บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งสร้างพร้อมทั้งวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบแบบ เอ็ม อี คิว โดยจะเน้นทั้งวิธีการสร้างแบบสอบและการบริหารแบบสอบเป็นสำคัญ แบบสอบที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งจะเสนอรายละเอียดต่าง ๆ ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้ คือ

1. กลุ่มตัวอย่างประชากร
2. ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการพัฒนาแบบสอบ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบ

1. <u>กลุ่มตัวอย่างประชากร</u>

กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2529 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ในเขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ติดต่อสอบถามจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เมื่อเดือนกรกฎาคม 2529 มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 7,599 คน จึงได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองแบบสอบ เพื่อดูถ้อยคำสำนวนของข้อคำถามของข้อสอบแต่ละข้อ เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบแต่ละข้อและปัญหาต่าง ๆ ในการบริหารแบบสอบ และเพื่อหาค่าสถิติพื้นฐาน ตลอดจนการจัดนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการจัดตัวเลือกของแบบสอบเลือกตอบ ทั้งนี้ได้สุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรจากนักเรียนในโรงเรียน เขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มโรงเรียน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มโรงเรียนในแต่ละกลุ่ม และสุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ทั้งนี้โดยถืออัตราส่วนจำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนเป็นหลัก

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างประชากรโดยวิธีการเช่นเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบสอบ เพื่อให้ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างประมาณ 378 คน ซึ่งเป็นขนาดที่ได้จากตารางสำเร็จที่จัดทำโดย Bureau of Research New York State Division of Housing and Community Renewal ทำไว้ ถ้ามีประชากร 7,000 คน ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 (ประคอง กรรณสูต 2525:12-13) โดยสุ่มอย่างง่าย

ในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้งสองกลุ่มดังกล่าวข้างต้น ได้สุ่มจำนวนนักเรียนมากกว่าจำนวนที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อที่จะคัดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออก ดังที่แสดงไว้จากตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างประชากร ที่ใช้ในการทดลองสอบ

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียนและจำนวนห้องเรียน				
	ครั้งที่	1	2	3	4	รวม
1	โรงเรียนพญาไท	1 (42)				
2	โรงเรียนอนุบาลสามเสน	1 (38)				
3	โรงเรียนประถมทวีธาภิเศก		1 (37)			
4	โรงเรียนวัดหนัง		1 (37)			
5	โรงเรียนทุ่งมหาเมฆ		1 (39)			
6	โรงเรียนอนุบาลวัดปรินายก			1 (51)		
7	โรงเรียนอนุบาลวัดนางรอง			1 (41)		
8	โรงเรียนวัดใหม่ช่องลม				1 (35)	
9	โรงเรียนวัดโสมนัส				1 (32)	
10	โรงเรียนวัดเวฬุวันธรรมาวาส				2 (80)	
11	โรงเรียนวัดนาคปรก				1 (36)	
12	โรงเรียนสายน้ำทิพย์				2 (82)	
	รวม	2 (80)	3 (113)	2 (92)	7 (265)	14 (550)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 รายชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับที่	ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
1	โรงเรียนวัดอมรินทราราม	2	89
2	โรงเรียนไชสิดสไมสร	2	88
3	โรงเรียนพิบูลอุปถัมภ์	3	105
4	โรงเรียนวัดพลับพลาชัย	3	126
5	โรงเรียนวัดหงส์รัตนาราม	2	74
6	โรงเรียนคาราคาม	2	78
	รวม	14	560

2. <u>ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย</u>

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบของแบบสอบ 4 แบบ คือ

2.1 แบบสอบ เอ็ม อี คิว เป็นแบบสอบที่เขียนคำถามแยกไว้ในแต่ละหน้า ๆ ละหนึ่งคำถาม ตอนบนของหน้ากระดาษจะเป็นข้อความที่เป็นลักษณะการให้ข้อมูลบางอย่างซึ่งเขียนไว้ในกรอบสี่เหลี่ยม ข้อความเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อมูลไปของทุก ๆ หน้า ถัดลงมาจากข้อความเป็นข้อคำถาม คำถามจะเขียนไปตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา การเขียนตอบคำถามต้องอาศัยข้อมูลจากข้อความที่กำหนดให้ในกรอบสี่เหลี่ยม ถัดจากคำถามก็เป็นที่ว่างให้ผู้เข้าสอบเขียนตอบข้อคำถาม ซึ่งได้เว้นว่างอย่างเพียงพอต่อการเขียนตอบ ตอนล่างสุดของกระดาษเป็นการกำหนดเวลาในแต่ละข้อว่าจะให้เวลาทำกี่นาที และบอกเวลาสะสมไว้ทุก ๆ หน้า ดังตัวอย่าง

- 1 -

บ้านของนักเรียนเป็นร้านค้าเล็ก ๆ ที่รับของจากที่อื่นมาขาย นักเรียนมักจะช่วยแม่ขายของอยู่เสมอ วันหนึ่งแม่ใช้ให้นักเรียนไปซื้อน้ำตาลทรายขาวจากตลาด เพื่อจะนำมาแบ่งใส่ถุงเท่า ๆ กัน วางขายหน้าร้าน จำนวน 10 กิโลกรัม

คำถาม 1 ถ้าต้องการทราบว่า น้ำตาลทรายในแต่ละถุงที่วางขาย จะหนักเท่าไร นักเรียนคิดว่าจะต้องใช้วิธีใดคิดหาคำตอบ

ตอบ

เวลา	2	นาที	ถ้าต้องการกระดาษเขียนเพิ่มเติมก็สามารถพลิกไป
เวลาสะสม	2	นาที	เขียนตอบด้านหลังได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 2 -

แม่ใช้ให้นักเรียนไปซื้อน้ำตาลทรายขาว จำนวน 10 กิโลกรัม แม่ยื่นให้ 100 บาท แล้วแม่กำชับว่าอย่าลืมเงินทอนด้วยนะ

คำถาม 2 ถ้าต้องการทราบว่าจะได้รับเงินทอนเท่าไร นักเรียนคิดว่าจะต้องทราบอะไรเสียก่อน

ตอบ

เวลา 3 นาที ถ้าหากต้องการกระดาษเขียนเพิ่มเติมก็สามารถหยิบได้

เวลาสะสม 5 นาที เขียนตอบด้านหลังได้

2.2 แบบสอบเลือกตอบ มีตัวเลือก 4 ตัวเลือก และมีตัวเลือกที่ถูกเพียงตัวเดียว (Single Answer) แบบสอบนี้มีลักษณะเช่นเดียวกันกับแบบ เอ็ม อี คิว ทุกประการ ไม่ว่าจะเป็นข้อความ ข้อคำถาม และเวลาที่ให้ทำ จะต่างกันตรงที่ว่า นักเรียนไม่ต้องเขียนตอบเพราะคำตอบได้กำหนดไว้แล้ว 4 คำตอบ นักเรียนเพียงแต่เลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรหน้าตัวเลือกนั้น

2.3 แบบสอบผสมที่ 1 มีลักษณะผสมระหว่างแบบสอบ เอ็ม อี คิว กับแบบเลือกตอบ โดยครึ่งแรกของแบบสอบจะเป็นลักษณะของ เอ็ม อี คิว กล่าวคือ นักเรียนจะต้องเขียนคำตอบลงในกระดาษข้อคำถาม ส่วนครึ่งหลังจะเป็นแบบเลือกตอบ นักเรียนไม่ต้องเขียนตอบแต่เป็นการเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

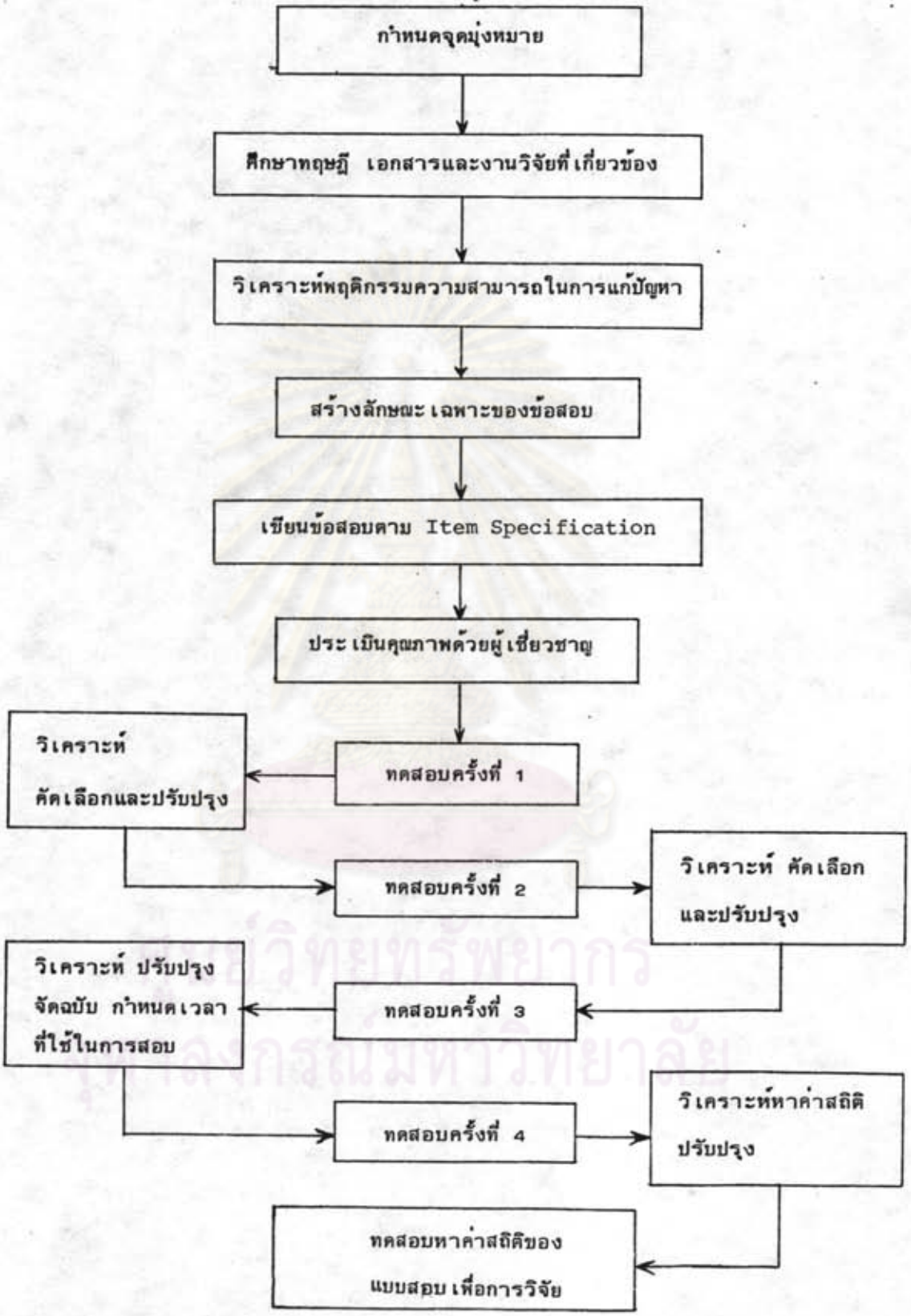
2.4 แบบสอบผสมที่ 2 มีลักษณะผสมคล้ายกับแบบผสมที่ 1 แต่คล้ายกัน คือครึ่งแรกของแบบสอบจะเป็นแบบเลือกตอบ ครึ่งหลังจะเป็นแบบ เอ็ม อี คิว

แบบสอบทั้ง 4 ฉบับ ดังกล่าวข้างต้น จะประกอบด้วยข้อสอบที่จัดพิมพ์ข้อคำถามไว้ข้อละ 1 แผ่น แล้วจัดเรียงรวมไว้เป็นชุด ๆ โดยถือว่าหนึ่งชุดเป็น 1 ฉบับ

3. <u>การสร้างและการพัฒนาแบบสอบ</u>

วิธีดำเนินการสร้างแบบสอบ เอ็ม อี คิว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังแสดงในภาพประกอบดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


กำหนดจุดมุ่งหมาย
ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
วิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหา
สร้างลักษณะ เฉพาะของข้อสอบ
เขียนข้อสอบตาม Item Specification
ประ เมินคุณภาพด้วยผู้เชี่ยวชาญ
ทดสอบครั้งที่ 1
วิเคราะห์ คัดเลือกและปรับปรุง
ทดสอบครั้งที่ 2
วิเคราะห์ คัดเลือก และปรับปรุง
ทดสอบครั้งที่ 3
วิเคราะห์ ปรับปรุง จัดฉบับ กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอบ
ทดสอบครั้งที่ 4
วิเคราะห์หาค่าสถิติ ปรับปรุง
ทดสอบหาค่าสถิติของแบบสอบ เพื่อการวิจัย

ในการสร้างแบบสอบ เอ็ม อี คิว ได้ดำเนินตามลำดับขั้นตอน (ภาพประกอบ) จากการกำหนดจุดมุ่งหมายการสร้างแบบสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ จนกระทั่งถึงการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบสอบ ในการสร้างแบบสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายคือ

ก. เพื่อสร้างแบบสอบ เอ็ม อี คิว เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6

ข. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ เอ็ม อี คิว เกี่ยวกับค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงและค่าสัมประสิทธิ์ความตรง

2.2 ศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของความสามารถในการแก้ปัญหา โดยศึกษาจากทฤษฎีการแก้ปัญหา (Theories of Problem Solving) จาก Gestalt Theory, Theory of Associations และ Theory of Information Processing (Bourne, L.E.,Jr.Ekstrand, B.R., and Dominoski, R.L., 1971:64-79) การสร้างแบบสอบ เอ็ม อี คิว การหาคุณภาพของแบบสอบ (Feletti, 1983:75-83) และศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของบทเรียน คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กระทรวงศึกษาธิการ

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ของหลักสูตร พิจารณาผลการวิเคราะห์ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ของพฤติกรรมทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหาวิเคราะห์หาพฤติกรรมย่อยของพฤติกรรมการแก้ปัญหา ซึ่งจะได้ดังนี้

<u>ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</u>

<u>พฤติกรรมย่อย</u>

1. มีความรู้และทักษะเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. สอบถามรายละเอียดของข้อมูลเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาได้ครงประเด็น
3. คาดคะเนคำตอบโดยการแสดงแนวทางแก้ปัญหาได้
4. เลือกประเด็นสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล
5. แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

2.4 วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะกำหนดสถานการณ์การ

สอบวัด ซึ่งได้ขอบเขตดังนี้ คือ เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันที่นำความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม เศษส่วน การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม การหาปริมาตรของรูปทรงลูกบาศก์ และการหากำไร ขาดทุน ร้อยละ

2.5 นำพฤติกรรมย่อยของพฤติกรรมการแก้ปัญหาและพิจารณาขอบเขตสถานการณ์ของปัญหามาสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (Item Specification) ทั้งหมด ทั้งนี้ยกเว้นส่วนที่เป็นลักษณะของคำตอบ เพราะเนื่องจากแบบสอบ เอ็ม อี คิว เป็นแบบสอบที่นักเรียนเขียนตอบ ลักษณะการตอบของเด็กจึงมีอิสระในการเขียนตอบ ส่วนแบบสอบเลือกตอบลักษณะของการตอบของตัวเลือกนั้น จะสร้างโดยการนำผลของการสอบของนักเรียนมาเป็นแนวทางจัดเป็นตัวเลือกภายหลังการทดลองสอบนักเรียนแล้ว

2.6 เขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบในข้อ 2.5 เป็นลักษณะแบบสอบ เอ็ม อี คิว และจัดทำชุดของคำเฉลยของข้อคำถามไว้ ในการเขียนข้อสอบเพื่อให้ได้แบบสอบ เอ็ม อี คิว นั้น มีลักษณะขั้นตอนที่แตกต่างจากการเขียนข้อสอบอัตนัยหรือปรนัยอื่น ๆ ทั่ว ๆ ไป คือ แบบสอบ เอ็ม อี คิว จะมีลักษณะความต่อเนื่องของปัญหาในแต่ละชุดของข้อคำถาม ซึ่งจะต้องไปสัมพันธ์กับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ส่วนข้อสอบทั่ว ๆ ไป จะเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้แล้วตั้งข้อคำถาม เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ก็มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาใหม่ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เดิม ซึ่งต่างจากแบบสอบ เอ็ม อี คิว จะใช้สถานการณ์เดิมตลอดของชุดคำถาม แต่จะเพิ่มข้อมูลให้แต่ละส่วน ๆ จนจบ จึงถือว่าครบชุดของข้อคำถามในแต่ละปัญหานั้น ๆ ดังมีขั้นตอนการสร้างข้อสอบดังนี้

2.6.1 สร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่มีอยู่จริงในชีวิตประจำวันที่มีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา โดยกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ลักษณะของโจทย์ก็คือ เป็นโจทย์คล้ายกับข้อสอบอัตนัย แต่มีเงื่อนไขที่ผู้สอบจะต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

2.6.2 นำโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ในข้อ 2.6.1 มาขยาย โดยการตัดข้อความออกเป็นส่วน ๆ หรือปิดข้อความบางส่วนของโจทย์ทั้งหมด ทั้งนี้โดยการนำเสนอข้อมูลบางส่วนไม่นำเสนอทั้งหมดค่อยทะยอยให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นในแต่ละข้อ จนครบทุกปัญหา สุดท้ายของปัญหาก็จะเป็นโจทย์ที่เค็มสมบูรณ์ดังที่เขียนไว้แต่ต้น ในข้อ 2.6.1

2.6.3 เมื่อจบชุดปัญหาที่หนึ่ง จึงเริ่มชุดปัญหาที่สองต่อไป กระทำดังข้อ 2.6.1 และ 2.6.2 ตามลำดับ

2.6.4 ในการเขียนข้อคำถาม ข้างล่างข้อความที่เป็นข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะเขียนข้อคำถามไปตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ตามพฤติกรรมย่อยในข้อ 2.3 ทั้งนี้ข้อคำถามอาจจะถามสลับกันไปสลับกันมาก็ได้แล้วแต่สถานการณ์ที่เราจะกำหนดให้ในแต่ละตอน

2.6.5 ทำชุดของคำเฉลยของข้อคำถามไว้ทุกข้อคำถาม คำถามหนึ่ง ๆ อาจจะมีคำตอบได้หลายคำตอบ แต่ก็อยู่ในกรอบหรือชุดคำตอบที่ได้กำหนดไว้เท่านั้น

2.7 นำลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ชุดข้อสอบพร้อมกับชุดของคำเฉลยที่สร้างไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจความถูกต้องและความเหมาะสม นอกจากนั้นได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตร ทางด้านวัดผลและทางด้านการสอน ดังรายนามในภาคผนวกพิจารณาผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมย่อย พิจารณาข้อสอบในแต่ละข้อคำถามว่า สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมย่อยหรือไม่ และข้อสอบทั้งหมดวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จริงหรือไม่ เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาทั้งในแง่ของความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ด้วยผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญยอมรับว่า พฤติกรรมย่อยเหล่านี้เป็นพฤติกรรมย่อยของความสามารถในการแก้ปัญหาจริง ส่วนข้อสอบส่วนใหญ่เป็นข้อสอบที่วัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่กำหนดไว้จริง และชุดคำเฉลยเป็นคำเฉลยที่ถูกต้องตามหลักวิชา ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมตามคำแนะนำที่ได้เสนอแนะไว้

2.8 นำแบบสอบซึ่งเป็นแบบสอบ เอ็ม อี คิว ไปดำเนินการจัดพิมพ์

<u>การทดลองสอบ</u>

ผู้วิจัย ได้นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยไปติดต่อกับผู้อำนวยการสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อขอความร่วมมือไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรซึ่งให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี โดยทางสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้ออกหนังสือแจ้งไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรทราบ

<u>การทดลองสอบครั้งที่ 1</u>

ในการสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาที่ใช้สอบของข้อสอบแต่ละข้อ และต้องการดูว่าภาษาที่ใช้เขียนถามในแต่ละข้อคำถามสื่อความหมายได้ตรงกับเด็กหรือไม่ มีปัญหาหรือไม่เพียงใด ในการทดลองสอบครั้งนี้ได้ดำเนินการดังนี้

1. นำหนังสือของสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ไปติดต่อ

โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร ทำการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วนัดวัน เวลาที่จะทำการสอน พร้อมทั้งสอบถามจำนวนนักเรียนที่สอบเพื่อได้จัดแบบสอบมาให้เพียงพอ ทำดังนี้ทุกโรงเรียนที่ไปติดต่อ

2. จัดเตรียมแบบสอบ ซองใส่แบบสอบ ซึ่งเท่ากับจำนวนของเด็กที่เข้าสอบ และเครื่องเย็บกระดาษ แบบสอบที่นำไปทดลองสอบครั้งนี้ได้สร้างเป็น 2 ฟอร์ม ๆ หนึ่ง ๆ มีจำนวนข้อคำถาม 45 คำถาม โดยจัดเรียงคำถามข้อสุดท้ายปิดคว่ำลงเป็นแผ่นแรก และข้อ 44 ซึ่งเป็นข้อรองสุดท้ายปิดคว่ำลงเป็นแผ่นที่สอง ทำดังนี้เรื่อยมาจนถึงแผ่นของข้อที่ 1 ปิดคว่ำไว้บนสุด การที่ทำดังนี้เพื่อป้องกันมิให้เด็กแอบเปิดดูข้อถัดไปก่อนที่จะทำข้อต้น ๆ เสร็จเสียก่อน และเป็นการทำให้ปิดโอกาสในการแก้ไขกระดาษคำตอบภายหลังได้อีกด้วย แบบสอบฟอร์มแรกได้จัดเรียงกระดาษเย็บไว้เป็นชุด ๆ ละ 45 แผ่น ส่วนฟอร์มที่สองได้จัดเรียงกระดาษไว้เป็นชุด ๆ เหมือนกับฟอร์มแรก แต่ได้แบ่งเย็บทีละครึ่ง คือ ชุดที่สองมี 2 ตอน ตอนแรกมี 25 แผ่น ตอนหลังมี 20 แผ่น

3. การดำเนินการสอบ ผู้วิจัยได้ไปโรงเรียนตามวัน เวลาที่ได้นัดหมายไว้ เมื่อมาถึงห้องสอบ ได้สอบถามนักเรียนก็ได้รับคำตอบว่าทางโรงเรียนได้แจ้งให้ทราบก่อนล่วงหน้าแล้วว่าจะมีการทดสอบคณิตศาสตร์ในวันนี้ ผู้วิจัยจึงเดินแจกคำชี้แจงการทำแบบสอบ เมื่อเห็นว่าได้ครบกันทุกคนแล้วจึงอ่านคำชี้แจงให้ฟัง พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย รายละเอียดของคำชี้แจงได้แสดงไว้แล้วในภาคผนวก เปิดโอกาสให้เด็กนักเรียนสอบถามในส่วนที่ยังไม่เข้าใจจนสิ้นข้อสงสัยทุกคนแล้ว จึงเริ่มเดินแจกแบบสอบโดยเริ่มแจกแบบสอบฟอร์มที่ 1 ซึ่งเย็บรวมไว้เป็นชุด 45 แผ่น ให้กับเด็กคนแรก แจกแบบฟอร์มที่ 2 ให้กับเด็กคนที่สอง ซึ่งเป็นแบบสอบที่แยกเย็บไว้เป็น 2 ตอน ให้ไปพร้อม ๆ กันทั้งสองตอน แล้วแจกฟอร์มที่ 1 อีกให้กับเด็กคนที่ 3 ฟอร์มที่ 2 ให้คนที่ 4 สลับกันดังนี้เรื่อยไปจนถึงคนสุดท้าย ในขณะที่แจก จะแจกแบบสอบปิดคว่ำลงบนโต๊ะพร้อมกับพูดอยู่ตลอดเวลาว่า เราจะเปิดข้อสอบทำพร้อม ๆ กัน เมื่อแจกแบบสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็พูดย้ำอีกครั้งว่ากระดาษแผ่นแรกที่ปิดคว่ำอยู่จะเป็นข้อสอบข้อที่หนึ่งแผ่นต่อไปจะเป็นข้อที่สอง จากการสังเกตในขณะที่แจกแบบสอบ เด็กที่ได้รับแบบสอบฟอร์มที่ 2 จะแสดงความพึงพอใจมากกว่า เด็กที่ได้รับฟอร์มที่ 1 เด็กที่ได้รับฟอร์มที่ 1 ถามว่าต้องทำหมดทุกแผ่นหรือเปล่ามากกว่าเด็กที่ได้รับฟอร์มที่ 2 เมื่อเห็นว่าเด็กทุกคนได้รับแบบสอบครบทุกคนแล้วจึงบอกให้เริ่มทำข้อสอบได้ พร้อมทั้งเริ่มจับเวลา ในระหว่างที่เด็กกำลังเขียนตอบผู้วิจัยได้เดินดูความถูกต้องของการสอบของเด็ก เมื่อเด็กทำแบบสอบไประยะหนึ่งก็จะครบชุด

ของข้อคำถาม ข้างล่างของข้อคำถามนั้นมีข้อความเขียนบอกให้นักเรียนรีบยกมือบอกทันทีเมื่อเขียนตอบเสร็จ ผู้วิจัยรีบเดินไปเขียนเวลาที่เด็กทำเสร็จลงในกระดาษเขียนตอบของเด็กนั้นทันที การจับเวลาด้วยวิธีนี้ทำให้ผู้วิจัยเหนื่อยมาก เพราะจะต้องเดินอยู่ตลอดเวลา และเป็นการทำลายสมาธิของเด็กในขณะที่สอบอีกด้วย

ผลจากการสังเกตนักเรียนของโรงเรียนที่ทดลองสอบครั้งแรก ผู้วิจัยได้ปรับปรุงวิธีการสอบใหม่ในโรงเรียนต่อมาคือ ได้นำแบบสอบทั้ง 2 ฟอร์ม มาแยกเย็บเป็นตอนย่อย ๆ ตอนละ 9 ข้อ ทั้ง 2 ฟอร์ม การแจกแบบสอบของการสอบโรงเรียนที่สองแจกตอนแรกไปก่อน เมื่อเด็กทำตอนแรกเสร็จให้เด็กเดินมาส่งกับผู้วิจัย ผู้วิจัยบันทึกเวลาลงในแบบสอบแล้วมอบตอนที่สองให้ไป เมื่อเด็กทำเสร็จรีบนำมาส่งผู้วิจัยบันทึกเวลาที่ทำเสร็จ ทำดังนี้เรื่อยไปจนเสร็จทุกตอนแล้วนำมาเย็บรวมกันทุกตอน เป็นแบบสอบหนึ่งชุดของเด็กแต่ละคน ผลการปรับปรุงการแจกแบบสอบในลักษณะเช่นนี้ เด็กมีความพึงพอใจมากกว่าโรงเรียนแรก และยังสามารถสอบถามความสมัครใจของเด็กได้ว่าจะทำตอนต่อไปอีกหรือไม่ ส่วนมากเต็มใจทำตอนต่อไปจนแล้วเสร็จทุกคน

4. ผลจากการทดลองสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า

4.1 เวลาที่ขอทดลองสอบจากโรงเรียนประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อหมดเวลาเด็กส่วนมากก็ยังทำไม่เสร็จ เด็กส่วนน้อยที่ทำเสร็จทันเวลาเมื่อสอบถามครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ปรากฏว่า เป็นเด็กที่เรียนอ่อนทั้งสิ้น เมื่อนำกระดาษคำตอบไปตรวจ เด็กทำข้อสอบไม่ถูกเลย ซึ่งตรงกับคำพูดของครูผู้สอน ดังนั้น เวลาที่ใช้ทำข้อสอบจึงไม่สามารถกำหนดได้

4.2 ส่วนถ้อยคำสำนวนที่เขียนถามในแต่ละข้อคำถาม ได้บันทึกจุดที่เด็กถามบ่อย ๆ ที่เขาไม่เข้าใจแล้วอธิบายจนเด็กเข้าใจแล้วบันทึกข้อความที่ใช้พูดจนเด็กเข้าใจนำมาปรับปรุงข้อความที่เขียนในแบบสอบในโอกาสต่อไป

4.3 การดำเนินการทดลองสอบโดยการแจกแบบสอบทีละตอนย่อย ๆ จะได้ผลดีกว่าการแจกแบบสอบไปให้ทั้งหมด 5 ตอน แต่เด็กจะรู้สึกเหน็ดเหนื่อยมากจากการสังเกต เพราะเกิดมีการแข่งขันกันขึ้นโดยอัตโนมัติ เพื่อทำให้เสร็จในแต่ละตอนของเด็กแต่ละคน

4.4 ผลการตรวจแบบสอบ มีเด็กจำนวนน้อยที่สามารถทำแบบสอบได้เกินกว่า 10 ข้อ ในจำนวน 45 ข้อ นอกจากนั้นจะตอบถูกต่ำกว่า 10 ข้อ ลงมาเป็นจำนวนมากและมีอีกส่วนหนึ่งที่ทำข้อสอบไม่ได้เลย

การปรับปรุงครั้งที่ 1

ผู้วิจัยนำผลการทดลองสอบครั้งที่ 1 ปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา ได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงแบบสอบขึ้นใหม่ให้พอเหมาะกับเวลาที่ทำประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยการลดเงื่อนไขในปัญหาที่เขียนเป็นสถานการณ์ให้เหลือเพียง 5 เงื่อนไข ในแต่ละสถานการณ์ ส่วนลำดับของการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ก็ยังคงไว้เหมือนเดิม จึงได้แบบสอบ 2 ฟอร์ม ๆ ละ 5 ตอน ๆ ละ 5 ข้อคำถาม โดยเย็บเป็นตอน ๆ ละ 5 ข้อคำถาม ทั้ง 2 ฟอร์ม จัดพิมพ์แบบสอบขึ้นใหม่

การทดลองสอบครั้งที่ 2

ในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับครั้งแรก คือ ต้องการตรวจสอบความเหมาะสมของเวลาที่ใช้สอบ วิธีการบริหารแบบสอบและภาษาที่ใช้ในแบบสอบ การทดสอบครั้งนี้ ได้ดำเนินการดังนี้

1. นำหนังสือของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกรุงเทพมหานครไปติดต่อขอสอบเด็กกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร ทำการสุ่มห้องเรียนเช่นเดียวกับการทดลองครั้งแรก

2. จัดเตรียมแบบสอบ ซองใส่แบบสอบ แบบสอบที่จะใช้สอบครั้งนี้แตกต่างจากครั้งแรก ได้เขียนหมายเลขฟอร์มและเลขแสดงตอนที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ไว้อย่างชัดเจน

3. การดำเนินการสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบเป็นขั้นตอนดังนี้ คือ

3.1 แจกกระดาษคำชี้แจงการทำแบบสอบให้เด็กทุกคน แล้วอธิบายลักษณะของแบบสอบ การทำแบบสอบ ดังรายละเอียดในภาคผนวก จากนั้นจึงแจกแบบสอบ คนแรกจะได้แบบสอบฟอร์มที่ 1 ตอนที่ 1 มีข้อคำถามข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 5 คนที่สองจะได้รับแบบสอบฟอร์มที่ 2 ตอนที่ 1 เช่นกัน คนที่สามจะได้แบบสอบฟอร์มที่ 1 และคนที่สี่จะได้ฟอร์มที่ 2 เป็นดังนี้จนครบทุกคน

3.2 สั่งให้เด็กเริ่มทำแบบสอบได้พร้อมทั้งเริ่มจับเวลาและบันทึกเวลา เมื่อเด็กทำเสร็จตอนแรกพร้อมกับส่งตอนที่ 2 ให้ทำต่อไป ทำดังนี้จนกระทั่งเด็กทุกคนทำเสร็จครบทุกตอน จึงนำแบบสอบมาส่งและนำมาเย็บรวมกันเป็นชุด ในการสอบนักเรียนของโรงเรียนถัดไปได้เปลี่ยนกลับมาแจกแบบสอบตอนที่ 5 ก่อน แล้วแจกตอนที่ 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ และเมื่อมาสอบกับเด็กนักเรียนของโรงเรียนที่สามได้คละตอนกันไม่ลำดับ เพียงแต่ให้เด็กได้ทำครบทุกตอน การกระทำแบบนี้ต้องการกระจายปัญหาสถานการณ์ในลักษณะแบบสุ่ม

4. นำแบบสอบมาตรวจให้คะแนน โดยยึดเกณฑ์การตรวจจากชุดของคำเฉลยเป็นหลัก ถ้าคำตอบตรงกับคำเฉลยให้ 1 คะแนน ถ้าหากผิดไปจากชุดคำเฉลยให้ 0

5. ผลการตรวจให้คะแนน และเวลาเฉลี่ยที่ได้มีดังนี้

5.1 เวลาที่ใช้ดำเนินการสอบรวมทั้งการอธิบาย คำชี้แจง ลักษณะแบบสอบ การทำแบบสอบ และเวลาที่เด็กใช้เขียนตอบ รวมทั้งสิ้นประมาณ 2 ชั่วโมง

5.2 ส่วนย่อยคำสำนวนที่เขียนในแบบสอบ เด็กนักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เขียนถาม แต่ไม่สามารถตอบคำถามได้เป็นส่วนมาก จากการสอบถามเด็กนักเรียนภายหลังจากการสอบเสร็จ ปรากฏว่า เนื้อหาของปัญหาเป็นเนื้อหาที่สุ่มเลือกมาเป็นเนื้อหาที่จะเรียนในภาคปลาย ถึงแม้ว่าเนื้อหาบางส่วนจะเคยเรียนมาบ้างแล้วตอนภาคปลาย ของชั้นประถมปีที่ 5 ก็ตาม เด็ก ๆ ก็ลืมเสียเป็นส่วนใหญ่

5.3 ผลการตรวจแบบสอบทั้งสองฟอร์ม ๆ ละ 25 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน เด็กทำได้คะแนนเฉลี่ยของฟอร์มที่หนึ่ง 3.14 คะแนน และฟอร์มที่สอง 4.13 คะแนน จะเห็นว่าแบบสอบทั้งสองฟอร์มยากมาก เมื่อพิจารณาตามชุดของปัญหา มีชุดปัญหาเกี่ยวกับร้อยละในฟอร์มที่สองเท่านั้นที่มีเด็กสามารถแก้ปัญหาได้เป็นผลสำเร็จ ส่วนชุดปัญหาในฟอร์มอื่นหรือฟอร์มเดียวกันไม่มีเด็กคนใดสามารถแก้ปัญหาได้เลย นับว่าจะมีปัญหาที่จะนำไปเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบแบบเลือกตอบต่อไป

<u>การปรับปรุงครั้งที่</u> 2

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองแบบสอบครั้งนี้นำไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตร การสอนและการวัดผลอีกครั้งหนึ่ง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบสอบ โดยสร้างสถานการณ์และเงื่อนไขของปัญหาให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่สุ่มเลือกมาจากเนื้อหาที่เด็กกำลังเรียนในภาคต้นของปีการศึกษา ด้วยวิธีการสร้างดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น นำแบบสอบที่ปรับปรุงใหม่ ซึ่งมีจำนวน 4 ชุดปัญหา ที่เป็นชุดปัญหาที่เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน ในแต่ละชุดปัญหาประกอบด้วย 5 ข้อคำถาม โดยถามพฤติกรรมย่อยละ 1 ข้อคำถาม ในแต่ละชุดปัญหา รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาพิจารณาถึงความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้างอีกครั้งหนึ่ง เมื่อได้รับการยืนยันว่า แบบสอบนี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จริง จึงนำจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลองสอบอีกครั้งหนึ่ง

<u>การทดลองสอบครั้งที่</u> 3

ในการทดลองสอบครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเวลาเฉลี่ยที่แท้จริงในแต่ละข้อคำถามในแบบสอบ ดูย่อยคำสำนวนของข้อความที่กำหนดในแต่ละสถานการณ์และข้อคำถามใน

แต่ละข้อความ ดูผลสำเร็จของการแก้ปัญหาในแต่ละชุดของปัญหาและเพื่อนำผลการตอบของเด็ก ทั้งที่เป็นคำตอบที่ถูกและผิดนำมาเป็นแนวทางในการจัดตัวเลือกของแบบสอบเลือกตอบในโอกาสต่อไป ทั้งนี้จากการศึกษาของ สนั่น สิทธิวัง (2512) แบบสอบเลือกตอบที่ใช้ตัวเลือกจากคำตอบของนักเรียนมีค่าความเที่ยงสูงกว่าตัวเลือกที่ครูคิดสร้างตัวเลือกขึ้นเอง ในการสร้างแบบสอบเลือกตอบครั้งนี้ จึงนำตัวเลือกจากคำตอบของนักเรียนมาสร้างในแบบสอบ และได้ทำการทดลองสอบโดยดำเนินการดังนี้

1. นำหนังสือของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกรุงเทพมหานคร ไปติดต่อขอสอบเด็กนักเรียนโรงเรียนที่ตกเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร สุ่มห้องเรียน สอบถามจำนวนนักเรียนในห้องเรียนที่สุ่มได้นัดหมายวัน เวลาที่จะไปทำการสอบ

2. จัดเตรียมแบบสอบ จัดพิมพ์แบบสอบ คำชี้แจงการทำแบบสอบ เรียงเย็บแบบสอบโดยแยกออกเป็นตอน ๆ ของชุดปัญหาตอนละ 5 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 4 ตอน ทุกข้อคำถามสุดท้ายในแต่ละตอนจะเขียนบอกให้เด็กนักเรียนที่เขียนตอบเสร็จแล้วรีบส่งครูผู้คุมสอบทันที

3. การดำเนินการสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบเหมือนกับการทดสอบในครั้งที่ 2 ต่างแต่เพียงว่าในครั้งนี้ใช้แบบสอบเพียงฟอร์มเดียว มีการอธิบายคำชี้แจงการทำแบบสอบและลักษณะของแบบสอบ เริ่มจับเวลาเมื่อเด็กนักเรียนเริ่มทำ บันทึกเวลาที่เด็กนักเรียนนำแบบสอบมาส่งในแต่ละตอนของชุดปัญหา และส่งตอนใหม่ให้เด็กนักเรียนทำต่อจนเสร็จทุกคน

4. นำแบบสอบมาตรวจให้คะแนน โดยยึดหลักเกณฑ์การตรวจจากชุดเฉลยคำตอบเป็นหลัก ถ้าคำตอบของเด็กนักเรียนตรงกันกับในชุดเฉลยคำตอบให้ 1 คะแนน ถ้าผิดให้ 0 คะแนน

5. นำผลจากการบันทึกเวลาที่เด็กนักเรียนทำเสร็จมาหาค่าเฉลี่ยของกลุ่ม กลุ่มเด็กที่ทำแบบสอบได้คะแนนสูงกว่าครึ่งของจำนวนเต็มทั้งหมด โดยแบ่งเวลาเฉลี่ยเป็น 10 ข้อคำถามแรก และ 10 ข้อคำถามสุดท้าย แล้วนำมาเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับ

<u>การปรับปรุงแบบสอบครั้งที่</u> 3

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองสอบครั้งที่ 3 ปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และได้ปรับปรุงแบบสอบพร้อมทั้งจัดสร้างแบบสอบเลือกตอบ แบบสอบผสมขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

1. ปรับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากพฤติกรรมย่อย คงเหลือเพียง 4 พฤติกรรมย่อย โดยรวมพฤติกรรมย่อยที่ 4 และ 5 เข้าด้วยกัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าในพฤติกรรมที่

4 จากการรวบรวมคำตอบของเด็กนักเรียน เด็กนักเรียนได้ให้คำตอบด้วยเหตุผลที่ว่าเคยได้รับการสอนจากครูมาอย่างนี้ ซึ่งเป็นเหตุผลที่เน้นหนักมาจากการสอนของครูที่ให้วิธีทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพียงด้านเดียว ประกอบกับการใช้เวลาเป็นอันมากที่เด็กจะต้องคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่มากวิธีในพฤติกรรมที่ 3 ถ้าหากกำหนดให้เพียงวิธีเดียวที่คิดว่าดีที่สุดก็จะเป็นการใช้เวลาสอบได้น้อยลงมาอีกมาก ดังนั้น พฤติกรรมย่อยที่ 4 ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็คือ การเลือกประเด็นสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล จึงได้ถูกนำออกไป คงเหลือ 4 พฤติกรรมย่อย

2. ปรับปรุงข้อความในสถานการณ์ปัญหา และข้อความข้อคำถามโดยการนำผลการถามของเด็กในระหว่างการดำเนินการสอบในครั้งที่ 3 มาแก้ไขเสียใหม่ โดยใช้ภาษาที่ได้อธิบายเด็กนักเรียนจนเข้าใจในขณะนั้นมาแทนข้อความเดิม

3. จัดนำเวลาเฉลี่ยในแต่ละตอนของชุดปัญหาที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 3 มาจัดเฉลี่ยลงในแต่ละข้อคำถาม โดยพิมพ์ไว้ท้ายข้อสอบล่างสุดของแผ่นกระดาษ พร้อมทั้งทำเวลาสะสมของแต่ละข้อคำถามไว้ด้วย รวมเวลาสะสมทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งกลายเป็นข้อจำกัดของจำนวนข้อสอบในแบบสอบที่จำเป็นต้องมีเพียง 16 ข้อ ต่อ 1 ฉบับ

4. รวบรวมคำตอบทั้งที่ถูกและผิดจากการสอบครั้งที่ 3 นำมาพิจารณาความถี่ที่ทำผิด และความเป็นไปได้ของคำตอบ นำมาเป็นตัวเลือกของแบบสอบเลือกตอบ

5. นำแบบสอบ เอ็ม อี คิว และแบบสอบเลือกตอบที่ปรับปรุงแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณา ผู้วิจัยนำแบบสอบทั้งสองฉบับมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วจัดพิมพ์แบบสอบ

6. นำแบบสอบที่จัดพิมพ์เรียบร้อยแล้ว นำมาเรียงเย็บเป็นฉบับ โดยที่แบบสอบเอ็ม อี คิว จัดข้อคำถามข้อสุดท้าย คือ ข้อที่ 16 ปิดคว่ำลงแล้วตามด้วยข้อคำถามที่ 15, 14, 13 เรื่อยมาจนถึงข้อที่ 1 ตามลำดับแล้วเย็บไว้เป็นชุด ถือว่าเป็นแบบสอบหนึ่งฉบับ ส่วนแบบสอบเลือกตอบก็ทำเช่นเดียวกันกับแบบสอบ เอ็ม อี คิว คือนำข้อคำถามข้อสุดท้าย คือข้อที่ 16 เช่นกันนำมาปิดคว่ำลงแล้วตามด้วยข้อที่ 15, 14, 13, 12 ตามลำดับจนถึงข้อที่ 1 ส่วนแบบสอบผสมทั้งสองฉบับนั้นก็ดำเนินการจัดเรียงเย็บดังนี้คือ แบบสอบผสมที่ 1 นำกระดาษข้อคำถามข้อ 16 ถึงข้อที่ 9 ของแบบสอบเลือกตอบ นำมาปิดคว่ำลงตั้งแต่ข้อคำถามข้อที่ 16 แล้วตามด้วยข้อที่ 15, 14, 13 เรื่อยมาจนถึงข้อคำถามที่ 9 แล้วนำข้อคำถามของแบบสอบ เอ็ม อี คิว ซึ่งเป็นแบบสอบที่ไม่มีตัวเลือกให้ไว้ ตั้งแต่ข้อที่ 8 จนถึงข้อคำถามที่ 1 ปิดคว่ำลงไปต่อจาก

ข้อที่ 9 ที่แล้วมาจนครบถึงข้อที่ 1 แล้วเย็บไว้เป็นชุดถือว่าเป็นแบบสอบผสมที่ 1 ส่วนแบบผสมที่ 2 ต่างจากแบบผสมที่ 1 โดยนำกระดาษข้อคำถามข้อ 16 ถึงข้อ 9 ของแบบสอบเอ็ม อี คิว นำมาปิดคว่ำลง เรียงลำดับตั้งแต่ข้อคำถามที่ 16 จนถึงคำถามที่ 9 แล้ว ตามข้อคำถามที่ 8 จนถึงข้อคำถามที่ 1 ของแบบสอบเลือกตอบ แล้วนำมาเย็บไว้เป็นชุดเดียวกัน ดังนั้นจะได้แบบสอบที่มี 4 ลักษณะ คือ

6.1 แบบสอบ เอ็ม อี คิว เป็นแบบสอบที่มีข้อความที่เป็นสถานการณ์ปัญหาพิมพ์ไว้ในกรอบ ข้างล่างลงมาจะเป็นข้อคำถามแล้วเว้นว่างให้เด็กนักเรียนเขียนตอบ และส่วนล่างสุดของหน้ากระดาษจะเขียนบอกเวลาที่ให้ทำในแต่ละข้อคำถามไว้ พร้อมทั้งบอกเวลาสะสมไว้ด้วย รวมทั้งสิ้นมี 16 ข้อคำถาม เป็นแบบสอบที่เด็กนักเรียนจะต้องเขียนตอบทั้งสิ้น

6.2 แบบสอบเลือกตอบ เป็นแบบสอบที่มีข้อความที่เป็นสถานการณ์ปัญหา และข้อคำถามเหมือนกับแบบสอบ เอ็ม อี คิว ทุกประการ แต่ในส่วนที่เว้นไว้ให้เด็กเขียนตอบได้พิมพ์ตัวเลือกไว้ 4 ตัวเลือก โดยจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวให้ไว้ ส่วนล่างสุดของหน้ากระดาษก็จะเขียนบอกเวลาที่กำหนดให้ทำเหมือนกับแบบสอบ เอ็ม อี คิว รวมข้อคำถามลักษณะเช่นนี้ทั้งสิ้น 16 ข้อคำถาม ซึ่งเด็กนักเรียนไม่ต้องเขียนตอบแต่กลับมาเลือกตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวในแต่ละข้อคำถาม

6.3 แบบสอบผสม แบบสอบผสมที่ 1 เมื่อเด็กดึงกระดาษแผ่นแรกแล้วพลิกเปิดดูจะเป็นข้อคำถามที่ 1 ที่เหมือนกับแบบสอบ เอ็ม อี คิว จนถึงข้อคำถามที่ 8 แล้วตามด้วยแบบสอบเลือกตอบข้อที่ 9 จนถึงข้อที่ 16 รวมทั้งสิ้น 16 ข้อคำถาม 8 ข้อแรกเป็นแบบเขียนตอบแบบเอ็ม อี คิว 8 ข้อคำถามหลังเป็นแบบเลือกตอบแบบสอบผสมที่ 2 มีลักษณะกลับกันกับแบบที่ 1 คือ 8 ข้อแรกเป็นแบบเลือกตอบ และ 8 ข้อคำถามหลังเป็นแบบเขียนตอบแบบ เอ็ม อี คิว

<u>การทดลองสอบครั้งที่ 4</u>

ในการทดลองสอบครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและหาค่าความเที่ยงของแบบสอบ ซึ่งจะนำผลการทดลองสอบมาปรับปรุงแก้ไขให้แบบสอบมีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อจะนำมาจัดพิมพ์เป็นแบบสอบที่จะใช้ในการวิจัยต่อไป การทดลองสอบครั้งนี้ได้ดำเนินการดังนี้

1. นำหนังสือของสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ไปติดต่อกับทางโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร ขอความร่วมมือในการสอบนักเรียน ทำการสุ่มห้องเรียน สอบ

ตามจำนวนนักเรียนที่จะทำการสอบ นัดวัน เวลาที่จะไปทำการสอบ

2. จัดเตรียมแบบสอบให้มากเกินกว่าจำนวนนักเรียนที่จะเข้าสอบ ไปโรงเรียนตามวัน เวลาที่นัดหมายไว้

3. การดำเนินการสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบดังนี้ คือ

3.1 แจกคำชี้แจงการทำแบบสอบให้เด็กนักเรียนทุกคน เมื่อเห็นว่าทุกคนได้รับเรียบร้อยแล้ว จึงอ่านคำชี้แจงให้ฟัง เมื่ออ่านคำชี้แจงจบลงแล้วจึงสั่งให้เด็กนักเรียนเขียนชื่อชื่อโรงเรียน ในขณะที่เด็กกำลังเขียนชื่อตัวเองและชื่อโรงเรียน ผู้วิจัยก็จะเขียนบนกระดานดำว่า

1. เขียนตอบตั้งแต่ข้อ 1 ถึง 16
2. เขียนตอบข้อ 1 ถึง 8 และข้อ 9 ถึง 16 เลือกตอบ ก ข ค ง
3. เลือกตอบ ก ข ค ง ข้อ 1 ถึงข้อ 8 และข้อ 9 ถึง 16 เขียนตอบ
4. เลือกตอบ ก ข ค ง จากข้อ 1 ถึงข้อ 16

เมื่อเห็นว่าเด็กเขียนชื่อ และชื่อโรงเรียนเสร็จเรียบร้อยทุกคนแล้วจึงเริ่มอธิบายตัวอย่างการทำแบบสอบ เปิดโอกาสให้ซักถามจนเข้าใจทุกคน จึงเริ่มแจกแบบสอบ

3.2 แจกแบบสอบโดยเริ่มจากเด็กนักเรียนจากมุมใดมุมหนึ่งของห้อง คนแรกให้แบบสอบฉบับที่ 1 เป็นแบบสอบ เอ็ม อี คิว คนที่สองให้แบบสอบผสมที่ 1 คนที่สามให้แบบสอบผสมฉบับที่ 2 และคนที่สี่ให้แบบสอบเลือกตอบ คนที่ห้าก็เริ่มให้แบบสอบ เอ็ม อี คิว และคนต่อมาก็ให้แบบสอบผสมที่ 1 เรื่อยมาตามลำดับ จนเด็กได้แบบสอบครบทุกคนคนละ 1 ฉบับ การแจกแบบสอบสลับกันอย่างนี้ เมื่อไปสอบห้องอื่นก็จะเริ่มแจกแบบสอบต่อจากห้องที่สอบมาก่อนแล้ว คือ ถ้าห้องแรกคนสุดท้ายได้รับแบบสอบ เอ็ม อี คิว คนแรกของห้องถัดไปจะเริ่มด้วยแบบสอบผสมฉบับที่ 1 แล้วคนที่ 2 จะแจกแบบสอบผสมฉบับที่ 2 ต่อไปในขณะที่เดินแจกแบบสอบจะพูดกำชับว่าห้ามเปิดแบบสอบก่อนที่จะได้รับคำสั่ง พูดอย่างนี้อยู่จนกระทั่งแจกแบบสอบให้เด็กนักเรียนได้รับแบบสอบครบทุกคน

3.3 เมื่อเด็กทุกคนได้รับแบบสอบครบทุกคนแล้ว จึงชี้แจงพร้อมทั้งชี้ที่กระดานดำว่า คำอธิบายวิธีทำทั้งหมดที่อธิบายให้ฟังทั้งหมดนี้เป็นแบบสอบเขียนตอบ ดังนั้นถ้าหากเด็กนักเรียนผู้ใดได้รับแบบสอบฉบับที่ 1 ก็จะเป็นแบบสอบเขียนตอบทั้งสิ้น คือ จะต้องเขียนคำตอบลงในแบบสอบ ตั้งแต่ข้อที่ 1 จนถึงข้อที่ 16 ส่วนคนที่ได้รับฉบับที่ 2 จะเป็นแบบสอบที่ต้องเขียนคำตอบลงในแบบสอบ ตั้งแต่ข้อที่ 1 จนถึงข้อที่ 8 พอถึงข้อที่ 9 ก็จะพิมพ์ตัวเลือกให้เลือกตอบ โดยให้

ทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลือกที่คิดว่าเป็นตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว และตั้งแต่ข้อ 9 จนถึงข้อที่ 16 ก็จะมีตัวเลือกให้เช่นกัน ส่วนคนที่ได้รับแบบสอบฉบับที่ 3 จะเป็นแบบสอบที่เลือกตอบ ตั้งแต่ข้อ 1 จนถึงข้อ 8 และพอถึงข้อ 9 จนถึงข้อ 16 จะเป็นแบบสอบที่จะต้องเขียนตอบ ส่วนคนที่ได้รับฉบับที่ 4 จะเป็นแบบสอบที่เลือกตอบทั้งสิ้น ตั้งแต่ข้อ 1 จนถึงข้อที่ 16 เมื่ออธิบายจบแล้วก็กล่าวย้ำเตือนเด็กที่ได้รับแบบสอบฉบับที่ 4 โดยเฉพาะว่าจะต้องพยายามใช้ความคิดมาก ๆ อย่าเดาคำตอบเพราะอาจจะผิดได้ง่าย และพูดให้กำลังใจเด็กนักเรียนที่ได้รับฉบับที่ 1 ว่าแบบสอบนี้ก็เหมือนแบบฝึกหัดที่เด็กนักเรียนเคยทำส่งครูที่สอนคณิตศาสตร์อยู่เป็นประจำนั่นเองไม่ยากอะไร

3.4 บอกให้เด็กนักเรียนเขียนหมายเลขฉบับที่ของแบบสอบที่ตนเองได้รับลงบนมุมขวาด้านบนของกระดาษคำชี้แจงแล้วเปิดโอกาสให้ซักถามเล็กน้อย เมื่อทุกคนเข้าใจตรงกันแล้วจึงบอกให้ดึงกระดาษแผ่นแรกแล้วพลิกขึ้นอ่านข้อสอบทันที พร้อมทั้งเริ่มจับเวลา

3.5 เมื่อเด็กนักเรียนทำเสร็จและนำมาส่ง ผู้วิจัยจะรวบรวมแผ่นกระดาษจัดเรียงลำดับข้อที่ 1 จนถึงข้อที่ 16 ปะหน้าด้วยกระดาษคำชี้แจง เย็บรวมไว้เป็นชุด ๆ และแยกเป็นรายฉบับ ๆ ไป

4. นำแบบสอบมาตรวจให้คะแนน โดยยึดหลักเกณฑ์การตรวจจากชุดเฉลยคำตอบเป็นหลัก ถ้าทำถูกให้ 1 คะแนน ถ้าทำผิดให้ 0 คะแนน

5. นำคะแนนของแบบสอบในแต่ละฉบับมาวิเคราะห์หาค่าสถิติ

<u>การปรับปรุงแบบทดสอบครั้งที่</u> 4

ผู้วิจัยนำผลการทดลองสอบ นำค่าสถิติที่วิเคราะห์เรียบร้อยแล้วปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และได้แก้ไขปรับปรุงแบบสอบ ดังนี้

1. ปรับปรุงข้อความสถานการณ์ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น แต่คงความหมายและจำนวนตัวเลขไว้คงเดิมทุกประการ

2. ปรับปรุงข้อคำถามโดยการใช้ภาษาให้กระชับยิ่งขึ้น และเน้นประเด็นของการถามด้วยการขีดเส้นใต้ข้อความที่ต้องการนั้นอีกด้วย

3. ปรับปรุงคำชี้แจงและตัวอย่างการทำแบบสอบ เพื่อจะได้สื่อความหมายได้ตรงมากยิ่งขึ้น

4. การปรับปรุงเริ่มปรับจากแบบสอบเอ็ม อี คิว ก่อนแล้วปรับปรุงแบบสอบเลือกตอบตามภายหลัง มีการปรับรูปแบบการพิมพ์ของแบบสอบเลือกตอบ จากการใช้กระดาษไรเนียว

ยาวบางแผ่นมาเป็นกระดาษไรเนียวสั้นทุกแผ่น โดยการจัดรูปแบบการพิมพ์ใหม่ และใช้กระดาษไรเนียวให้มีความหนามากขึ้นไปอีก เพื่อมิให้เด็กนักเรียนมองเห็นข้อความในหน้าถัดไปได้

5. นำแบบสอบที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงนำไปจัดพิมพ์ รวมเย็บเล่มเป็นแบบสอบที่มีลักษณะเหมือนกับการทดลองสอบในครั้งที่ 4 กล่าวคือ มีแบบสอบ 4 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วยแบบสอบ เอ็ม อี คิว แบบสอบผสมที่ 1 แบบสอบผสมที่ 2 และแบบสอบเลือกตอบ

4. <u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่คะแนนจากแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 ฉบับ โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองร่วมกับนักวิชาการสอบของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ โดยได้อธิบายสาธิตการสอบให้ดู และซักซ้อมจนเข้าใจตรงกันในเรื่องการดำเนินการสอบ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำหนังสือของสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานครไปติดต่อกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร ขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สุ่มห้องเรียนและสอบถามจำนวนนักเรียนของห้องเรียนที่สุ่มได้ กำหนดวัน เวลาที่จะทำการทดสอบ

2. ติดต่อครูประจำชั้นหรือครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ คัดลอกคะแนนผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร เพื่อนำคะแนนมาใช้หาค่าสัมประสิทธิ์ความตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity)

3. ทำการสอบตามวัน เวลาที่กำหนด

4. การดำเนินการสอบ ผู้วิจัยได้กำหนดการสอบโดยทำการสอบเด็กนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรด้วยแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้ง 4 ฉบับ โดยเด็กนักเรียนแต่ละคนจะสอบเพียงฉบับในคอนเช้าของวันแรก และในวันรุ่งขึ้นคอนบ่าย เด็กนักเรียนกลุ่มเดิมก็จะได้รับการสอบด้วย แบบสอบมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที ในการดำเนินการสอบผู้วิจัยได้ทำดังนี้ คือ

4.1 การดำเนินการสอบแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทั้ง 4 ฉบับ ได้ดำเนินการสอบเหมือนกับการดำเนินการสอบของการทดลองสอบในครั้งที่ 4 ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

4.2 การดำเนินการสอบแบบสอบมาตรฐาน ผู้วิจัยและผู้ร่วมเก็บข้อมูลได้ดำเนิน

การสอบตามคำแนะนำที่ระบุไว้ในเอกสารประกอบการใช้แบบสอบมาตรฐานของกรมวิชาการทุกประการ

5. นำกระดาษคำตอบของแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และแบบสอบมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างประชากรมาตรวจให้คะแนนโดยที่ถ้าเด็กนักเรียนทำถูกให้ 1 คะแนน และถ้าผิดให้ 0 คะแนน

6. คัดแบบสอบที่ไม่สมบูรณ์ที่นักเรียนตอบไม่หมดออก และคัดผลการสอบของเด็กที่ไม่ได้สอบแบบสอบมาตรฐานของกรมวิชาการออกด้วย นอกจากนี้จึงสุ่มแบบสอบที่เหลือเพียงชุดละ 132 ฉบับ ในแต่ละแบบ

5. <u>การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบ</u>

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ยโดยการใช้สูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ย

ΣX แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

2. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร

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

เมื่อ $S.D$ แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทนคะแนนของแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่าง

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ΣX^2 แทนผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวนยกกำลังสอง

3. หาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ โดยใช้วิธีของ ครอนบัค แอลฟา (Cronbach's Alpha) (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2528:64)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\Sigma\ Var(i)}{Var(x)}\right)$$

เมื่อ α แทนค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ

k แทนจำนวนข้อกระทงในแบบสอบ

$\text{Var}(x)$ แทนความแปรปรวนของการกระจายของคะแนนสอบทั้งหมด

$\sum \text{Var}(i)$ แทนผลรวมจากความแปรปรวนของการกระจายของคะแนนในข้อกระทงต่าง ๆ

4. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดแบบสอบ โดยสูตร (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2528:48)

$$SEM = \sigma_{\circ}\sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ $\sigma_{\circ}$ แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลการสอบ

r_{tt} แทนค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง

5. หาค่าความตรงของแบบสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ระหว่างคะแนนจากการทำแบบสอบกับคะแนนจากเกณฑ์ โดยใช้สูตร (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2528:76)

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

เมื่อ r_{xy} แทนค่าสัมประสิทธิ์ความตรง

N แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบสอบแต่ละชุด

X แทนคะแนนที่ได้จากแบบสอบที่ต้องการหาความตรง

Y แทนคะแนนจากเกณฑ์

6. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ถ้าความแตกต่างมีนัยสำคัญจึงทดสอบความแตกต่างรายคู่

7. หาค่าความยากมาตรฐานของแบบสอบแต่ละชุดโดย

7.1 หาค่าความยากของข้อสอบด้วยการวิเคราะห์รายข้อโดยใช้เทคนิค 33%

7.2 เปลี่ยนค่าความยากของข้อสอบเป็นค่าความยากมาตรฐานโดยใช้สูตร (สวัสดิ์ ประทุมราช, 2523:119-127)

$$\Delta = 4Z + 13$$

เมื่อ Δ แทนค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

Z แทนคะแนนมาตรฐานของค่าความยากของข้อสอบ

7.3 หาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของข้อสอบ ซึ่งถือเป็นค่าความยากมาตรฐานของแบบสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร

$$\overline{\Delta} = \frac{\Sigma\Delta}{k}$$

เมื่อ $\overline{\Delta}$ แทนความยากมาตรฐานเฉลี่ยของข้อสอบ

Δ แทนความยากมาตรฐานของข้อสอบแต่ละข้อ

k แทนจำนวนข้อสอบในแบบสอบ

8. ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบสอบทั้ง 4 ฉบับ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และถ้าความแตกต่างมีนัยสำคัญ จะทดสอบความแตกต่างรายคู่ โดย T-Method ของทูกี้ (Tukey) (ประคอง กรรณสูต, 2525: 305-307)

9. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละชุดโดย

9.1 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยวิเคราะห์รายข้อโดยแบ่งกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ ใช้เทคนิค 33% ดังสูตร (ประคอง กรรณสูต, 2523:34)

$$D = \frac{R_U - R_l}{f}$$

เมื่อ D แทนค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

R_U แทนจำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมดในกลุ่มสูง

R_l แทนจำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

f แทนจำนวนผู้สอบทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

9.2 หาค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบสอบแต่ละฉบับโดย

9.2.1 นำค่าอำนาจจำแนกแต่ละข้อ แปลงเป็นค่า Z และบวกรวมกันแล้วหาค่า Z เฉลี่ย

9.2.2 นำค่า Z เฉลี่ย แปลงเป็นค่า r เป็นค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบสอบแต่ละฉบับ

10. ทดสอบความแตกต่างของค่าความเที่ยง ความตรงและค่าอำนาจเฉลี่ยของแบบสอบทั้ง 4 ฉบับ โดยใช้วิธีทดสอบด้วยไคสแควร์ (Chi-Square Test) ดังสูตร (Wert and Ahmann, 1954:298)

$$\chi^2 = \sum\left(Z_i^2 (N_i - 3)\right) - \frac{\left[\sum Z_i (N_i - 3)\right]^2}{\sum (N_i - 3)} \quad ; df = n-1$$

เมื่อ χ^2 แทนค่า Chi-Square

Z_i แทนค่าความเที่ยงหรือความตรงที่นำมาทดสอบความแตกต่าง ในรูป Fisher's Z

N_i แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

df แทนชั้นแห่งความเป็นอิสระ

n แทนจำนวนค่าความเที่ยงหรือความตรงที่นำมาทดสอบความแตกต่าง

11. ถ้าความแตกต่างในข้อ 10. มีนัยสำคัญจะทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยอัตราส่วน ซี โดยใช้สูตร (Wert and Ahmann, 1954:297)

$$Z = \frac{Z_1 - Z_2}{\sqrt{\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_2 - 3}}}$$

เมื่อ Z แทนค่าอัตราส่วน ซี

Z_1, Z_2 แทนค่าความเที่ยงหรือความตรงในรูป Fisher's Z ที่จะทดสอบความแตกต่าง

N_1, N_2 แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย