หนังสือแบบเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และในระดับชั้นที่ผ่านมา เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาเกี่ยวข้องในการสร้างแบบทดสอบ

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยยึดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

จากการที่ได้วิเคราะห์เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จึงสร้างตารางหน่วยการเรียนรู้ที่จะสร้างแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงหน่วยการเรียนรู้

โดเมน	หน่วยการเรียนรู้
1. ความคิดรวบยอด	1.1 จำนวนและการบวก การลบ การคูณ การหาร 1.2 สมการและการแก้สมการ 1.3 ตัวประกอบของจำนวนนับ 1.4 มุมและส่วนของเส้นตรง 1.5 เส้นขนาน 1.6 ทิศและแผนผัง 1.7 เศษส่วน 1.8 การบวก ลบ และคูณทศนิยม

โดเมน	หน่วยการเรียนรู้
2. การคิดคำนวณ	2.1 จำนวนและการบวก การลบ การคูณ การหาร 2.2 สมการและการแก้สมการ 2.3 ตัวประกอบของจำนวนนับ 2.4 มุมและส่วนของเส้นตรง 2.5 เส้นขนาน 2.6 ทิศและแผนผัง 2.7 เศษส่วน 2.8 การบวก ลบ และคูณทศนิยม
3. การนำไปใช้	3.1 จำนวนและการบวก การลบ การคูณ การหาร 3.2 สมการและการแก้สมการ 3.3 ตัวประกอบของจำนวนนับ 3.4 มุมและส่วนของเส้นตรง 3.5 เส้นขนาน 3.6 ทิศและแผนผัง 3.7 เศษส่วน 3.8 การบวก ลบ และคูณทศนิยม

2.4 เมื่อสร้างตารางหน่วยการเรียนรู้แล้วจึงเขียนจุดประสงค์เพื่อเป็นแบบแผนในการสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงหน่วยการเรียนรู้กับจุดประสงค์

โดเมน / หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	กลุ่มข้อสอบ
<p>1. ความคิดรวบยอด/</p> <p>1.1 จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหาร</p> <p>1.2 สมการและการแก้สมการ</p> <p>1.3 ตัวประกอบของจำนวนนับ</p> <p>1.4 มุมและส่วนของเส้นตรง</p>	<p>1. สามารถบอกค่าประจำหลัก ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก เขียนในรูปกระจาย และสามารถเรียงลำดับจำนวนได้ เมื่อกำหนดจำนวนนับให้</p> <p>2. สามารถหาค่าประมาณใกล้เคียงเป็นจำนวนเต็มสิบ ร้อย พัน หมื่น แสน และล้านได้ เมื่อกำหนดจำนวนนับให้</p> <p>3. สามารถบอกได้ว่าเป็นสมการหรือไม่เป็นสมการ และสามารถบอกได้ว่าเป็นสมการที่เป็นจริงหรือเป็นเท็จเมื่อกำหนดสมการให้</p> <p>4. สามารถหาตัวประกอบ และแยกตัวประกอบได้ เมื่อกำหนดจำนวนนับให้</p> <p>5. สามารถบอกชื่อมุม จุดยอดมุม แขนงของมุม และจำแนกชนิดของมุม เมื่อกำหนดมุมให้</p>	<p>- หลักเลขและค่าประจำหลัก ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก</p> <p>- การเขียนในรูปกระจาย</p> <p>- การเรียงลำดับจำนวน</p> <p>- การประมาณค่าใกล้เคียงเป็นจำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย เต็มพัน เต็มหมื่น เต็มแสน และเต็มล้าน</p> <p>- ความหมายของสมการ</p> <p>- ตัวประกอบ</p> <p>- การแยกตัวประกอบ</p> <p>- มุม</p>

โดเมน / หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	กลุ่มข้อสอบ
1.5 เส้นขนาน	<p>6. สามารถบอกชื่อมุมแย้งที่เท่ากันได้ เมื่อกำหนดเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นขนานคู่หนึ่งให้</p> <p>7. สามารถบอกชื่อมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดที่รวมกันเป็น 180 องศาได้ เมื่อกำหนดเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นขนานคู่หนึ่งให้</p>	<p>- เส้นขนานและมุมแย้ง</p> <p>- เส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด</p>
1.6 ทิศและแผนผัง	8. สามารถบอกชื่อและทิศทางของทิศทั้งแปดได้ เมื่อกำหนดทิศทั้งแปดให้	- การบอกชื่อและทิศทางของทิศทั้งแปดทิศ
1.7 เศษส่วน	9. สามารถเขียนเศษส่วนที่เท่ากับเศษส่วนนั้น เปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนเมื่อกำหนดเศษส่วนให้ได้	<p>- เศษส่วนที่เท่ากัน</p> <p>- การเปรียบเทียบ</p> <p>- การเรียงลำดับเศษส่วน</p>
1.8 การบวก ลบและคูณทศนิยม	<p>10. สามารถอ่านและเขียนทศนิยม และสามารถบอกค่าประจำหลัก ค่าของตัวเลขในหลักต่างๆ ได้ เมื่อกำหนดทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งให้</p> <p>11. สามารถเขียนทศนิยมในรูปกระจาย เปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยมได้ เมื่อกำหนดทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งให้</p>	<p>- การอ่านและเขียนทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง</p> <p>- หลักเลขและค่าประจำหลักค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก</p> <p>- การเขียนทศนิยมในรูปกระจาย</p> <p>- การเปรียบเทียบทศนิยม</p> <p>- การเรียงลำดับทศนิยม</p>

โดเมน / หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	กลุ่มข้อสอบ
1.8 การบวก ลบ และคูณทศนิยม	12. สามารถเขียนในรูปเศษส่วนได้ เมื่อกำหนดทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งให้ และสามารถเขียนในรูปทศนิยมได้เมื่อกำหนดเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 10 , 100 , 1,000 ให้	<ul style="list-style-type: none"> - การเขียนทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งในรูปเศษส่วน - การเขียนเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10,100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม
2. การคิดคำนวณ/ 2.1 จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหาร	13. สามารถหาคำตอบได้ เมื่อกำหนดโจทย์การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนนับ และจำนวนนับระคนให้	<ul style="list-style-type: none"> - การบวกจำนวนนับ - การลบจำนวนนับ - การคูณจำนวนนับ - การหารจำนวนนับ - การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนนับระคน
2.2 สมการและการแก้สมการ	14. สามารถหาคำตอบและแสดงวิธีแก้สมการได้ เมื่อกำหนดสมการเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ หรือการหารที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวให้	<ul style="list-style-type: none"> - สมการ
2.3 ตัวประกอบของจำนวนนับ	15. สามารถหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับได้ เมื่อกำหนดจำนวนนับไม่เกินสี่จำนวนให้	<ul style="list-style-type: none"> - ห.ร.ม. - ค.ร.น.

โดเมน/หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	กลุ่มข้อสอบ
2.4 มุมและส่วนของเส้นตรง	16. สามารถหาคำตอบได้ เมื่อกำหนดโจทย์การบวก การลบ การคูณ และการหารมุมได้	- มุม
2.5 เส้นขนาน	17. สามารถใช้สมบัติการเท่ากันของมุมแย้งหรือผลบวกของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเป็น 180 องศา เมื่อกำหนดรูปให้	- เส้นขนานและมุมแย้ง
2.6 ทิศและแผนผัง	18. สามารถอธิบายเส้นทางจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่งหรือบอกตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ โดยระบุทิศทางและระยะทางจริงได้ เมื่อกำหนดรูปภาพ แผนที่ แผนผังแสดงเส้นทาง การเดินทางหรือแสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ โดยมีทิศและมาตราส่วนกำกับไว้ให้	- การอ่านแผนที่ แผนผังที่มีทิศและมาตราส่วนกำกับ
2.7 เศษส่วน	19. สามารถหาคำตอบได้ เมื่อกำหนดโจทย์การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน และเศษส่วนระคนให้	<ul style="list-style-type: none"> - การบวกเศษส่วน - การลบเศษส่วน - การคูณเศษส่วน - การหารเศษส่วน - การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนระคน
2.8 การบวก ลบ และคูณทศนิยม	20. สามารถหาคำตอบได้ เมื่อกำหนดโจทย์การบวก ลบ คูณ ทศนิยมได้ และทศนิยมระคนให้	<ul style="list-style-type: none"> - การบวกทศนิยม - การลบทศนิยม - การคูณทศนิยม - การบวก ลบ คูณเศษส่วนระคน

โดเมน/ หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	กลุ่มข้อสอบ
3. การนำไปใช้/ 3.1 จำนวนนับ และการบวก การ ลบ การคูณ การ หาร	21. สามารถหาคำตอบโจทย์ปัญหาและโจทย์ ปัญหาระคนได้ เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการ บวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับให้	- โจทย์ปัญหาการบวก - โจทย์ปัญหาการลบ - โจทย์ปัญหาการคูณ - โจทย์ปัญหาการหาร - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารระคน
3.2 สมการและการ แก้สมการ	22. สามารถหาคำตอบโจทย์ปัญหาได้ เมื่อ กำหนดโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารสมการให้	- โจทย์สมการ
3.3 ตัวประกอบ ของจำนวนนับ	23. สามารถหาคำตอบโจทย์ปัญหาได้ เมื่อ กำหนดโจทย์ปัญหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ให้	- โจทย์ปัญหา ห.ร.ม. - โจทย์ปัญหา ค.ร.น.
3.4 มุมและส่วน ของเส้นตรง	24. สามารถบอกได้ว่ามุมที่กำหนดให้มีขนาด เท่ากันหรือไม่ เมื่อกำหนดมุมให้สองมุม	- มุมที่มีขนาดเท่ากัน
3.5 เส้นขนาน	25. สามารถบอกได้ว่าเส้นตรง คู่ขนานกัน หรือไม่ โดยใช้สมบัติการเท่ากันของมุมแย้ง หรือผลบวกของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกัน ของเส้นตัดเป็น 180 องศา เมื่อกำหนดเส้นตรง เส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่งให้	- การพิจารณาเส้นขนานโดย อาศัยมุมแย้งและมุมภายในที่อยู่ บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

โดเมน	จุดประสงค์	กลุ่มข้อสอบ
3.6 ทิศและแผนผัง	26. สามารถเขียนแผนผังแสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ แผนผังแสดงเส้นทางโดยใช้มาตราส่วนที่กำหนดให้ หรือกำหนดมาตราส่วนเองได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ เกี่ยวกับตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ให้	- การเขียนแผนผังแสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ และ แผนผังแสดงเส้นทางการเดินทางโดยใช้มาตราส่วน
3.7 เศษส่วน	27. สามารถหาคำตอบโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนได้ เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วนให้	- โจทย์ปัญหาการบวก - โจทย์ปัญหาการลบ - โจทย์ปัญหาการคูณ - โจทย์ปัญหาการหาร - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารระคน
3.8 การบวก ลบ และคูณทศนิยม	28. สามารถหาคำตอบโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนได้ เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ ทศนิยมให้	- โจทย์ปัญหาการบวก - โจทย์ปัญหาการลบ - โจทย์ปัญหาการคูณ - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ ระคน

2.5 พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา โดยนำเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้พร้อมจุดประสงค์ ซึ่งได้วิเคราะห์ไว้ในขั้นตอนที่ 2.4 ของวิธีดำเนินการสร้าง ให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา พิจารณาว่าจุดประสงค์ที่วิเคราะห์ไว้สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือไม่ ตามวิธีของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527 : 68-70) ดังตัวอย่างของลักษณะแบบประเมินที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ดังนี้

**แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์
สำหรับการวิจัยเรื่อง**

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าจุดประสงค์ที่กำหนดมาให้ นั้น สอดคล้องกับเนื้อหา ในแต่ละหน่วยการเรียนหรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความเห็นของท่าน

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 1 ถ้าท่าน **มั่นใจ** ว่าจุดประสงค์นั้นวัดได้
สอดคล้อง กับเนื้อหาจริง

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 ถ้าท่าน **ไม่มั่นใจ** ว่าจุดประสงค์นั้นวัดได้
สอดคล้อง กับเนื้อหาจริง

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1 ถ้าท่าน **มั่นใจ** ว่าจุดประสงค์นั้นวัดได้ **ไม่**
สอดคล้อง กับเนื้อหาจริง

โดเมน	หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	1	
ความคิดรวบยอด	1.1 จำนวนและการบวก การลบ การคูณ การหาร	1. สามารถบอกค่าประจำหลัก ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก เขียนในรูปกระจาย และสามารถเรียงลำดับจำนวนได้ เมื่อกำหนดจำนวนนับให้				

หลังจากผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับหน่วยการเรียนรู้ครบทุกคนแล้ว นำคะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปหาค่าเฉลี่ยเพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่า จุดประสงค์นั้นเขียนได้สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จริง

3. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4. แบบทดสอบพร้อมด้วยจุดประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา เป็นผู้พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่มุ่งวัดหรือไม่ ตามวิธีการเดียวกันกับการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับหน่วยการเรียนรู้ ตัวอย่างของลักษณะแบบประเมินที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ดังนี้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

สำหรับการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความเห็นของท่าน

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 1	ถ้าท่าน มั่นใจ ว่าข้อสอบนั้นเขียนได้
สอดคล้อง กับ จุดประสงค์	
ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0	ถ้าท่าน ไม่มั่นใจ ว่าข้อสอบนั้นเขียนได้
สอดคล้อง กับจุดประสงค์	
ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1	ถ้าท่าน มั่นใจ ว่าข้อสอบนั้นเขียนได้
ไม่สอดคล้อง กับ จุดประสงค์	

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	1	
1.1 จำนวนและการบวก การลบ การคูณ การหาร	1. สามารถบอกค่าประจำหลัก ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก เขียนในรูปกระจาย และสามารถเรียงลำดับจำนวนได้เมื่อกำหนดจำนวนนับให้	<u>หลักเลขและค่าประจำหลัก</u> <u>ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก</u> 1. 9,723,567 เลข 5 มีค่าตรงกับข้อใด ก. 5 x 10 ข. 5 x 100 ค. 5 x 1,000 ง. 5 x 10,000				

หลังจากผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ครบทุกคนแล้ว นำคะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปหาค่าเฉลี่ย เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่า ข้อสอบนั้นเขียนได้สอดคล้องกับจุดประสงค์

5. ทดสอบครั้งที่ 1 โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบนักเรียนจำนวน 315 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

6. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

6.2 หาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

6.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

6.4 คัดเลือกข้อสอบ โดยใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

6.4.1 ค่าความยาก (P) คัดเลือกข้อสอบโดยดูจากความสอดคล้องของจุดประสงค์ และระดับชั้น

6.4.2 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.00 ขึ้นไป เนื่องจากจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัย ก็เพื่อจะค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องว่ามีสาเหตุมาจากสิ่งใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และค่าอำนาจจำแนกใช้เพื่อพิจารณาคุณภาพของข้อสอบรายข้อเท่านั้น (Adams and Torgerson, 1964 : 472)

7. นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบแล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 525 คน

7.1 ตรวจสอบคุณสมบัติความเป็นมิติเดียว (Unidimensionality) ของแบบทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีแวนแมกซ์ (Varimax) สำหรับการพิจารณาค่าไอเกน (Eigen Value) ถ้าหากค่าไอเกน ขององค์ประกอบที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบตัวที่ 2 อย่างมาก และค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบถัด ๆ ไปเพียงเล็กน้อย ก็จะกล่าวได้ว่าแบบทดสอบมีการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว (Lord, 1980 : 21 อ้างถึงใน ประดิษฐ์ เรื่องตระกูล, 2529 : 59)

7.2 วิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าการเดา ด้วยวิธีแมกซิมัมไลกelihood (Maximum Likelihood) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545 : 48)

7.2.1 ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

7.2.2 ค่าความยาก (b) มีค่าตั้งแต่ -2.5-2.5

7.2.3 ค่าการเดา (c) มีค่าตั้งแต่ 0-0.3

7.3 หาคะแนนจุดตัดในแต่ละจุดประสงค์โดยใช้วิธีโลจิสติก (Linden, 1982 : 289-307 อ้างถึงใน ทรงศรี ตุ่นทอง, 2533 : 28-29)

7.4 หาค่าสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function) และค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function)

7.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

7.6 หาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) ในรูปแบบคะแนนที่ปกติ และเปอร์เซ็นต์ไทล์

8. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. นำหนังสือจากภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลนครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ไปติดต่อกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล และกำหนดวัน เวลาในการสอบ ซึ่งการทดสอบจะทำ 2 ครั้ง ดังนี้

1.1 แบบทดสอบวินิจฉัย ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมเพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 315 คน

1.2 แบบทดสอบวินิจฉัย ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อหาค่าความยาก (b) ความอำนาจจำแนก (a) ค่าการเดา (c) จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 525 คน

2. จัดเตรียมอุปกรณ์การสอบ เช่น แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ กระดาษทด รวมทั้งคำแนะนำในการตอบแบบทดสอบแนบไว้เป็นแผ่นหน้าของฉบับข้อสอบ จัดข้อสอบตามจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียน

3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจสอบความเรียบร้อย

4. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องตามวิธีของโรบินเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinnelli and Hambleton) (บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 60 - 61)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. หาคุณภาพของแบบทดสอบตามทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Test Theory) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Item ของอาจารย์ทวี ทองคำ คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยลงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

2.1 ค่า P หมายถึง ค่าระดับความยากง่ายของข้อสอบ ใช้วิธีของจอห์นสัน คือ

$$P = \frac{H + L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ H แทน จำนวนคนที่เลือกตอบตัวเลือกนี้ในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนคนที่เลือกตอบตัวเลือกนี้ในกลุ่มต่ำ

N_H, N_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง , กลุ่มต่ำ

2.2 ค่า D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ใช้วิธีของจอห์นสัน เช่นเดียวกัน คือ

$$D = \frac{H - L}{N_H \text{ หรือ } N_L}$$

เมื่อ H แทน จำนวนคนที่เลือกตอบตัวเลือกนี้ในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนคนที่เลือกตอบตัวเลือกนี้ในกลุ่มต่ำ

N_H, N_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง , กลุ่มต่ำ

3. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยตรวจสอบความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ (Unidimensionality) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) แล้วหมุนแกนแบบแวนิแมกซ์ (Varimax) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป แล้วพิจารณาค่าไอเกน (Eigen Value) ถ้าค่าไอเกนของตัวประกอบที่หนึ่งมีค่าสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบที่สองอย่างมาก และค่าไอเกนของตัวประกอบที่สองมีค่าสูงกว่าค่าไอเกนของตัวประกอบถัดไปเพียงเล็กน้อย ก็ถือว่าแบบทดสอบมีความเป็นมิติเดียวกัน สามารถทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อด้วยรูปแบบโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ได้

3.2 วิเคราะห์ข้อสอบด้วยรูปแบบโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ โดยหาค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) ค่าการเดา (c) และค่าความสามารถ (θ) โดยใช้โปรแกรม XCALIBRE

$$P_i(\theta) = C_i + (1 - C_i) \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบซึ่งมีระดับความสามารถ θ จะทำข้อสอบข้อที่ i ถูก

- θ หมายถึง ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ
- a_i หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งสัดส่วนโดยตรงกับความชันของโค้ง ณ จุดเปลี่ยนโค้งและมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ ค่าอำนาจจำแนกที่เป็นลบแสดงว่าข้อสอบจำแนกคนเก่งอ่อนไม่ได้ ถ้าค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก แสดงว่าข้อสอบสามารถจำแนกคนเก่งอ่อนได้ ในทางปฏิบัตินิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า a_i อยู่ระหว่าง $+0.50$ ถึง $+2.50$
- b_i หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i มีค่าเท่ากับระดับความสามารถของผู้สอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้ง และมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ ในทางปฏิบัติจะเลือกข้อสอบที่มีค่าอยู่ระหว่าง -2.50 ถึง $+2.50$ ค่า b_i ที่อยู่ใกล้ -2.50 แสดงว่าข้อสอบง่ายมาก และค่า b_i ที่อยู่ใกล้ $+2.50$ แสดงว่าข้อสอบยากมาก
- c_i หมายถึง ค่าการเดาของข้อสอบข้อที่ i เป็นความน่าจะเป็นหรือโอกาสของคนที่มีความสามารถต่ำจะตอบข้อสอบถูกมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทั่วไปแล้วข้อสอบที่ดีจะต้องมีค่าการเดาค่าว่า 0.30
- e หมายถึง ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2.7182818
- D หมายถึง ค่าคงที่ โดยปกติมีค่า 1.702 หรือ 1.7

4. คำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบ

4.1 การคำนวณหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ ณ ระดับความสามารถต่าง ๆ โดยการนำค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function) ณ ระดับความสามารถ (θ) ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งระดับความสามารถออกเป็น 81 ระดับ คือ -4.0 , -3.9 , -3.8 , ..., 3.8 , 3.9 , 4.0 ใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ (Hambleton, Swaminathan and Roger, 1991 : 91)

$$I_i(\theta) = \frac{(P'_i(\theta))^2}{P_i(\theta)Q_i(\theta)} \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $I(\theta)$ หมายถึง ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบข้อที่ i

$P'_i(\theta)$ หมายถึง ความชันของ ICC ที่ระดับความสามารถ θ ของข้อสอบข้อที่ i

$P_i(\theta)$ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีความสามารถ θ ของข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

$Q_i(\theta)$ หมายถึง $1 - P_i(\theta)$

4.2 คำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function) ณ ระดับความสามารถ (θ) ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งระดับความสามารถออกเป็น 81 ระดับ คือ -4.0 , -3.9 , -3.8 , ..., 3.8 , 3.9 , 4.0 ใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ (Hambleton, Swaminathan and Roger, 1991 : 94)

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^n I_i(\theta) \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ $I(\theta)$ หมายถึง ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ

n หมายถึง จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

5. กำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบโดยใช้วิธีโลจิสติก ตามสูตรของแวนเดอร์ ลินเดน (Linden, 1982 : 289-307 อ้างถึงใน ทรงศรี ตุ่นทอง, 2533 : 28-29) มีขั้นตอนดังนี้

5.1 หาคะแนนจุดตัดโดยใช้ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับไปเทียบกับค่าความสามารถของนักเรียน (θ) แล้วกำหนดให้เป็นความสามารถขั้นต่ำของนักเรียนที่จะผ่านการทดสอบ (θ_c)

5.2 นำค่าความสามารถขั้นต่ำของนักเรียนที่จะผ่านการทดสอบ (θ_c) แทนค่าในโมเดลโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ เพื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนกลุ่มนี้จะตอบข้อสอบในแต่ละข้อได้ถูกต้อง โดยการแทน θ ด้วย θ_c

5.3 นำค่า $P_i(\theta)$ จากข้อ 5.2 มาคำนวณคะแนนจุดตัดจากสูตร

$$C = M_{FD} + KS_{FD}$$

เมื่อ	C	แทน	คะแนนจุดตัด
	M_{FD}	แทน	ผลรวมของค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนที่มีความสามารถ θ_c จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้องที่ได้จากข้อ 5.2
	K	แทน	ค่าคงที่ซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ
	S_{FD}	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า $P_i(\theta)$

6. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

6.1 ค่าความเชื่อมั่นแนวอิงกลุ่ม โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson, 1937 : 151-160 อ้างถึงใน Ebel, 1972 : 414)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)
	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนของผู้สอบทั้งหมด

6.2 ค่าความเชื่อมั่นอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรไบนอมิยัล (Binomial formula) ของ (Lovett, 1978 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 238)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1) \sum (X_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	X_i	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

7. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ (Mehrens, 1984 : 270) ใช้สูตรดังนี้

$$S.E._{meas} = S.D. \cdot \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ	$S.E._{meas}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ
	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

8. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัด คือ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

8.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (Ferguson, 1981 : 49)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum_{i=1}^n X_i$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

8.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (Ferguson, 1981 :

49)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

9. สถิติสำหรับทดสอบสมมติฐาน

9.1 การทดสอบค่าที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มี 2 กลุ่มโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 84-86)

9.1.1 ในกรณีที่ความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} , df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าการแจกแจงของที (t-Distribution)
	\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	n_1	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

9.1.2 ในกรณีที่ความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}, \quad df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าการแจกแจงของที (t-Distribution)
	\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	n_1	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

10. หาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) ของคะแนนที่ได้จากการสอบในรูปคะแนนที่ปกติ และตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 309-311)

1. แจกแจงคะแนนความถี่ (f)
2. หาความถี่สะสม (cf)
3. หาคะแนนความถี่สะสมลดด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่ ($cf - \frac{1}{2}f$)
4. หาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

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

เมื่อ	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบ
	cf	แทน	ความถี่สะสมของคะแนนดิบในชั้นนั้น
	f	แทน	ความถี่ของคะแนนดิบในชั้นนั้น