

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ครั้งนี้ เพื่อพัฒนาเป็นแบบวัดออนไลน์ ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด โดยนำเสนอขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนาแบบวัด

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ศึกษา

เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการในภาคใต้ 14 จังหวัด ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา พัทลุง ยะลา ปัตตานี นราธิวาส ะนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล จำนวนนักเรียน 294,443 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2554 ในภาคใต้ โดยงานวิจัย พัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญาครั้งนี้ได้มีการวิเคราะห์หาค่าประกอบเชิงยืนยันอันดับสี่ เพื่อตรวจสอบโมเดลองค์ประกอบของแบบวัด และสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับภาคและระดับชั้นเรียน ดังนั้นในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย ผู้วิจัยศึกษาการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากประชากรตามตาราง Krejcie & Morgan (1970) เมื่อกำหนดขนาดความคลาดเคลื่อน (Limit of Error) และระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence: $1 - \alpha$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = .05$) จะต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง 399 คน แต่เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์องค์ประกอบ จะต้องนำแบบวัดที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 10 - 20 เท่า ของจำนวนข้อคำถาม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 311, สุวิมล ศิริภานันท์, 2550, หน้า 168, สุภมาศ อังสุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณ และรัชนิภา ญญโณภาณุวัฒน์, 2551, หน้า 31)

ประกอบกับการวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการทดสอบตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) และตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ให้ได้น้อย 10 เท่า คือ 2,700 คน (สร้างข้อคำถาม 270 ข้อ) โดยใช้เทคนิควิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage Random Sampling Technique) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีจังหวัดเป็นหน่วยสุ่ม จังหวัดในภูมิภาคภาคใต้ 14 จังหวัด สุ่มมา 3 จังหวัด

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยมีโรงเรียนเป็นหน่วยสุ่มใน 3 จังหวัด สุ่มมาจังหวัดละ 5 โรงเรียน ได้จำนวนโรงเรียนทั้งหมด 15 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยสุ่มนักเรียนจากแต่ละโรงเรียน ตามสัดส่วนประชากรได้กลุ่มตัวอย่างนักเรียน จำนวน 3,100 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน โดยแสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามขั้นตอนการสุ่ม ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างนักเรียน จำแนกตามจังหวัด และ โรงเรียน

จังหวัด	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	
		ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
ชุมพร	อนุบาลชุมพร		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	382	151
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	294	128
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	303	125
		939	404
	อนุบาลท่าแซะ		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	89	35
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	108	47
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	93	39
		290	121

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	
		ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
	ชุมชนมาบอำมฤต		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	159	79
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	159	83
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	151	78
		469	240
	วัดพิชัยาราม		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	222	110
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	203	106
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	203	105
		628	321
	- บ้านหาดทรายรี	139	72
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	36	18
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	55	29
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	48	25
		2,465	1,158
	บ้านระโนด (ธัญญเจริญ)		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	141	67
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	120	57
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	154	73
		415	197
สงขลา	อนุบาลสงขลา		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	306	145
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	317	150
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	325	154
		948	449

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	
		ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
	วิเชียรชม		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	339	161
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	274	130
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	300	142
	รวม	913	433
	ชุมชนวัดสามบ่อ		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	47	22
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	44	21
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	39	19
	รวม	130	62
	วัดเจติยงาม		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	30	14
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	25	12
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	26	12
	รวม	81	38
	ไทยรัฐวิทยา 40		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	45	18
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	54	23
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	55	23
	รวม	154	64
สตูล	บ้านตำมะลังเหนือ		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	47	19
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	28	12
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	33	14
	รวม	108	45

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	
		ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
	อนุบาลสตูล		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	236	117
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	255	132
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	226	116
	รวม	717	365
	อนุบาลละงู		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	71	36
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	109	57
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	112	57
	รวม	292	150
	บ้านคลองขุด		
	- ประถมศึกษาปีที่ 4	97	48
	- ประถมศึกษาปีที่ 5	90	47
	- ประถมศึกษาปีที่ 6	86	44
	รวม	293	139
	รวมทั้งสิ้น	6,557	3,100

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่า เป็นขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเหล่านั้นตามขั้นตอนการพัฒนาแบบวัด คือ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 สำหรับการทดลองใช้แบบวัด ครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 สำหรับการทดลองใช้แบบวัดครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 สำหรับใช้จริงเพื่อหาปกติวิสัย ดังรายละเอียดในตารางที่ 8 - 10

1. กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษา ความเป็นปรนัยของแบบวัด และวิเคราะห์หาคุณภาพแบบวัด ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) โดยหาคุณภาพข้อสอบรายข้อ ได้แก่ ความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ค่าความเที่ยง ($KR - 20$) กลุ่มตัวอย่าง คือ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดเจดีย์งาม และโรงเรียนชุมชนวัดสามบ่อ นักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน 100 คน ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในการทดสอบครั้งที่ 1 จำแนกตามระดับชั้น

โรงเรียน ระดับชั้น	ชุมชนวัดสามบ่อ	วัดเจดีย์งาม
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	22	14
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	21	12
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	19	12
รวม	62	38

2. กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองแบบวัด ครั้งที่ 2 เพื่อตรวจสอบ
คุณภาพของแบบวัด วิเคราะห์ความตรง อำนาจจำแนก และการเดาของข้อคำถามแบบตรวจ
ให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous Item Response Theory: Dichotomous IRT) ด้วยโมเดล 3
พารามิเตอร์ (Three - Parameter Model) วิเคราะห์คุณภาพของข้อคำถามด้านการตรวจสอบ
การทำหน้าที่ต่างกันของข้อคำถาม โดยวิธีซิปเทส (SIBTEST) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 400 คน ประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 400 คน
ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 400 คน รวมทั้งสิ้น 1,200 คน จากโรงเรียนจำนวน 6 โรง
ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในการทดลองครั้งที่ 2 จำแนกตามระดับชั้น

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน ($n = 1,200$ คน)					
	ประถมศึกษาปีที่ 4		ประถมศึกษาปีที่ 5		ประถมศึกษาปีที่ 6	
	ประชากร	กลุ่ม	ประชากร	กลุ่ม	ประชากร	กลุ่ม
	ตัวอย่าง		ตัวอย่าง		ตัวอย่าง	
จังหวัดชุมพร						
- อนุบาลชุมพร	382	151	294	128	303	125
- อนุบาลท่าแซะ	89	35	108	47	93	39

ตารางที่ 9 (ต่อ)

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน ($n = 1,200$ คน)					
	ประถมศึกษาปีที่ 4		ประถมศึกษาปีที่ 5		ประถมศึกษาปีที่ 6	
	ประชากร	กลุ่ม	ประชากร	กลุ่ม	ประชากร	กลุ่ม
	ตัวอย่าง		ตัวอย่าง		ตัวอย่าง	
จังหวัดสงขลา						
- บ้านระโนด						
(รัชฎะเจริญ)	141	56	120	52	154	64
- อนุบาลสงขลา	306	121	317	138	325	135
จังหวัดสตูล						
- ไทยรัฐวิทยา 40	45	18	54	23	55	23
- บ้านตำมะลังเหนือ	47	19	28	12	33	14
รวม	1,010	400	921	400	963	400

3. กลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองครั้งที่ 3 เพื่อนำผลไปใช้ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสี่ (Fourth Order Confirmatory Factor Analysis) ตรวจสอบความเที่ยง โดยวิธีวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สรูปอ้างอิง (G - Coefficient) และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับภาค และระดับชั้นเรียน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ได้จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 600 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 600 คน และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 600 คน รวมทั้งสิ้น 1,800 คน ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่เป็นกลุ่มตัวอย่างใช้จริง

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน ($n = 1,200$ คน)					
	ประถมศึกษาปีที่ 4		ประถมศึกษาปีที่ 5		ประถมศึกษาปีที่ 6	
	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
จังหวัดชุมพร						
- ชุมชนมาบอำมฤต	159	79	159	83	151	78
- วัดพิชัยาราม	222	110	203	106	203	105
- บ้านหาดทรายรี	36	18	55	29	48	25
จังหวัดสงขลา						
- วิเชียรชม	339	161	247	130	300	142
- อนุบาล	306	20	121	11	325	19
- บ้านระโนด	141	11	56	5	154	14
(ัญญเจริญ)						
จังหวัดสตูล						
- อนุบาลสตูล	236	117	255	132	226	116
- อนุบาลละงู	71	36	109	57	112	57
- บ้านคลองขุด	97	48	90	47	86	44
รวม	1,207	600	1,153	600	1,165	600

ตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญา

ในการสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการในขั้นนี้ ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถทางปัญญา
2. พัฒนารอบแนวคิดและนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถทางปัญญา จากทฤษฎี

และงานวิจัย และสังเคราะห์ออกมาเป็นองค์ประกอบความสามารถทางปัญญา ได้องค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 องค์ประกอบความสามารถทางปัญญา

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	สาระของการวัด
1. ความรู้ความเข้าใจ (Gc)	- การพัฒนาทางภาษา (LD) - ความรู้ด้านคำศัพท์ (VL) - ความสามารถในการฟัง (LS)	- การใช้ภาษาพูด ภาษาเขียน - ความถูกต้องของคำศัพท์ - จับใจความจากการฟัง
2. ความรู้เชิงปริมาณ (Gq)	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (KM) - สัมฤทธิ์ผลทางคณิต (A3)	- ความรู้ทั่วไปทางคณิตศาสตร์ - การคิดคำนวณเกี่ยวกับจำนวน ปริมาณ หน่วยนับ
3. การอ่านการเขียน (Grw)	- ถอดรหัสการอ่าน (RD) - อ่านจับใจความ (RC) - ความสามารถในการสะกดคำ (SG) - ความสามารถในการเขียน (WA) - ความสามารถในการใช้ภาษาไทย (TU)	- การตีความ แปลความ - สรุปเนื้อหาสาระ ความรู้สึก - ข้อบกพร่องของการสะกดคำ - เขียนประโยคสื่อสารความคิด - ความรู้ตามหลักไวยากรณ์ ทางภาษาไทย
4. การสืบค้นความจำ ระยะยาว (Glr)	- ความคิดที่เกิดจากการเชื่อมโยง (MA) - ความคล่องแคล่วด้านภาพ (FF) - ความจำที่มีความหมาย (MM) - ความคล่องแคล่วของการคิด (FI) - ความคล่องแคล่วในการตั้งชื่อ (NA)	- การจัดลำดับข้อมูล ความรู้ ความคิด - การจัดลำดับภาพ - ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ - การสร้างคำ วลี ตามเงื่อนไข - การตั้งชื่อภาพตามลำดับ ให้สอดคล้องมีความหมาย
5. มุมมองความคิด - มิติสัมพันธ์ (Gv)	- มิติสัมพันธ์ (SR) - ความยืดหยุ่นจากสภาวะปิดกั้น (CF) - การค้นหาเชิงมิติสัมพันธ์ (SS) - ประมาณค่าความยาว (LE)	- มิติสัมพันธ์ภาพแบบต่างๆ - การระบุความหมายในภาพ ที่ซับซ้อน - ตำรวจรูปแบบเชิงมิติสัมพันธ์ - ประมาณค่าหรือเปรียบเทียบ ระยะทาง

ตารางที่ 11 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	สาระของการวัด
6. การประมวล ด้านการได้ยิน (Ga)	- จำแนกเสียง และคำพูด (US) - การเข้ารหัสทางเสียง (PC) - การจำแนกเสียงทั่วไป (U3) - ความคงทนต่อเสียงบิดเบือน (UR) - หน่วยความจำรูปแบบเสียง (UM)	- ความจำเกี่ยวกับเสียงและคำพูด - จำแนกน้ำหนักร่องเสียง - จำแนกชนิดเสียงดนตรี จังหวะ - การเข้าใจในคำพูด ภาษาที่บิดเบือน - การจำแนกเสียงวรรณยุกต์
7. การแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ ที่กำหนด (Gf)	- อุปนัย (I) - ลำดับเหตุผลทั่วไป (RG) - การให้เหตุผลเชิงปริมาณ (RQ)	- การให้เหตุผลเชิงตรรกะ - การสรุปข้อมูลตามลำดับเหตุการณ์หรือความรู้ - เหตุเชิงตรรกะคณิตศาสตร์
8. ความเร็ว ในการประมวลผล (Gs)	- ความเร็วในการรับรู้ (P) - ความหมายจากความเร็วในการประมวลผล (R4) - อัตราส่วนของการทำแบบทดสอบ(R9) - ความคล่องแคล่วเรื่องจำนวน (N)	- การค้นหาความต่างความเหมือน - ความเร็วในการตัดสินใจในการใช้ความคิดได้อย่างถูกต้อง - ความเร็วในการบวกเลขง่าย ๆ ได้อย่างถูกต้อง - บวก ลบ คูณ หาร ได้ถูกต้องรวดเร็ว
9. ความจำระยะสั้น (Gsm)	- ผลของความจำระยะสั้น (WM) - ช่วงความจำ (MS)	- จำประโยค วลี และคำ - จัดลำดับสมาชิกได้ถูกต้องทันทีจากข้อมูลที่กำหนด

ขั้นที่ 2 การดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย ในการสร้างแบบวัดผู้วิจัยกำหนดเป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถทางปัญญาที่สังเคราะห์ โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อนำมาเขียนเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ และพัฒนาเป็นข้อคำถามต่อไป
2. สร้างตารางแผนงานการประเมิน (Assessment Blueprint) ในแต่ละองค์ประกอบของแบบวัด โดยประยุกต์จากตารางแผนงานการประเมินของ สุริพร อนุศาสนนันท์ (2552, หน้า 54) ดังนี้

ตารางที่ 12 แผนการประเมินการสร้างแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มทักษะที่วัด	องค์ประกอบ ของความสามารถ ทางปัญญา	องค์ประกอบข้อสอบ	ชนิดของ ข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
1. ความรู้ ที่จำเป็น	ฉบับ 1 การพัฒนา ทางภาษา	การพัฒนาทางภาษา (LD)	MC	10
		ความรู้ด้านคำศัพท์ (VL)	MC	10
		ความสามารถในการฟัง (LS)	MC	10
		รวม		30
	ฉบับ 2 ความรู้ เชิงปริมาณ	ผลสัมฤทธิ์ทางคณิต (AS)	MC	15
		ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (KM)	MC	15
		รวม		30
	ฉบับ 3 การอ่าน การเขียน	ถอดรหัสการอ่าน (RD)	MC	6
		อ่านจับใจความ (RC)	MC	6
		ความสามารถในการสะกดคำ (SG)	MC	6
		ความสามารถในการเขียน(WA)	MC	6
		ความสามารถในการใช้ ภาษาไทย (TU)	MC	6
		รวม		30

ตารางที่ 12 (ต่อ)

กลุ่มทักษะ ที่วัด	องค์ประกอบ ของความสามารถ ทางปัญญา	องค์ประกอบข้อสอบ	ชนิดของ ข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)	
2. ความ สามารถ ทางการ คิด	ฉบับ 4 การสืบค้น	ความคิดที่เกิดจากการเชื่อมโยง	MC	6	
		(MA)			
		ความคล่องแคล่วด้านภาพ (FF)	MC	6	
		ความจำที่มีความหมาย (MM)	MC	6	
		ความคล่องแคล่วในการคิด (FI)	MC	6	
		ความคล่องแคล่วในการตั้งชื่อ	MC	6	
		(NA)			
		รวม		30	
		ฉบับ 5 มุมมอง	มิติสัมพันธ์ (SR)	MC	8
			ความคิด	ความยืดหยุ่นจากสภาวะปิดกั้น	MC
	มิติสัมพันธ์		การค้นหาเชิงมิติสัมพันธ์ (SS)	MC	8
	(Gv)		การประมวลค่าความยาว (LE)	MC	7
	รวม			30	
	ฉบับ 6 การประมวล	จำแนกเสียง และคำพูด (US)	MC	6	
		ด้านการ	การเข้ารหัสทางเสียง (PC)	MC	6
		ไควยีน (Ga)	การจำแนกเสียงทั่วไป (U3)	MC	6
			ความคงทนต่อเสียงบิดเบือน	MC	6
			(UR)		
			หน่วยความจำรูปแบบเสียง	MC	6
		(UM)			
รวม				30	

ตารางที่ 12 (ต่อ)

กลุ่มทักษะ ที่วัด	องค์ประกอบ ของความสามารถ ทางปัญญา	องค์ประกอบข้อสอบ	ชนิดของ ข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
	ฉบับ 7 การแก้	อุปนัย (I)	MC	10
	ปัญหาตาม	ลำดับเหตุผลทั่วไป (RG)	MC	10
	สถานการณ์	การให้เหตุผลเชิงปริมาณ (RQ)	MC	10
	ที่กำหนด	รวม		30
	(Gf)			
3. ประสิทธิภาพ	ฉบับ 8 ความเร็ว	ความเร็วในการรับรู้ (P)	MC	
	ในการ	ความหมายจากความเร็วในการ	MC	8
	ประมวลผล	ประมวลผล (R4)	MC	7
	(Gs)	อัตราส่วนการทำแบบสอบ (R9)	MC	8
		ความคล่องแคล่วเรื่องจำนวน (N)	MC	7
		รวม		30
	ฉบับ 9 ความจำ	ผลของความจำระยะสั้น (WM)	MC	15
	ระยะสั้น	ช่วงความจำ (MS)	MC	15
	(Gsm)	รวม		30
		รวมจำนวนข้อสอบทุกฉบับ		270

หมายเหตุ MC หมายถึง ข้อสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) 4 ตัวเลือก

1. สร้างข้อสอบวัดความสามารถทางปัญญา ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ และแผนการประเมิน โดยสร้างแบบวัดฉบับละ 30 ข้อ มีทั้งหมด 9 แบบวัด รวมจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 270 ข้อ ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา และด้านการวัดผลทางการศึกษา จำนวน 9 ท่าน พิจารณา ข้อคำถามว่าสามารถวัดตามองค์ประกอบของความสามารถที่ต้องการวัดหรือไม่ เพื่อหาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยวิธีการหาค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) ทั้งฉบับ และได้กำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญไว้ดังนี้

1.1 จบการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอกทางจิตวิทยาหรือการวัดและประเมินผลทางการศึกษา

1.2 มีประสบการณ์ในการสอนหรือทำงานทางด้านจิตวิทยา หรือการวัดผลอย่างน้อย 5 ปีขึ้นไป โดยพิจารณาใน 3 ประเด็น ของข้อคำถามเป็นรายชื่อ ดังนี้

ทักษะความสามารถที่วัดโดยข้อสอบข้อนี้ เป็นความสามารถที่

ก จำเป็น

ข มีประโยชน์ แต่ไม่จำเป็น

ค ไม่จำเป็น

ในการวัดความสามารถเรื่อง (ตามนิยามความสามารถทางปัญญา).....

โดย ก ให้คะแนน 1 ข ให้คะแนน 0 และ ค ให้คะแนน 0

นำผลมาหาปริมาณของความสอดคล้องของความคิดเห็น ผลการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญว่าข้อสอบวัดทักษะความสามารถที่ “จำเป็น” หรือ “ไม่จำเป็น” มาคำนวณค่าสัดส่วนความตรงเชิงเนื้อหา (CVR) ดังนี้

$$CVR_i = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ CVR_i = ค่าสัดส่วนความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบข้อที่ i

n_e = จำนวนผู้ตัดสินที่ตัดสินว่าข้อสอบข้อนั้น วัดเนื้อหาที่จำเป็น

N = จำนวนผู้ตัดสินทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาค่า CVR

CVR_i มีค่าเป็นลบ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญน้อยกว่าครึ่งประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่าจำเป็น

CVR_i มีค่าเป็นศูนย์ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่าจำเป็น

CVR_i มีค่า 0 - .99 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมากกว่าครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่าจำเป็น

CVR_i มีค่าเป็นหนึ่ง หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่าจำเป็นต้องวัด

จากนั้นนำค่า CVR ที่ได้เป็นค่าส่วนความตรงเชิงเนื้อหารายชื่อ มาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งฉบับ (CVR) โดยหาได้จากสูตร

เมื่อ CVI = ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบ

N = จำนวนข้อสอบทั้งหมดของแบบสอบ

เกณฑ์การพิจารณาค่า CVI (Schipper, 1975 อ้างถึงใน เพชรรา พิพัฒน์สันติกล, 2539

หน้า 23 - 25)

CVI มีค่าเป็นลบ หมายถึง โดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญน้อยกว่าครึ่งประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่า

จำเป็น

CVI มีค่าเป็นศูนย์ หมายถึง โดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่า

จำเป็น

CVI มีค่า 0-.99 หมายถึง โดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญมากกว่าครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่า

จำเป็น

CVT มีค่าเป็นหนึ่ง หมายถึง โดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดประเมินเนื้อหาของข้อสอบว่า

จำเป็น

นำข้อสอบที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตามที่คัดเลือกไว้ทั้ง 9 ฉบับ มาพัฒนาเป็นแบบวัด
ในระบบออนไลน์ต่อไป

ตัวอย่างข้อสอบในแบบวัดแต่ละฉบับ มีดังนี้

แบบวัดฉบับ 1 วัดความรู้ความเข้าใจ

องค์ประกอบย่อย ความสามารถในการเข้าใจคำศัพท์ ความหมายของคำ และความถูกต้องของคำ

คำชี้แจง ให้นักเรียน เลือกคำที่มีความหมายตรงข้ามกับคำที่กำหนดให้

0. “ตั้ง” ตรงข้ามกับคำใด

ก. ช่น ข. ปีค ค. ยาน ง. หย่น

แบบวัดฉบับ 2 วัดความรู้เชิงปริมาณ

องค์ประกอบย่อย สัมฤทธิ์ผลทางคณิตศาสตร์

00. ที่ดินแปลงหนึ่ง มีพื้นที่ 1 งาน (100 ตารางวา) คิดเป็นกัตารางเมตร (1 วา = 2 เมตร)

ก. 25 ตารางเมตร

๖. 50 ตารางเมตร

ค. 200 ตารางเมตร

(ง.) 400 ตารางเมตร

แบบวัดฉบับ 3 วัดการอ่านการเขียน

องค์ประกอบย่อย การถอดรหัสการอ่าน

คำชี้แจง ให้อ่านข้อความต่อไปนี้

“อันข้าไทได้ฟังเขาจึงรัก แม่เสื่อมศักดิ์สิ้นอำนาจาสนา

เขาหน่ายหนีมิได้อยู่คู่ชีวา แต่วิชาช่วยกายจนวายปราณ”

(จาก... เพลงยาวถวายโอวาท ของ สุนทรภู่)

000. คำว่า “รัก” ในบาทแรกหมายถึงใครรักใคร

ก. ลูกรักพ่อ

ข. ศิษย์รักครู

☒ ค. บ่าวรักนาย

ง. ภรรยารักสามี

แบบทดสอบฉบับที่ 4 วัดการสืบค้นความจำระยะยาว

องค์ประกอบย่อย ความจำที่มีความหมาย

คำชี้แจง ให้เลือกคำ หรือวลีจากตัวเลือกที่กำหนดให้ เติมลงในช่องว่างให้มีความหมาย

ตามสำนวน คำพังเพย หรือสุภาษิต

0000. วัวหาย.....

ก. ไปไหน

ข. ควายมา

☒ ค. ล้อมคอก

ง. ไถนา

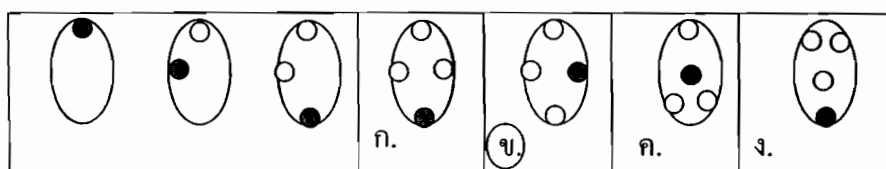
แบบวัดฉบับ 5 วัดมุมมองความคิด-มิติสัมพันธ์

องค์ประกอบย่อย มิติสัมพันธ์

คำชี้แจง ให้พิจารณาภาพที่กำหนดให้ 3 ภาพซึ่งมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน

แล้วเลือกคำตอบในตัวเลือกที่เห็นว่ามีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับภาพที่กำหนดชุดแรก

00000.



แบบวัดฉบับ 6 วัดการประมวลผลการได้ยิน

การเข้ารหัสทางเสียง

คำชี้แจง กำหนดรหัสความหมายของเสียงดังนี้ (ข้อสอบชุดนี้เมื่อใช้เมาส์ชี้

ที่เครื่องหมาย จะมีเสียงตามที่กำหนดไว้)

ฉัน, ผม แทนด้วยเสียง ๕๐ (ตีระฆัง 1 ครั้ง)

คุณ, เธอ แทนด้วยเสียง ๕๐ (ตีระฆัง 2 ครั้ง)

รัก, ชอบ	แทนด้วยเสียง ๒๐ (สั้นกระดิ่ง 1 ครั้ง)
ไม่ชอบ,เกลียด	แทนด้วยเสียง ๒๐ (สั้นกระดิ่ง 2 ครั้ง)
มา , เข้ามา , ใกล้	แทนด้วยเสียง ๒๐ (ตีเกราะ 1 ครั้ง)
ไป ,ออกไป, ห่าง,ไกล	แทนด้วยเสียง ๒๐ (ตีเกราะ 2 ครั้ง)
เตือน, ระวัง	แทนด้วยเสียง ๒๐ (เป่านกหวีด 1 ครั้ง)
อันตราย , ไม่ปลอดภัย	แทนด้วยเสียง ๒๐ (เป่านกหวีด 2 ครั้ง)
ปลอดภัย,ความปลอดภัย	แทนด้วยเสียง ๒๐ (เป่านกหวีดยาว)
บอกเวลาอีก 5 นาที	แทนด้วยเสียง ๒๐ (เสียงกดออก 1 ครั้ง)

ให้ฟังเสียงที่กำหนดในแต่ละข้อ แล้วถอดรหัสออกมาว่าตรงกับข้อใดในตัวเลือก ก. - ง.

หมายเหตุ ในแบบวัดฉบับออนไลน์จะมีเสียงตามรหัสที่กำหนด จะไม่มีข้อความ

ให้นักเรียนจำแนกจากการฟังเสียงเท่านั้น

000000. ๒๐ (ตีเกราะ 2 ครั้ง , เป่านกหวีด 1 ครั้ง , เป่านกหวีด 2 ครั้ง)

ก. เข้ามา ระวัง ไม่ปลอดภัย

ข. ออกไป ระวัง อันตราย

ค. คุณ ออกไป อันตราย

ง. คุณ เข้ามา ปลอดภัย

แบบวัดฉบับ 7 วัดการแก้ปัญหาตามสถานการณ์

องค์ประกอบย่อย การให้เหตุผลเชิงปริมาณ

คำชี้แจง ให้พิจารณา ให้พิจารณาระบบอนุกรมตัวเลขที่กำหนดให้ แล้วเลือกตัวเลข

จากตัวเลือก ก. - ง. นำมาแทนในช่องเครื่องหมาย ..?.. ให้เป็นระบบเดียวกัน

0000000. 3 4 6 9 ..?..

ก. 11

ข. 12

ค. 13

ง. 15

แบบวัดฉบับ 8 วัดความเร็วในการประมวลผล

องค์ประกอบย่อย ความเร็วในการรับรู้

คำชี้แจง หาคำที่เป็นพหูพจน์เดียวกัน กับชุดของคำที่กำหนด

00000000. ซอด้วง , ซออู้ , ซอสามสาย ,

ก. ฉิ่ง

ข. ฉาบ

ค. กีตาร์

ง. ไวโอลิน

แบบทดสอบฉบับที่ 9 วัดความจำระยะสั้น

องค์ประกอบย่อย ผลของความจำระยะสั้น

คำชี้แจง ให้พยายามจำสัญลักษณ์ทั้ง 20 ตัวนี้ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 2 นาที

แล้วตอบคำถาม

สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย
1.	กลางวัน	6.	กลางคืน
2.	มีด	7.	ดวงจันทร์
3.	สว่าง	8.	โลก
4.	รัก	9.	ดวงอาทิตย์
5.	ชอบ	10.	ดาวอังคาร

000000000. สัญลักษณ์ต่อไปนี้นำหมายถึงอะไร

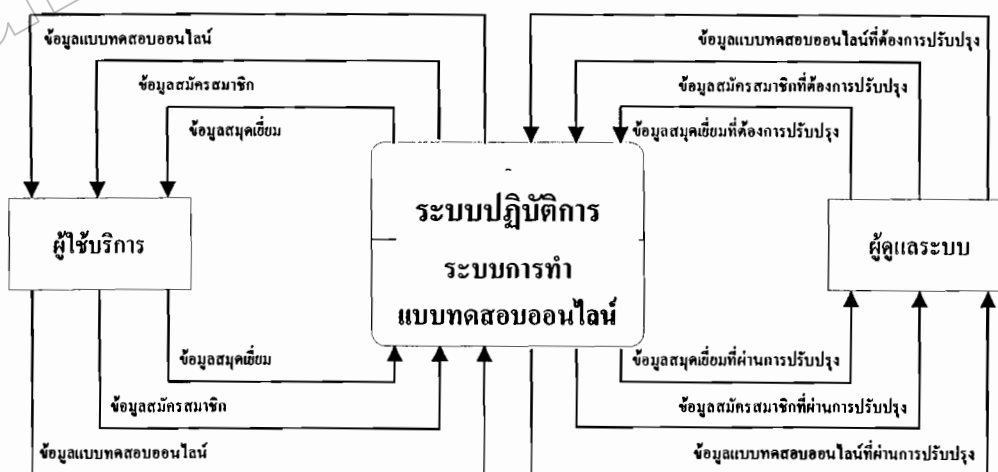
สัญลักษณ์	ก.	ข.	ค.	ง.
	รัก	ชอบ	มีด	สว่าง

ขั้นที่ 3 พัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนปลายเป็นแบบวัดระบบออนไลน์

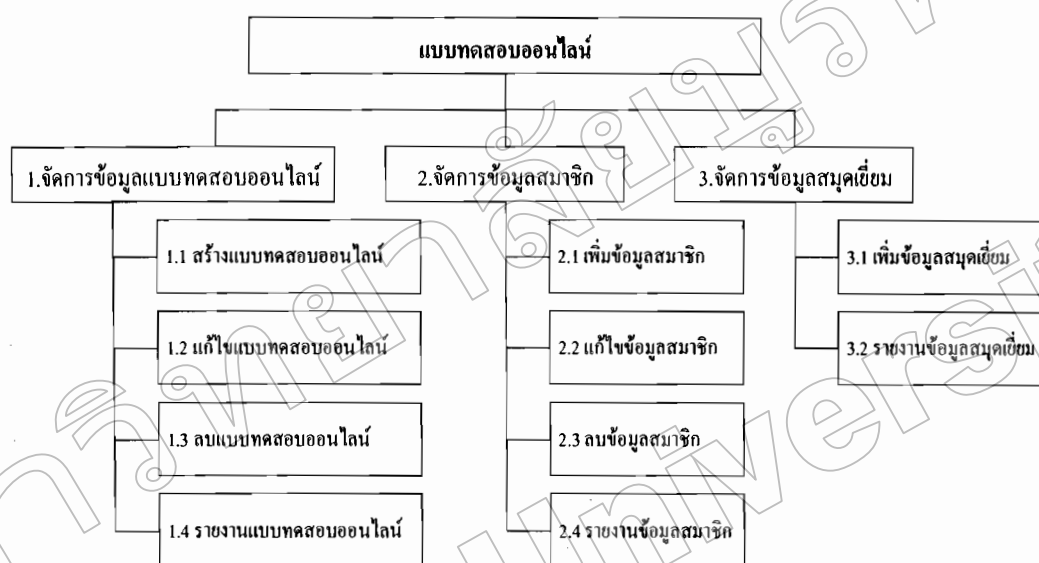
หลังจากได้ชุดของแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายแล้ว นำมาพัฒนาในระบบออนไลน์ ดังนี้

1. ออกแบบฐานข้อมูลของระบบ ถือเป็นส่วนสำคัญของระบบแบบสอบออนไลน์ เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบข้อมูลนำเข้า กระบวนการของการประมวลผล และผลลัพธ์ของระบบ ในการสร้างแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบไว้ดังนี้



ภาพที่ 11 Context Diagram ของระบบแบบทดสอบออนไลน์

3. เขียนแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) เป็นแบบจำลองกระบวนการ ที่นำมาใช้กับการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงโครงสร้าง ที่มีการนำมาใช้ตั้งแต่ยุคที่มีการเริ่มใช้ ภาษาระดับสูงอย่างภาษาโคบอล โดยแผนภาพกระแสข้อมูลจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรเซส (Processes) กับข้อมูล (Data) ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลในแผนภาพจะทำให้ทราบว่า ข้อมูลมาจากไหน ข้อมูลไปที่ไหน ข้อมูลเก็บที่ใด เกิดเหตุการณ์ใดกับข้อมูลในระหว่างทาง



ภาพที่ 12 Process Hierarchy Chart ของระบบแบบทดสอบออนไลน์

4. การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) เป็นการดำเนินการแปลงแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะที่ได้มาจากระยะการวิเคราะห์มาเป็นรายละเอียดทางเทคนิค เพื่อใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลจริง โดยนักวิเคราะห์ระบบจะต้องพัฒนาข้อกำหนดในรายละเอียดต่าง ๆ ร่วมกับโปรแกรมเมอร์ หรือผู้บริหารฐานข้อมูล

5. จัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) แผนภาพกระแสข้อมูลใช้บรรยายภาพของระบบ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรเซสและข้อมูล แต่ไม่ได้แสดงถึงรายละเอียดของข้อมูลว่ามีอะไรบ้าง พจนานุกรมจะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลที่ใช้ในระบบ

6. การพัฒนาระบบงาน การพัฒนาระบบเป็นขั้นตอนของการพัฒนาตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบ โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับเทคโนโลยีที่ใช้งานอยู่ ในการพัฒนาระบบแบบทดสอบออนไลน์ ผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม สำเร็จรูป PHP ในการสร้างระบบ ภาษาที่ใช้ คือ ภาษา PHP และภาษา HTML ที่มีความสามารถมากพอสมควร

และหลังจากที่พัฒนาระบบจนครบตามเป้าหมายหรือขอบเขตที่กำหนดไว้แล้ว ก็จะมาถึงขั้นตอนการทดสอบระบบและการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

7. การทดสอบระบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดสอบระบบเป็นขั้นตอนก่อนที่ระบบจะถูกนำไปใช้งานจริง เพื่อประมวลข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และหาทางป้องกัน และวิธีการแก้ไขไว้ก่อน โดยผู้จัดทำได้ใช้วิธีการทดสอบแบบ Black Box Testing โดยแบ่งการทดสอบไว้ดังนี้

7.1 Functional Requirement Test เป็นการทดสอบด้านความสามารถของระบบว่ามีประสิทธิภาพตรงตามหลักการพัฒนาระบบแบบทดสอบออนไลน์

7.2 Functional Test เป็นการทดสอบความสามารถในการทำงานของระบบว่ามีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)

7.3 Usability Test เป็นการทดสอบว่าระบบมีประสิทธิภาพความสามารถในการติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการหรือไม่

7.4 Security Test ทดสอบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบการดูแลข้อมูลในเว็บไซต์ได้หรือไม่

เมื่อระบบการทดสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้จนเป็นที่มั่นใจแล้ว ระบบนี้ไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อพัฒนาหาคุณภาพของแบบวัดต่อไป

ขั้นที่ 4 การพัฒนาหาคุณภาพของแบบวัด

นำแบบวัดที่พัฒนา ในระบบออนไลน์ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

1. นำแบบวัดไปทดลองใช้ทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 100 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความเป็นปรนัยของข้อคำถาม และจับเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดแต่ละฉบับของนักเรียนแต่ละคน พร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนถึงความเข้าใจในข้อคำถาม และตัวเลือกของแบบวัด และนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยการวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อแบบอิงกลุ่ม คือ หาค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยาก (p) และหาคุณภาพแบบสอบทั้งฉบับ คือ ค่าความเที่ยง (Reliability) ตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) เพื่อปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกและ/ หรือคัดเลือกรายข้อสอบ ที่มีคุณภาพ ตามเกณฑ์ $.20 \leq p \leq .80$ และ $.20 \leq r \leq 1.00$ แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ 2 ต่อไป

หลังจากทดลองใช้ครั้งที่ 1 นำแบบวัดมาจัดฉบับใหม่โดยคัดข้อสอบในข้อที่มีคุณภาพไม่ถึงตามเกณฑ์ และปรับข้อสอบที่เหลือในเรื่องของภาษา และปรับเวลาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละฉบับ ทั้ง 9 ฉบับ ได้แบบวัดฉบับใหม่ ที่มีจำนวนข้อสอบรวม 174 ข้อ และแยกตามฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 จำนวน 18 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 18 ใช้เวลา 15 นาที

ฉบับที่ 2 จำนวน 18 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 18 ใช้เวลา 18 นาที

ฉบับที่ 3 จำนวน 20 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 20 ใช้เวลา 18 นาที

ฉบับที่ 4 จำนวน 20 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 20 ใช้เวลา 14 นาที

ฉบับที่ 5 จำนวน 20 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 20 ใช้เวลา 18 นาที

ฉบับที่ 6 จำนวน 20 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 20 ใช้เวลา 18 นาที

ฉบับที่ 7 จำนวน 18 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 18 ใช้เวลา 18 นาที

ฉบับที่ 8 จำนวน 20 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 20 ใช้เวลา 12 นาที

ฉบับที่ 9 จำนวน 20 ข้อ จัดเรียงเป็นข้อ 1 - 20 ใช้เวลา 15 นาที

2. การทดลองใช้ครั้งที่ 2 และหาคุณภาพของแบบวัด จากการนำแบบวัดไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียน 6 โรง จำนวนนักเรียน 1,200 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous Item Response Theory) โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ (Three - Parameter Method) ในมิติต่าง ๆ ดังนี้

2.1 เพื่อตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item and Test Functioning) คำนวณ ด้วยวิธี SIBTEST ใช้เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความลำเอียงของข้อสอบ (Beta - Uni) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นมีคุณภาพลำเอียง

2.2 วิเคราะห์ตรวจสอบ คุณภาพของแบบสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า คือ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก $a \geq 0.31$ (Crocker & Algina, 1986, pp. 350 - 351)

ค่าความยาก $-.2 < b < .2$ (Hambleton, Ronald K.; Swaminathan, Hariharan.; Rogers, H. Jane: 1991. p.13)

การเดา $c \leq 0.3$ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550 , หน้า 56)

3. นำแบบวัดไปใช้จริง ในการทดสอบครั้งที่ 3 โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ในโรงเรียนจำนวน 8 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 1,800 คน นำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ และจัดทำคู่มือ การทดสอบ ดังนี้

3.1 ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบวัด โดยการวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับสี่ (Fourth Order Confirmatory Factor Analysis)

3.2 วิเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัด ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์ ความน่าเชื่อถือของคะแนน (G - Coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือ ของผลการวัด (Generalizability Theory: G - Theory) เมื่อ ได้ค่า G - Coefficient แล้ว เนื่องจาก รูปแบบของข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จึงออกแบบเงื่อนไขในการตัดสินใจ (D - Study) ใน 1 ฟาเซท คือ ความยาวของแบบวัด (จำนวนข้อคำถาม) แบบ $p \times i$ Design

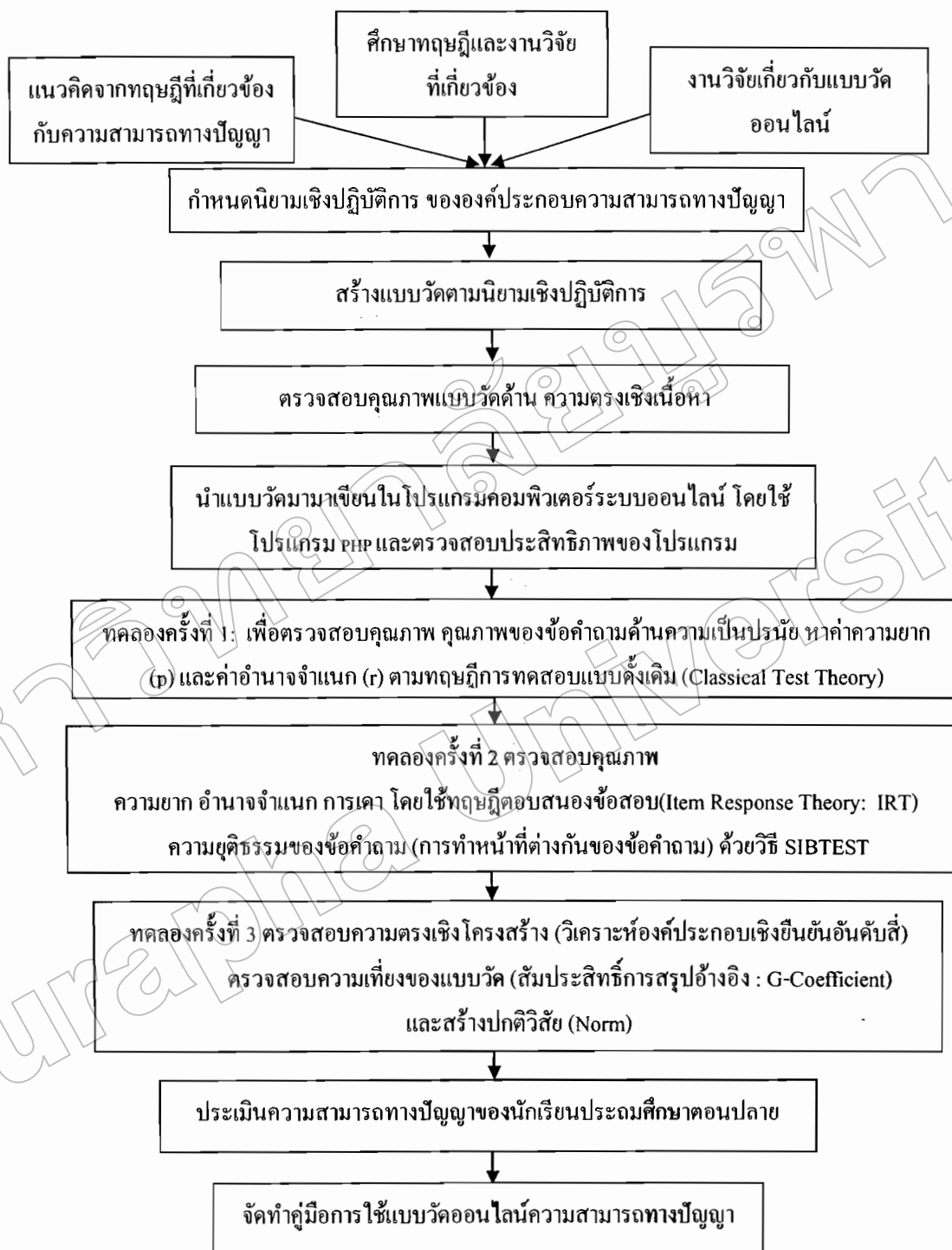
3.3 สร้างเกณฑ์ปกติวิสัยของแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ และในภาพรวมทั้ง 9 ฉบับ เป็นเกณฑ์ปกติระดับภาค (Region Norms) และเกณฑ์ปกติระดับชั้นเรียน (Grade Norms) โดยใช้คะแนนเปอร์เซนไทล์ (Percentile Rank) และ คะแนนที่ปกติ (Normalize T - score)

ขั้นที่ 5 เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบความสามารถทางปัญญาออนไลน์

ได้จากการนำข้อมูลที่นำแบบวัดไปใช้จริง มาประเมินความสามารถทางปัญญา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มาแปลผลตามคู่มือการใช้ โดยโครงสร้างคู่มือ ประกอบด้วยรายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้ (อรพินทร์ ชูชม, 2545, หน้า 42)

1. แนวคิดเกี่ยวกับแบบวัด
2. วัตถุประสงค์ของแบบวัด
3. กรอบการสร้างแบบวัด
4. วิธีการใช้ และวิธีดำเนินการสอบ
5. วิธีการตรวจให้คะแนนและแปลความ
6. คุณภาพของแบบวัด
7. เกณฑ์ปกติ
8. แบบวัด

จากการดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญานำสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอนหนังสือจากฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้อำนวยการเขตสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา (สพท.) ของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างสังกัดอยู่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ติดต่อกับทางเขตพื้นที่การศึกษาขอความอนุเคราะห์ทางเขตพื้นที่ออกหนังสือเชิญครูตัวแทนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ดูแลระบบคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต และขอความอนุเคราะห์สถานที่ในการจัดประชุม
3. ดำเนินการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ ให้กับครูตัวแทนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละโรงที่ดูแลระบบคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต และได้ขอข้อมูลความพร้อมของระบบคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ปรากฏว่าทุกโรงเรียนมีความพร้อมในการจัดสอบทางอินเทอร์เน็ต และขอข้อมูลในการติดต่อประสานงาน แก้ปัญหาที่อาจมีขึ้นระหว่างการสอบ
4. และทางโรงเรียนดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยได้อัปโหลดข้อสอบทางระบบอินเทอร์เน็ตให้ทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนเข้าสอบในระบบออนไลน์ในช่วงเดือนมิถุนายน 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม 2554
5. ฐานข้อมูลผลการสอบถูกจัดเก็บบันทึกลงโปรแกรม Microsoft Excel บนพื้นที่จัดเก็บทางอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้ปิดการดำเนินการสอบในวันที่ 1 สิงหาคม 2554

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด

ในการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีวิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

- 1.1 การตรวจสอบความตรง (Validity) ประกอบด้วย

1.1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าสัดส่วนความตรงรายข้อ (CVRi) นำมาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Content Validity Index: CVI)

1.1.2 ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการตรวจสอบว่าแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 9 องค์ประกอบที่กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

อันดับสี่ (Fourth Order Confirmatory Factor Analysis) ทำการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูล เพื่อเลือกวิธีการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยพิจารณาจากค่าความเบ้ (Skew: Sk) และ ค่าความโด่ง (Kurtosis: Ku) ข้อมูลแจกแจงปกติ เมื่อ

$-5 \leq Sk \leq 5$ และ $-5 \leq Ku \leq 5$ (Runyon et.al., 1996, p.157 อ้างอิงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2548 หน้า 180) หากข้อมูลแจกแจงปกติ เลือกวิเคราะห์ด้วยวิธี Maximum Likelihood Estimation: MLE หากข้อมูลแจกแจงไม่เป็นปกติ เลือกวิเคราะห์ด้วยวิธี Generalized Least Squares: GLS (Garson David, 2007)

เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลเชิงทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณา จากค่าไค - สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2 / df) ควรมีค่าน้อยกว่า 3.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) ควรมีค่ามากกว่า .90 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) ควรมีค่ามากกว่า .90 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน เปรียบเทียบ (Comparative Fit Index: CFI) ควรมีค่า .90 ขึ้นไปและค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation: RMSEA) ควรมีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ 0 และถ้า RMSEA เท่ากับ 0 แสดงว่าโมเดลสอดคล้อง กับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก (สุภมาศ อังศุโชติ และคณะ, 2551, หน้า 21 - 25) (Schumacker, Randall & Lomax, 2004, pp 81 - 83) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม LISREL 8.72

1.2 การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อคำถาม (Differential Item Functioning: DIF) แบบทวิภาค (Dichotomous DIF) ในนักเรียนที่มีกลุ่มเพศต่างกัน ด้วยวิธีซิปเทสต์ (SIBTEST) โดยพิจารณาข้อสอบที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ เป็นข้อที่ยุติธรรม ส่วนข้อที่แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นข้อสอบที่มีความลำเอียง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 125) โดยใช้โปรแกรม SIBTEST

1.3 การตรวจสอบค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าการเดา ของข้อคำถามรายข้อ โดยตรวจสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า (ถูกให้ 1 ผิดให้ 0) ด้วยโมเดล 3 พารามิเตอร์ (Three - parameter Method) โดยใช้โปรแกรม BILOGMG 3.0

1.4 การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสามารถทางปัญญา สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายตามกรอบทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือ ผลของการวัด (Generalizability Theory: G - theory) เพื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) โดยใช้โปรแกรม GENOVA โดยพาเซท $p \times i$

2. การสร้างเกณฑ์ปกติวิสัย (Norm) ของแบบวัดความสามารถทางปัญญาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายด้วยวิธีการแปลงคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วปรับค่าเป็นคะแนนมาตรฐาน ที่ปกติ และแบ่งค่าความสามารถออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

(Clark & Carter, 2005 อ้างถึงใน คมกริบ ชีรานุรักษ์, 2552, หน้า 223 - 224)

เปอร์เซ็นต์ไทล์	การแปลผลระดับความสามารถทางปัญญา
P_{75} ขึ้นไป	สูง
$P_{50} - P_{74}$	ปานกลาง
$P_{25} - P_{49}$	ค่อนข้างต่ำ
น้อยกว่า P_{25}	ต่ำ