

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ต้องการศึกษาคำตรงลู่เข้าของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป โดยผู้วิจัยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. เอกภพของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดเอกภพของการวิจัย ไว้ดังนี้

1.1 เอกภพการสังเกตที่ยอมรับได้ ประกอบด้วย

1.1.1 ประชากร ในทฤษฎีการอ้างอิงสรุปนั้น ประชากร หมายถึง สิ่งที่ถูกวัด ดังนั้นประชากรในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียน (person-p) ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2537 จำนวน 418 โรงเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 39,836 คน

1.1.2 เอกภพ ในทฤษฎีการอ้างอิงสรุปนั้น เอกภพจะหมายถึงเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการที่จะวัด ดังนั้นเอกภพของงานวิจัยนี้ คือ ข้อกระทง (item-i) และวิธีวัด (method-m) ดังต่อไปนี้

ก. เอกภพของข้อกระทง (i) ได้แก่ ข้อกระทงวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีจำนวนอนันต์

ข. เอกภพของวิธีวัด (m) ได้แก่ วิธีวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีจำนวนอนันต์

1.2 เอกภพของการอ้างอิงสรุป เป็นเอกภพที่ผู้วิจัยต้องการอ้างอิงสรุปไปถึง ประกอบด้วยเอกภพของข้อกระทง และวิธีวัด

2. วิธีการสุ่ม

วิธีการสุ่ม ประกอบด้วยการสุ่มนักเรียน และการสุ่มข้อกระทง ดังต่อไปนี้

2.1 การสุ่มนักเรียน ทำการสุ่ม 3 ครั้ง ดังนี้

2.1.1 สุ่มเพื่อทำการทดลองเครื่องมือ ประกอบด้วยการสุ่ม 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาข้อบกพร่องของแบบสอบถามก่อนที่จะนำไปใช้จริง ด้วยการตรวจสอบภาษา ด้านคำสั่ง คำชี้แจง ความเข้าใจในข้อคำถาม เพื่อใช้เป็น

ข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งกำหนดเวลาที่ใช้ในการสอบ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน จากวิธีการสุ่มต่อไปนี้

ก. สุ่มเขตในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีทั้งหมด 36 เขต ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้เขตบางกอกน้อย

ข. สุ่มโรงเรียนประถมศึกษาในเขตบางกอกน้อย ซึ่งมีจำนวน 24 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนบำรุงวิทยานบุรี

ค. สุ่มห้องเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้อง ได้ห้องประถมศึกษาปีที่ 6 ก. ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยมีจำนวนนักเรียน 23 คน

ครั้งที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลที่ได้จากการสอบไปคำนวณค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม พิสัย ความเบ้ ความโด่ง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อ กับคะแนนรวมของแบบสอบ ค่าความเที่ยง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงข้อกระทง โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 91 คน จากวิธีการสุ่มต่อไปนี้

ก. สุ่มเขตในกรุงเทพมหานคร ได้เขตบางพลัด

ข. สุ่มโรงเรียนประถมศึกษาในเขตบางพลัด ซึ่งมีจำนวน 14 โรงเรียน ได้โรงเรียนประมุขวิทยา โดยมีจำนวนนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งสิ้น 91 คน

ครั้งที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลที่ได้จากการสอบไปคำนวณค่าสถิติของการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม พิสัย ความเบ้ ความโด่ง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิคกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อกับคะแนนรวม และค่าความเที่ยง กำหนดให้มีจำนวนนักเรียนมากกว่าครั้งที่ 2 โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 129 คน จากวิธีการสุ่มต่อไปนี้

ก. สุ่มเขตในกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 เขต ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้เขตธนบุรีและเขตยานนาวา

ข. สุ่มโรงเรียนในเขตธนบุรีและเขตยานนาวา เขตละ 1 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ปรากฏว่าได้โรงเรียนจรรยาพริตยา ในเขตธนบุรี และโรงเรียนวรมงคล ในเขตยานนาวา โดยรวมจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งสิ้น 129 คน

2.1.2 สุ่มเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุปด้วยโปรแกรม GENOVA ประกอบด้วย

การสุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ทั้งนี้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 186 คน และจำนวนกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล 183 คน โดยดำเนินการสุ่มดังต่อไปนี้

ก. สุ่มเขตในกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 เขต ปรากฏว่าในกลุ่มตัวอย่าง เขตที่สุ่มได้ คือ เขตบางกอกใหญ่ คลิ่งชัน สัมพันธวงศ์ บางพลัด และสาทร สำหรับกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ปรากฏว่าเขตที่สุ่มได้ คือ เขตบางกอกน้อย หนองแขม ธนบุรี ยานนาวา และบางคอแหลม โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย

ข. สุ่มโรงเรียนจากเขตที่สุ่มได้ในข้อ ก. จำนวนเขตละ 1 โรงเรียนด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

ค. สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้ในข้อ ข. โรงเรียนละ 1 ห้อง ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย นักเรียนทุกคนในห้องเรียนนั้น ๆ เป็นสิ่งที่ต้องการวัด ปรากฏว่ามีนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 186 คน และนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล จำนวน 183 คน ดังแสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ในการศึกษา จำแนกตามเขตและโรงเรียน

เขต	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน		
		ชาย	หญิง	รวม
บางกอกใหญ่	สุโรจนวิทยา	17	17	34
คลิ่งชัน	วรรัตน์ศึกษา	17	24	41
บางพลัด	ศรีอูลัย	13	15	28
สัมพันธวงศ์	กหลาบวัฒนา	46	-	46
สาทร	พระแม่มาลี	-	37	37
	รวม	93	93	186

ตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างสอบทานผลนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ในการศึกษา จำนวนตามเขตและโรงเรียน

เขต	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน		
		ชาย	หญิง	รวม
ยานนาวา	วรมงคล	15	18	33
บางกอกน้อย	ครุวัฒนา	23	19	42
หนองแขม	วิรสุนทร	19	19	38
ธนบุรี	ครุวิทยวิทยา	22	12	34
บางคอแหลม	เสริมปัญญา	18	18	36
รวม		97	86	183

2.2 ข้อกระทรวงวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้วิจัยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 บทที่ 11 เรื่องบทประยุกต์ เพื่อใช้เป็นเนื้อหาในการสร้างแบบสอบ โดยแยกเป็นแบบสอบ 2 ฉบับตามวิธีวัด ฉบับละ 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้จากการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการสอน คู่มือครู และแบบเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นทำการสร้างตารางโครงสร้างกำหนดเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะวัด โดยพิจารณาจากน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา และจำนวนคาบที่ระบุไว้ในแผนการสอน แล้วนำไปให้ครุคณิตศาสตร์และนักวัดผลการศึกษาพิจารณาความครอบคลุมเนื้อหาวิชา ความเหมาะสมของการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาวิชา และความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มุ่งวัด ทั้งนี้เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสุ่มเนื้อหาเพื่อใช้ในการสร้างข้อกระทรวงต่อไป

แม้ว่าในทางปฏิบัติ จะไม่ได้สุ่มจากเอกภพของข้อกระทรวงจริง ๆ แต่ตามทฤษฎีการวัดถือว่าข้อกระทรวงที่สร้างขึ้นเพื่อวัดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เป็นตัวอย่างสุ่มจากโดเมนเชิงสมมติของข้อกระทรวงนั้น ๆ ดังนั้น ข้อกระทรวงที่ใช้ในการศึกษาถือว่าเป็นตัวอย่างสุ่ม มีขนาด 30 ข้อ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือต่อไปนี้

1. แบบสอบถามแบบเลือกตอบ
2. แบบสอบถามแบบเติมคำตอบ และ
3. แบบประเมินโดยครูผู้สอน

โดยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือตามลำดับขั้นดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) คู่มือครุคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จากคู่มือครุคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ในบทที่ 11 เรื่องบทประยุกต์ เพื่อใช้เป็นเนื้อหาในการสร้างแบบสอบ และแบบประเมิน ทั้งนี้เนื่องจกงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในภาคปลาย ปีการศึกษา 2537 ซึ่งคาดว่าจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ เนื้อหาในบทที่ 11 เรื่อง "บทประยุกต์" จะเป็นบทเรียนหนึ่งที่มีการเรียนการสอนในระหว่างนั้น ผู้วิจัยจึงให้เนื้อหาเรื่องบทประยุกต์เป็นตัวแทนของความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่จะใช้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าว

3. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นรายข้อ จากบทเรียนเรื่องบทประยุกต์ เพื่อสร้างตารางโครงสร้างกำหนดน้ำหนักเนื้อหา และนำไปให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน พิจารณาความครอบคลุมของเนื้อหา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และความเหมาะสมของการกำหนดน้ำหนัก ปรากฏว่าครูผู้สอนเห็นด้วยกับตารางโครงสร้างน้ำหนักเนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางโครงสร้างกำหนดน้ำหนักเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชา
คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เนื้อหา/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนัก	จำนวนคาบ	จำนวนข้อ
1. โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร	(10.00)	4	(3)
1.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการคูณและการหารให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้	10.00		3
2. โจทย์ปัญหาร้อยละ	(9.00)	4	(3)
2.1 เมื่อกำหนดข้อความที่เกี่ยวกับร้อยละให้นักเรียนสามารถบอกความหมายได้	3.00		1
2.2 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่มีร้อยละของจำนวนหนึ่งให้นักเรียนสามารถหาค่าของร้อยละนั้นได้	6.00		2
3. โจทย์ปัญหาการหาร้อยละ	(10.00)	4	(3)
3.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละให้นักเรียนสามารถหาคำตอบในรูปร้อยละได้	10.00		3
4. โจทย์ปัญหาร้อยละกับกำไร-ขาดทุน	(18.00)	7	(6)
4.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการซื้อขายให้นักเรียนสามารถหากำไร หรือ ขาดทุน ได้	3.00		1
4.2 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการซื้อขายให้นักเรียนสามารถหาราคาขายหรือราคาทุนได้	3.00		1

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เนื้อหา/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนัก	จำนวนคาบ	จำนวนข้อ
4.3 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการซื้อขาย ให้ นักเรียนสามารถหาราคาที่ติดไว้ หรือ ราคาที่ลดให้ได้	3.00		1
4.4 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา ที่มีราคาซื้อ และกำไรหรือขาดทุนที่เป็นร้อยละให้ นักเรียนสามารถหาราคาขายได้	9.00		3
5. โจทย์ปัญหาร้อยละกับราคาทุน	(7.00)	3	(2)
5.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา ที่มีราคาขาย และกำไรหรือขาดทุนที่เป็นร้อยละให้ นักเรียนสามารถหาต้นทุนหรือราคาซื้อได้	7.00		2
6. โจทย์ปัญหาร้อยละกับการลดราคา	(10.00)	4	(3)
6.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา ที่ติดราคาขายสิ่งของและลดราคาที่เป็นร้อยละให้ นักเรียนสามารถหาราคาขายจริงได้	10.00		3
7. โจทย์ปัญหาการซื้อขายกับการหาร้อยละ	(18.00)	7	(6)
7.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา ที่กำหนดราคาซื้อและราคาขายให้ นักเรียนสามารถบอกกำไร หรือขาดทุนเป็นร้อยละได้	3.00		1

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เนื้อหา/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนัก	จำนวนคาบ	จำนวนข้อ
7.2 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา ที่ติดราคาขายสิ่งของ และราคาขายจริงให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสครราคาให้ร้อยละเท่าใด	3.00		1
7.3 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขายที่มากกว่า 1 ครั้งให้นักเรียนสามารถหาค่าไร ขาดทุนราคาขาย หรือราคาซื้อได้	12.00		4
8. ดอกเบี้ย	(18.00)	7	(4)
8.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา ที่มีเงินต้น เวลา และอัตราดอกเบี้ยให้นักเรียนสามารถหาดอกเบี้ยและเงินรวม ในเวลา 1 ปีได้	9.00		2
8.2 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา ที่มีเงินต้น เวลา และอัตราดอกเบี้ยให้นักเรียนสามารถหาดอกเบี้ยและเงินรวม ในเวลาน้อยกว่า 1 ปีได้	9.00		2
รวม	100	40	30

4. เขียนข้อกระของแบบสอบแบบเลือกตอบ แบบสอบแบบเติมคำตอบ และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเขียนข้อกระทงให้สอดคล้องกับโครงสร้างน้ำหนัก เนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. หาความสอดคล้องของข้อกระทงและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแบบสอบ 2 ฉบับ คือแบบสอบแบบเลือกตอบ และแบบสอบแบบเติมคำตอบไปให้นักวัดผลการศึกษาและครุคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อกระทงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด โดยพิจารณาให้ประเมินตามระดับความแน่ใจ ตามเกณฑ์ ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อกระทงข้อนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อกระทงข้อนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด และให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อกระทงข้อนั้น ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด นำผลการประเมินความสอดคล้องมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องตามวิธีของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1977, cited by Hambleton, 1978: 34) โดยพิจารณาจากน้ำหนักค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีค่ามากกว่า 0.50 จะถือว่าข้อนั้น วัดได้ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด ถ้าน้ำหนักค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่าข้อนั้นวัดไม่ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด ปรากฏว่า ครุคณิตศาสตร์และนักวัดผลการศึกษา พิจารณาแล้วมีความเห็นว่าข้อกระทงแต่ละข้อในแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องของข้อกระทงแต่ละข้อ วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00

6. นำแบบสอบที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อกระทง ไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือต่อไป

ตัวอย่างข้อกระทง

ข้อกระทงแบบเลือกตอบ

คำชี้แจง แบบสอบฉบับนี้ ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อด้วยการเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ซึ่งจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

(0) "นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข. เป็นนักกีฬา 10% ของนักเรียนทั้งชั้น"

ถ้านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข. มีทั้งหมด 100 คน จะเป็นนักกีฬากี่คน

- | | |
|---------|----------|
| ก. 6 คน | ค. 10 คน |
| ข. 8 คน | ง. 12 คน |

ข้อระทงแบบเติมคำตอบ

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

(0) "นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข. เป็นนักกีฬา 10% ของนักเรียนทั้งชั้น"

ถ้านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข. มีทั้งหมด 100 คน จะเป็นนักกีฬาคน

ข้อระทงแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

คำชี้แจง โปรดแสดงระดับความสามารถของนักเรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในเรื่องบทประยุกต์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหมายเลขที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

- 5 หมายถึง มีความสามารถมากที่สุด โดยแสดงพฤติกรรมได้ถูกต้องตั้งแต่ 80% ขึ้นไป
 4 หมายถึง มีความสามารถมาก โดยแสดงพฤติกรรมได้ถูกต้องระหว่าง 70-79%
 3 หมายถึง มีความสามารถปานกลาง โดยแสดงพฤติกรรมได้ถูกต้องระหว่าง 60-69%
 2 หมายถึง มีความสามารถพอใช้ โดยแสดงพฤติกรรมได้ถูกต้องระหว่าง 50-59%
 1 หมายถึง มีความสามารถที่ยังใช้ไม่ได้ โดยแสดงพฤติกรรมได้ถูกต้องน้อยกว่า 50%

พฤติกรรมของนักเรียน ที่สังเกต	5	4	3	2	1
----------------------------------	---	---	---	---	---

(0) นักเรียนสามารถแปลคำถาม

แสดงวิธีทำ และหาคำตอบ

จากโจทย์ปัญหาการคูณและ

การหารได้

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ประกอบด้วยการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือต่อไปนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ
2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน
ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ

เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ โดยประกอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน
ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้แบบสอบ

โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา โดยผู้วิจัยนำแบบสอบพร้อมเฉลยแต่ละข้อ พร้อมตารางโครงสร้าง หน้าที่ เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ที่เป็นครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดผลการศึกษา ที่สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท ในสาขาวิชาการวัดและประเมินผล เพื่อพิจารณาความถูกต้องของถ้อยคำภาษาที่ใช้ ข้อกระทงวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ เป็นการพิจารณาความสมเหตุสมผล ความถูกต้องของข้อกระทง จากนั้นนำข้อกระทงที่ผ่านการเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงแก้ไข แล้วจัดพิมพ์เพื่อทดลองใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้แบบสอบ

เป็นการนำแบบสอบไปทดลองใช้ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการปรับปรุงแบบสอบที่มีคุณภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้แบบสอบ 3 ครั้ง ดังนี้

ทดลองใช้ครั้งที่ 1 นำแบบสอบที่จัดพิมพ์แล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนบำรุงวิทยานบุรี ที่ลุ่มไว้จำนวน 23 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาข้อบกพร่องของแบบสอบก่อนนำไปใช้ ด้วยการตรวจสอบภาษา ด้านคำสั่ง คำชี้แจง ความเข้าใจในข้อคำถาม ว่านักเรียนเข้าใจตรงกันหรือไม่ ข้อความใดที่คลุมเครือ หรือไม่ชัดเจน ก็จะนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยทำการสัมภาษณ์และซักถามนักเรียน หลังจากที่ได้ทำแบบสอบเสร็จแล้ว เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งกำหนดเวลาในการสอบ ซึ่งใช้เกณฑ์ที่ผู้สอบประมาณ

90. เพอร์เซ็นต์ทำข้อกระทงเสร็จในเวลา เพื่อนำมากำหนดเวลาในการใช้สอบครั้งต่อไป ผลการทดลองใช้แบบสอบในครั้งที่ 1 ปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจในคำชี้แจงและข้อคำถามแต่ละข้อดี ส่วนใหญ่ทำแบบสอบแบบเลือกตอบ และแบบสอบแบบเติมคำตอบเสร็จในเวลา 50 นาที

ทดลองใช้ครั้งที่ 2 นำแบบสอบที่ปรับปรุงจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สุ่มไว้จำนวน 1 โรงเรียน คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 91 คน การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลที่ได้จากการสอบนักเรียนไปคำนวณค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม นิสัย ความเข้า ความโค้ง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อกับคะแนนรวมของแบบสอบ ค่าความเที่ยง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงข้อกระทง

การพิจารณาปรับปรุงข้อกระทง โดยพิจารณาจากค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวมของแบบสอบนั้น โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ข้อกระทงที่ทำการปรับปรุง มีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ข้อที่มีค่าความยากใกล้ 0 หรือใกล้ 1
- 2) ข้อที่มีอำนาจจำแนกติดลบหรือมีค่าน้อย
- 3) ข้อที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับข้ออื่นเข้าใกล้ 1 หรือเข้าใกล้ 0
- 4) ข้อที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวมเข้าใกล้ 1 หรือเข้าใกล้ 0

ข้อกระทงที่นำไปใช้ มีลักษณะต่อไปนี้

- 1) ข้อที่มีค่าความยากระหว่าง .20-.80
- 2) ข้อที่มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

ผลการทดลองใช้ในครั้งที่ 2 ปรากฏค่าสถิติ ดังต่อไปนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดงไว้ต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	18.066	คะแนน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.513	คะแนน
มัธยฐาน	18.588	คะแนน	ฐานนิยม	22.545	คะแนน
ความเบ้	-.037		ความโด่ง	-1.009	
คะแนนสูงสุด	30	คะแนน	คะแนนต่ำสุด	4	คะแนน
พิสัย	26	คะแนน	จำนวนผู้เข้าสอบ	91	คน

ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้มีค่าเป็นลบ แสดงว่า โคนมีการแจกแจงของคะแนนในลักษณะเบ้ซ้ายเล็กน้อย เนื่องจากมีค่าใกล้ 0

ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งเป็นลบ แสดงว่า โคนมีการแจกแจงแบบ Platykurtic ทั้งนี้การแจกแจงของคะแนน ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง ตารางที่ 43

2. ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

เมื่อพิจารณาค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบสอบทั้งฉบับ (ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 44) ที่ได้สรุปไว้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2

	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ต่ำสุด (Min)	สูงสุด (Max)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)	ความแปรปรวน (Variance)
ความยาก	0.60	0.23	0.99	0.50	0.25
อำนาจจำแนก	0.47	0.05	0.69	0.17	0.03

2.1 ค่าความยากของข้อกระทง

แบบสอบนี้โดยเฉลี่ยมีค่าความยากในระดับปานกลาง (อัทมพร จามรมาน, 2535: 62) ข้อกระทงที่มีค่าความยากพอเหมาะ ที่อยู่ในเกณฑ์ระหว่าง .20 - .80 มีจำนวน 25 ข้อ และอีก 5 ข้อเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย โดยมีค่าความยากมากกว่า .80 ได้แก่ข้อที่ 2 3 4 11 และ 12

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อกระทง

โดยเฉลี่ยค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบ อยู่ในเกณฑ์ที่มีอำนาจจำแนกได้พอควร (อหุทพร จามรमान ,2535 : 64) ข้อกระทงที่มีค่าอำนาจจำแนกพอเหมาะ ที่อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป มีจำนวน 29 ข้อ และมีข้อสอบ 1 ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกน้อยกว่า .20 คือข้อที่ 12

2.3 ประสิทธิภาพของตัวลวง

พิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกของตัวลวงในข้อกระทงแต่ละข้อ ปรากฏว่ามีข้อกระทง 7 ข้อ ที่ตัวลวงมีอำนาจจำแนกติดลบโดยลวงกลุ่มเก่งได้มากกว่ากลุ่มอ่อน ได้แก่ ตัวลวงจากข้อ 4 8 10 12 18 20 และ 23

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม

3.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ

เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อปรากฏว่า ข้อกระทงทุกข้อมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อไม่เข้าใกล้ 0 หรือเข้าใกล้ 1

3.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม ปรากฏว่า มีค่าระหว่าง 0.03 - 0.65 โดยข้อกระทงที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวมที่เข้าใกล้ 0 มี 1 ข้อ คือข้อที่ 12 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อเป็น .03 รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 45

4. ค่าความเที่ยงของแบบสอบ

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ ในลักษณะของความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการหาความสอดคล้องของคะแนนข้อสอบรายข้อภายใต้การสอบ 1 ครั้ง ใน 2 วิธี คือ วิธีของครอนบัก และวิธีแบ่งครึ่งแบบสอบ ปรากฏว่ามีค่า 0.89 และ 0.92 ตามลำดับ แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบสอบอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ผลจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 สรุปได้ว่า ข้อกระทงที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ที่ควรเก็บไว้ใช้มีจำนวน 25 ข้อ และ ข้อกระทงที่ควรปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 5 ข้อ คือข้อที่ 2 3 4 11 และ 12

ทดลองใช้ครั้งที่ 3 นำแบบสอบที่ปรับปรุงจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนจรรยาวิทยา และ โรงเรียนวรมงคล ที่ลุ่มไว้จำนวน 129 คน นำผลที่ได้จากการสอบนักเรียน ไปคำนวณค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม พิสัย ความแปร ความโค้ง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิคกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อกับคะแนนรวม และค่าความเที่ยง

ข้อกระทงที่ได้ทำการปรับปรุง พิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

1. ข้อที่มีค่าความยากใกล้ 0 หรือ ใกล้ 1
2. ข้อที่มีอำนาจจำแนกติดลบ หรือมีค่าน้อย
3. ข้อที่ไม่สามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ข้อที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับข้ออื่น ๆ ใกล้ 0 หรือ ใกล้ 1
5. ข้อที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนรวม ใกล้ 0 หรือ ใกล้ 1

ข้อกระทงที่นำมาใช้ มีลักษณะต่อไปนี้

1. ข้อที่มีค่าความยากระหว่าง .20 - .80
2. ข้อที่มีอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

ผลการทดลองใช้ในครั้งที่ 3 ปรากฏค่าสถิติ ดังต่อไปนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดงไว้ต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	15.434	คะแนน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.192	คะแนน
มัธยฐาน	14.892	คะแนน	ฐานนิยม	13.147	คะแนน
ความเบ้	.267		ความโค้ง	-.651	
คะแนนสูงสุด	30	คะแนน	คะแนนต่ำสุด	3	คะแนน
พิสัย	27	คะแนน	จำนวนผู้เข้าสอบ	129	คน

ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้มีค่าเป็นบวก แสดงว่าโค้งการแจกแจงของคะแนนเบ้ขวา

เล็กน้อย เนื่องจากมีค่าใกล้ 0

ค่าสัมประสิทธิ์ความโค้งเป็นลบ แสดงว่าโค้งมีการแจกแจงแบบ Platykurtic

2. ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

เมื่อพิจารณาค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อกระทง จากการวิเคราะห์ข้อกระทง ได้สรุปไว้ในตารางที่ 5 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 46)

ตารางที่ 5 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 3

	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ต่ำสุด (Min)	สูงสุด (Max)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)	ความแปรปรวน (Variance)
ความยาก	0.51	0.23	0.78	0.51	0.26
อำนาจจำแนก	0.44	0.22	0.67	0.12	0.01

2.1 ค่าความยากของข้อกระทง

แบบสอบนี้ประกอบด้วยข้อกระทงที่มีความยากระหว่าง .23 ถึง .78 และโดยเฉลี่ยมีค่าความยาก .51 ซึ่งอยู่ในระดับความยากปานกลาง (อูทุมพร จามรมาน, 2535: 62) เมื่อใช้เกณฑ์ว่าข้อกระทงที่มีค่าความยากพอเหมาะ ที่อยู่ในเกณฑ์ระหว่าง .20 - .80 แล้ว พบว่าข้อกระทงทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อกระทง

แบบสอบมีค่าอำนาจจำแนกของข้อกระทง ระหว่าง .22 ถึง .67 แสดงว่าข้อกระทงทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

2.3 ประสิทธิภาพของตัวลวง

พิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกของตัวลวง ปรากฏว่ามีข้อกระทง 1 ข้อ ที่ตัวลวงมีอำนาจจำแนกติดลบ โดยลวงกลุ่มเก่งได้มากกว่ากลุ่มอ่อน ได้แก่ตัวลวง ง จากข้อ 23

2.4 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อด้วยการใช้เทคนิค 27%

โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง และ กลุ่มต่ำ ที่ได้จากคะแนนในแบบสอบ ด้วยการให้เทคนิค 27% ทั้งนี้เมื่อหากกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำแล้ว ทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำด้วยการทดสอบ t (t-test) จากนั้นทำการคัดเลือกข้อกระทงที่สามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ไว้ ข้อที่นอกเหนือจากนี้ ให้นำไปปรับปรุงแก้ไข

ผลการวิเคราะห์ ปรากฏว่าค่า t จากการคำนวณ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.67 ถึง 12.72 เมื่อคัดเลือกข้อกระทงที่จำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไว้ ปรากฏว่าข้อกระทงจำนวน 29 ข้ออยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ และมีข้อกระทงที่ควรปรับปรุงจำนวน 1 ข้อ คือข้อที่ 16 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 47)

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ

ปรากฏว่าทุกข้อมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อไม่เข้าใกล้ 0 หรือเข้าใกล้ 1

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม มีค่าระหว่าง .15 - .62

แสดงว่าแต่ละข้อ ต่างก็มีความสัมพันธ์กับคะแนนรวมค่อนข้างสูง (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 48)

5. ค่าความเที่ยงของแบบสอบ

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ ในลักษณะความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการหาความสอดคล้องของคะแนนข้อสอบรายข้อภายใต้การสอบ 1 ครั้ง ใน 2 วิธี คือ วิธีของครอนบัค และวิธีแบ่งครึ่งแบบสอบ ปรากฏว่ามีค่าความเที่ยงเป็น .86 และ .89 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าความเที่ยงของแบบสอบอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ผลการทดลองใช้ในครั้งนี้ 3 นี้ สรุปได้ว่า มีข้อกระทงที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 29 ข้อ และมี 1 ข้อที่ควรพิจารณาปรับปรุงแก้ไข คือข้อที่ 16

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน ประกอบด้วยการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

ผู้วิจัยนำแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์ ที่ให้ครุคณิตศาสตร์เป็นผู้ประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ซึ่งสร้างเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาที่เป็นครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี และผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดผลการศึกษา โดยสำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท ในสาขาวิชาการวัดและประเมินผล เพื่อพิจารณาว่าข้อกระทงมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ พิจารณาความสมเหตุสมผล ความชัดเจนของข้อกระทง นำข้อกระทงที่ผ่านการเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์เพื่อทดลองใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้แบบประเมิน

ดำเนินการทดลองใช้แบบประเมิน 3 ครั้ง ดังนี้

การทดลองใช้ครั้งที่ 1 นำแบบประเมินที่จัดพิมพ์แล้วไปทดลองใช้กับครุศึกษาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบภาษา ว่าครุเข้าใจคำชี้แจง และวิธีการประเมินหรือไม่ มีข้อความใดที่คลุมเครือ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป ผลการทดลองใช้ปรากฏว่า ครุมีความเข้าใจในวิธีการประเมินและคำชี้แจงในแบบประเมิน และมีการแก้ไขถ้อยคำเพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้นตามข้อเสนอแนะด้วย

การทดลองใช้ครั้งที่ 2 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 91 คน โดยให้ครูผู้สอนครุศึกษาศาสตร์จำนวน 2 คน เป็นผู้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินนักเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ อันได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ และค่าความเที่ยงของแบบประเมิน

ดังปรากฏผลการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าสถิติต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	83.000	คะแนน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	28.064	คะแนน
มัธยฐาน	87.102	คะแนน	ฐานนิยม	88.500	คะแนน
พิสัย	113.000	คะแนน	จำนวนนักเรียน	91	คน
คะแนนสูงสุด	145	คะแนน	คะแนนต่ำสุด	32	คะแนน
ความเบ้	-.291	ความโด่ง		-.377	

2. ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

ได้จากการหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยหากกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ แล้วทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ด้วยการทดสอบ t (t -test) ปรากฏว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 8.49 ถึง 18.82 แสดงว่าทุกข้อสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 49)

3. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม เป็นการวิเคราะห์รายข้อ โดยการหาค่าความสัมพันธ์ของข้อกับคะแนนรวม เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อความนั้น ๆ เป็นส่วนหนึ่งของแบบประเมินหรือไม่ ทั้งนี้การเลือกข้อความ ได้ใช้เกณฑ์เลือกข้อความที่มีสหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวมที่อยู่ระหว่าง .30-.70 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 50)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม มีค่าระหว่าง .7758 ถึง .9374 แสดงว่าข้อความทุกข้อมีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนรวมค่อนข้างสูง ดังนั้นข้อความทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ที่ควรคัดเลือกเก็บไว้ใช้ต่อไป

4. ความเที่ยงของแบบประเมิน

ความเที่ยงของแบบประเมิน ใช้การประมาณค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงที่แสดงถึงความคงที่สม่ำเสมอภายในของข้อความทั้งหมดที่ใช้วัด ว่าสามารถวัดในเรื่องเดียวกันมากน้อยเพียงใด ถ้าข้อความที่ใช้วัดได้วัดในเรื่องเดียวกันทั้งหมด ก็แสดงว่ามีความคงที่แบบความสอดคล้องภายในสูง สูตรที่ใช้คือการประมาณค่าความเที่ยงด้วยสัมประสิทธิ์อัลฟา (α - coefficient)

ปรากฏว่า ความเที่ยงของแบบประเมินมีค่า .989 แสดงว่าเป็นแบบประเมินที่มีความสอดคล้องภายในในระดับที่สูง

การทดลองใช้ครั้งที่ 3 นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่โรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 91 คน โดยให้ครุคณิตศาสตร์เป็นผู้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนอีกครั้ง เช่นเดียวกับการประเมินที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดให้ครุคณิตศาสตร์ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์นักเรียน 2 ครั้ง สำหรับการประเมินครั้งนี้จะเว้นระยะจากการประเมินในครั้งแรกของการทดลองใช้ครั้งที่ 2 เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินทั้ง 2 ครั้ง ไปวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสอดคล้องของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อตรวจสอบว่าการประเมินทั้ง 2 ครั้ง มีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ได้ใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product's moment correlation)

ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการประเมิน 2 ครั้ง ที่จำแนกเป็นรายข้อ มีค่าระหว่าง .5987 ถึง .8124 แสดงว่าข้อความแต่ละข้อ ต่างมีค่าสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนรวมที่ได้จากการประเมิน 2 ครั้ง มีค่า .8724 ซึ่ง

มีค่าค่อนข้างสูง แสดงว่าการประเมินทั้ง 2 ครั้ง มีความสอดคล้องกันในระดับสูง (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 51)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิเคราะห์ความตรงลู่เข้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการของการศึกษา 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษา G (G-Study)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษา D (D-Study)

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษา G (G-Study)

ขั้นตอนนี้เริ่มต้นด้วยการการออกแบบการวัด ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้สิ่งที่ถูกวัดคือนักเรียน ที่ได้จากการสุ่มนักเรียนตามเขตต่าง ๆ ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มที่ใช้จริงจำนวน 186 คน และกลุ่มตรวจสอบทานผล จำนวน 183 คน สำหรับฟächerที่ศึกษา ประกอบด้วย 2 ฟächer คือฟächerของข้อกระทง และฟächerของวิธีวัด ในส่วนฟächerของข้อกระทงนั้น กำหนดให้มีจำนวนข้อกระทงเป็นอนันต์ ซึ่งผู้วิจัยสุ่มข้อสอบเพื่อใช้ในการวิจัยจำนวน 30 ข้อ และฟächerของวิธีวัด ประกอบด้วยจำนวนอนันต์ โดยเลือกใช้ 3 วิธีวัด คือ วิธีวัดด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ วิธีวัดด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำตอบ และวิธีวัดด้วยแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกัน โดยมุ่งให้มีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ให้เกิดน้อยที่สุด ผู้วิจัยจึงกำหนดให้เกิดรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2538

การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล จากการใช้วิธีวัดทั้ง 3 วิธี ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำตอบ และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

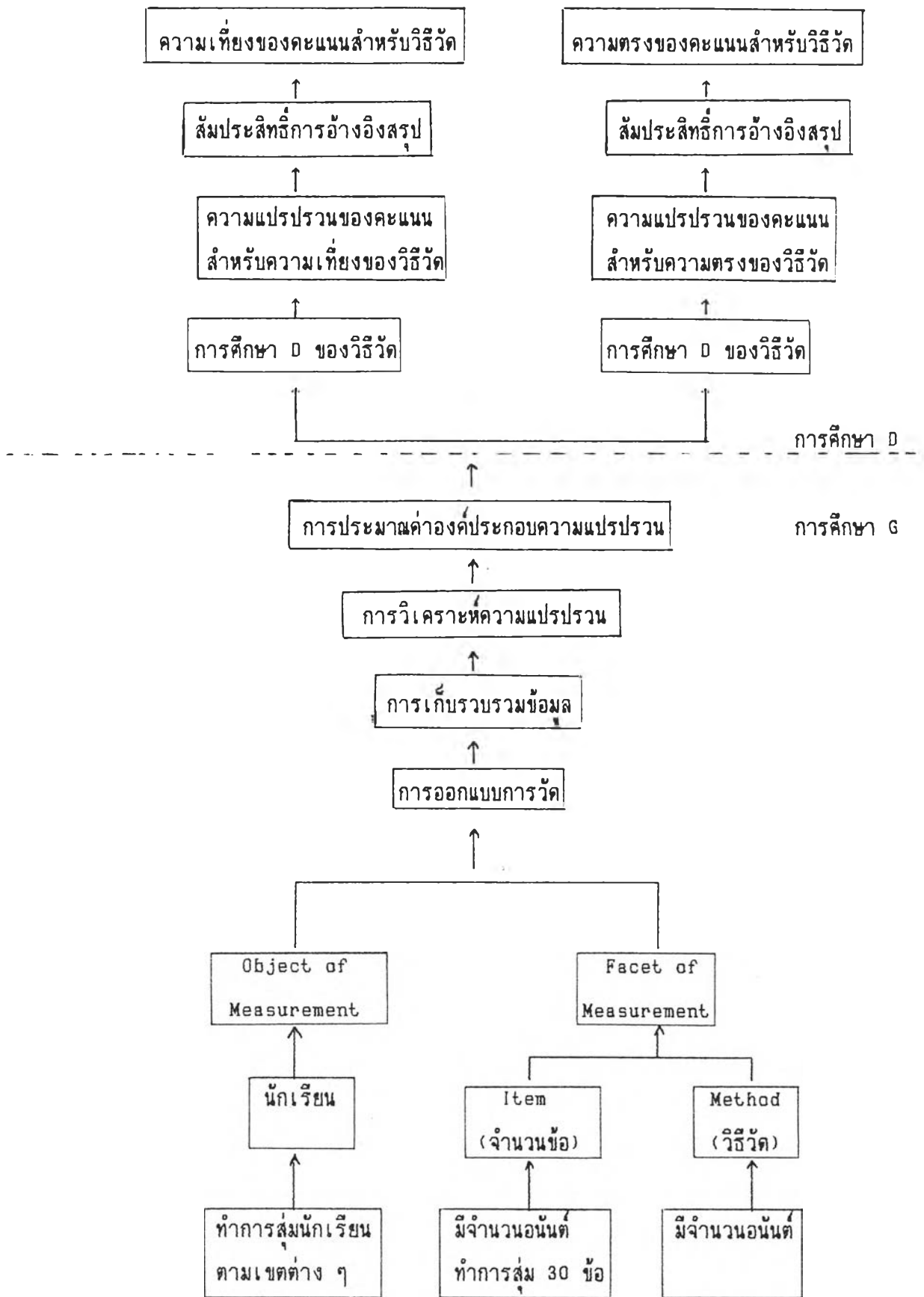
หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูล จะเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แล้วตามด้วยการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนในลักษณะของการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เนื่องมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม GENOVA สำหรับชั้นการศึกษา G นั้น ประกอบด้วยการวิเคราะห์ 2 รูปแบบ คือการวิเคราะห์ในรูปแบบ $p \times i$ design และรูปแบบ $p \times m$ design การวิเคราะห์ในรูปแบบ $p \times i$ design เพื่อมุ่งหาค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน อันเนื่องมาจากองค์ประกอบของจำนวนข้อกระทง โดยจำแนกตามวิธีวัดต่าง ๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ในรูปแบบนี้ จะประกอบด้วยการวิเคราะห์สำหรับวิธีวัด 3 วิธีแยกจากกัน คือวิธีวัดจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำตอบ และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ในรูปแบบ $p \times m$ design เพื่อมุ่งหาค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน อันเนื่องมาจากวิธีวัดตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษา D (D-Study)

ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการต่อจากขั้นตอนที่ 1 โดยมุ่งหาค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ ความแปรปรวนของคะแนนสังเกตที่คาดหวัง ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปของการตัดสินแบบสัมพัทธ์ สัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปแบบสัมบูรณ์ และค่า $SignsI$ -Noise Ratio สำหรับการตัดสินแบบสัมพัทธ์และการตัดสินแบบสัมบูรณ์ตามลำดับ ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุป จะประกอบด้วยสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปในลักษณะของความเที่ยงที่จำแนกตามวิธีวัดแต่ละวิธี และค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปในลักษณะของความตรงลู่เข้า ตามรูปแบบวิธีวัดที่ต้องการศึกษา

ทั้งนี้ได้สรุปขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ในภาพที่ 1 เพื่อแสดงกระบวนการวิเคราะห์ความตรงลู่เข้าของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป ในขั้นตอนการศึกษา G และการศึกษา D



ภาพที่ 1 ภาพแสดงกระบวนการของทฤษฎีการอ้างอิงสรุป

การศึกษาครั้งนี้ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มไว้ ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล แต่ละกลุ่มมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเหมือนกัน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการต่อไปนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบ ดำเนินการดังนี้

1.1 ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเติมคำตอบที่สร้างขึ้น

1.2 นำแบบสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่ม นักเรียนทุกคนจะได้รับแบบสอบ 2 ฉบับ ฉบับที่หนึ่ง เป็นแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เป็นแบบเลือกตอบ ฉบับที่สอง เป็นแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เป็นแบบเติมคำตอบ โดยนักเรียนทุกคนจะทำแบบสอบทุกฉบับ แต่ละฉบับทำข้อกระทงทุกข้อ และเพื่อไม่ให้อำนาจของการสอบแบบสอบแต่ละฉบับมีผลต่อความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจัดสอบ 2 ครั้ง นั่นคือเมื่อสอบครั้งที่ 1 ด้วยแบบสอบฉบับหนึ่งแล้ว จะเว้นระยะไปอีก 1 สัปดาห์ เพื่อสอบแบบสอบอีกฉบับหนึ่ง ทั้งนี้การสอบฉบับใดเป็นครั้งที่ 1 หรือครั้งที่ 2 นั้น ผู้วิจัยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วดำเนินการดังนี้

การสอบครั้งที่ 1 ให้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่หนึ่ง สอบด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่สองสอบด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำตอบ

การสอบครั้งที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่หนึ่ง สอบด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำตอบ และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่สองสอบด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ
ตั้งแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แผนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบและแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำตอบ

โรงเรียน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
สุโขทัยวิทยาลัย	เลือกตอบ	เติมคำตอบ
วชิรธานีศึกษา	เลือกตอบ	เติมคำตอบ
ศรีอูลัย	เลือกตอบ	เติมคำตอบ
กุหลาบวัฒนา	เติมคำตอบ	เลือกตอบ
พระแม่มาลี	เติมคำตอบ	เลือกตอบ

ตารางที่ 7 แผนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบและแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำตอบ

โรงเรียน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
วรมงคล	เลือกตอบ	เติมคำตอบ
ครุวัฒนา	เลือกตอบ	เติมคำตอบ
วิรสนทร	เติมคำตอบ	เลือกตอบ
ครุวิทย์	เติมคำตอบ	เลือกตอบ
เสริมปัญญา	เติมคำตอบ	เลือกตอบ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมิน

นำแบบประเมินไปให้ครุคณิตศาสตร์ที่สอนนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ ให้ครุประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยชี้แจงวิธีการประเมินให้ครุเข้าใจ และให้ครุมีเวลาในการดำเนินการประเมินเป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อให้ครุได้ศึกษารายการที่ต้องประเมิน และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนให้ละเอียดถี่ถ้วน ทั้งนี้ระยะเวลาที่ให้ครุประเมิน เป็นระยะที่อยู่ในระหว่างการดำเนินการสอบด้วยแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ ดังนี้

1. โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS
2. โปรแกรมสำเร็จรูป ITEM และ
3. โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA

ดังรายละเอียดของการใช้แต่ละโปรแกรม ดังนี้

1. โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อการคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม ค่าสถิติ t
2. โปรแกรมสำเร็จรูป ITEM เพื่อการวิเคราะห์ข้อกระถงแบบเลือกตอบ ในการคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของข้อกระถง สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตามวิธีของครอนบาค และวิธีแบ่งครึ่งแบบสอบ

3. โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป ชื่อโปรแกรม GENOVA นั้น เป็นคำย่อที่มาจากข้อความว่า "A GENERAL PURPOSE ANALYSIS OF VARIANCE SYSTEM" เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป ใช้การเขียนด้วยภาษา FORTRAN IV โดย Dr. Joe Crick ซึ่งเป็นผู้อำนวยการศูนย์คอมพิวเตอร์แห่งมหาวิทยาลัย Massachusetts เมืองบอสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรมนี้ได้เริ่มพัฒนามาตั้งแต่เดือนตุลาคม ค.ศ. 1979 ต่อมา Dr. Robert Brannan ได้ร่วมพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวด้วยใน ค.ศ. 1982 ตรายละเอียดของโปรแกรม ได้จากภาคผนวก ก

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปนี้

1. การประมาณความเที่ยงตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป

เป็นการประมาณความเที่ยงโดยจำแนกตามวิธีวัด นักเรียนทุกคนตอบข้อกระทงทุกข้อในลักษณะ crossed design ($p \times i$ design) โดยดำเนินการดังนี้

 - 1.1 ประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่ศึกษา ในชั้นการศึกษาเพื่อการอ้างอิงสรุป หรือการศึกษา G (G Study)
 - 1.2 ประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่ศึกษา ในชั้นการตัดสินใจหรือชั้นการศึกษา D (D Study)
 - 1.3 คำนวณค่าความเที่ยงตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป
 - 1.4 เปรียบเทียบความเที่ยงตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป เมื่อจำนวนข้อกระทงแตกต่างกัน โดยจำแนกตามวิธีวัด
2. ประมาณค่าความตรงลู่เข้าตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

เป็นการประมาณค่าความตรงในลักษณะของความตรงลู่เข้าของวิธีวัด ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ วิธีวัด และข้อกระทง นักเรียนทุกคนตอบข้อกระทงทุกข้อ ในลักษณะ crossed design ในรูปแบบ $p \times m$ design โดยดำเนินการดังนี้

 - 2.1 ประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่ศึกษา ในชั้นการศึกษา G
 - 2.2 ประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่ศึกษา ในชั้นการศึกษา D
 - 2.3 คำนวณค่าความตรงลู่เข้าตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป
 - 2.4 เปรียบเทียบความตรงลู่เข้าตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป ตามลักษณะขององค์ประกอบที่ศึกษาในด้านวิธีวัด

3. ศึกษาและตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม ด้วยกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล

ดังรายละเอียดในการดำเนินการต่อไปนี้

1. การประมาณความเที่ยงตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป

เป็นการประมาณความเที่ยง โดยจำแนกตามวิธีวัด 3 วิธี คือ วิธีวัดด้วยแบบสอบแบบเลือกตอบ แบบสอบแบบเติมคำตอบ และแบบประเมิน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนได้รับการวัดจากข้อกระทงทุกข้อ ในลักษณะ crossed design (p x i design) โดยดำเนินการดังนี้

1.1 การกำหนดความสัมพันธ์ของพาเซิตที่ศึกษา

องค์ประกอบที่ใช้ศึกษาความเที่ยงของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ นักเรียน (p) และข้อกระทง (i)

ดังนั้น องค์ประกอบของคะแนนจากการศึกษา จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

(Cronbach, 1970 cited in Brennan, 1983: 9)

$$X_{pi} = \mu + \mu_p - \mu + \mu_i - \mu + X_{pi} - \mu_p - \mu_i + \mu$$

หรือ
$$X_{pi} = \mu + \mu_p^{\sim} + \mu_i^{\sim} + \mu_{pi}^{\sim,e} \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่	X_{pi}	แทน	คะแนนสังเกตของนักเรียน p ที่ตอบข้อกระทง i
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยรวม
	μ_p^{\sim}	แทน	ผลของนักเรียน มีค่า $\mu_p - \mu$
	μ_i^{\sim}	แทน	ผลของข้อกระทง มีค่า $\mu_i - \mu$
	$\mu_{pi}^{\sim,e}$	แทน	ผลของส่วนที่เหลือซึ่งประกอบด้วยผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อกระทง ผลที่มาจากความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่ศึกษา และความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม มีค่า $X_{pi} - \mu_p - \mu_i + \mu$ หรือ ϵ_{pi}

จาก (1) เมื่อปรับสมการให้อยู่ในรูปของคะแนน X_{pi} ที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยรวม (μ) จะได้

$$X_{pi} - \mu = (\mu_p - \mu) + (\mu_i - \mu) + \epsilon_{pi} \dots \dots \dots (2)$$

จาก (2) แสดงว่า คะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่เบี่ยงเบนไปจาก μ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

ผลจากนักเรียน (person effect: $\mu_p - \mu$)

ผลจากข้อกระทง (item effect : $\mu_i - \mu$) และ

ส่วนที่เหลือ (residual effect : ϵ_{pi})

1.2 องค์ประกอบของความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากคะแนนสังเกต มีค่าดังสมการ

$$\sigma^2_x = \sigma^2_p + \sigma^2_i + \sigma^2_{\epsilon_{pi}} \dots \dots \dots (3)$$

(Shavelson, 1991: 21)

เมื่อ	σ^2_x	เป็น	ความแปรปรวนของคะแนนสังเกต (observed score variance)
	σ^2_p	เป็น	ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ (universe score variance)
	σ^2_i	เป็น	ความแปรปรวนของข้อกระทง (item variance)
	$\sigma^2_{\epsilon_{pi}}$	เป็น	ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ (residual variance)

1.3 คำนวณผลบวกกำลังสอง (sum of squares: SS)

โดยใช้สูตรจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อหาค่าผลบวกกำลังสอง

ต่อไปนี้

SS(p) SS(i) และ SS(pi,e)

เมื่อ $SS(p) = n_i \Sigma \bar{X}_p^2 - n_p n_i \bar{X}^2 \dots\dots\dots (4)$

$SS(i) = n_p \Sigma \bar{X}_i^2 - n_p n_i \bar{X}^2 \dots\dots\dots (5)$

$SS(pi,e) = \Sigma \Sigma X_{pi}^2 - n_i \Sigma \bar{X}_p^2 - n_p \Sigma \bar{X}_i^2 + n_p n_i \bar{X}^2 \dots\dots\dots (6)$

1.4 คำนวณค่าเฉลี่ยกำลังสอง (mean squares: MS)

จากสูตร

$MS = SS / df \dots\dots\dots (7)$

เมื่อ MS คือ กำลังสองเฉลี่ย
 SS คือ ผลรวมกำลังสอง และ
 df คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระที่สอดคล้องกับองค์ประกอบ
 นั้นคือ

$MS(p) = SS(p) / df(p) \dots\dots\dots (8)$

$MS(i) = SS(i) / df(i) \dots\dots\dots (9)$

$MS(pi,e) = SS(pi,e) / df(pi,e) \dots\dots\dots (10)$

1.5 คำนวณองค์ประกอบของความแปรปรวน (Variance Component)

โดยการประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวน จากค่าคาดหวังของค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Expected Mean Squares: EMS) สำหรับแต่ละแหล่งความแปรปรวน (Brennan, 1983 : 11-12)

โดยที่

$$\text{EMS}(p) = \sigma^2(p_i, e) + n_t \sigma^2(p) \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{EMS}(i) = \sigma^2(p_i, e) + n_p \sigma^2(i) \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{EMS}(p_i, e) = \sigma^2(p_i, e) \dots\dots\dots (13)$$

เมื่อ EMS (p) คือ ค่าคาดหวังของค่าเฉลี่ยกำลังสอง

$\sigma^2(p_i, e)$ คือ ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ

$\sigma^2(p)$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ

n_t คือ จำนวนข้อกระทง

n_p คือ จำนวนนักเรียน

ดังนั้น $\sigma^2(p) = [\text{MS}(p) - \text{MS}(p_i, e)]/n_t \dots\dots\dots (14)$

$$\sigma^2(i) = [\text{MS}(i) - \text{MS}(p_i, e)]/n_p \dots\dots\dots (15)$$

$$\sigma^2(p_i, e) = \text{MS}(p_i, e) \dots\dots\dots (16)$$

เมื่อ	σ_p^2	เป็น	ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนจากนักเรียน
	σ_i^2	เป็น	ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนจากข้อกระทง
	σ_{pic}	เป็น	ค่าประมาณความแปรปรวนจากส่วนที่เหลือ
	n_p	เป็น	จำนวนนักเรียน
	n_i	เป็น	จำนวนข้อกระทง

1.6 ประมาณค่าความแปรปรวนในชั้นการสุรปูอ้างอิง

1.6.1 คำนวณความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (relative error valiance)

โดยดำเนินการ แทนค่าในสมการ ดังนี้

$$\begin{aligned}\sigma^2(\delta) &= \sigma^2(pI) \\ &= \sigma^2(pi,e)/n_i \dots\dots\dots (17)\end{aligned}$$

1.6.2 คำนวณความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (absolute error valiance)

โดยดำเนินการ แทนค่าในสมการต่อไปนี้

$$\sigma^2(\Delta) = \sigma^2(I) + \sigma^2(\delta) \dots\dots\dots (18)$$

$$= \sigma^2(i)/n_i + \sigma^2(pi,e)/n_i \dots\dots\dots (19)$$

เมื่อ

n_i แทน ความยาวของข้อกระทงที่ระดับต่าง ๆ กันของการนำไปใช้

$\sigma^2(\Delta)$ แทน ผลรวมของค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนทั้งหมด ยกเว้น p

$\sigma^2(\delta)$ แทน ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนของผลจากส่วนที่เหลือ

1.7 คำนวณค่าความเที่ยง โดยการคำนวณสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุป (generalizability coefficient) ซึ่งจะมีค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุป 2 ประเภทตามประเภทของคะแนนความแปรปรวนคลาดเคลื่อน ดังนี้

1.7.1 ในกรณีของ relative error variance
ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมพัทธ์ มีสูตรดังนี้

$$E_p^2 = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\delta)} \dots\dots\dots (20)$$

เมื่อ E_p^2 เป็น ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมพัทธ์

1.7.2 ในกรณีของ absolute error variance
ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ มีสูตรดังนี้

$$\phi = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\Delta)} \dots\dots\dots (21)$$

เมื่อ ϕ เป็น ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์

1.8 เปรียบเทียบความเที่ยง ที่ได้จากวิธีวัดที่แตกต่างกัน

2. การประมาณความตรงลู่เข้าตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป

เป็นการประมาณความตรงลู่เข้า โดยจำแนกตามวิธีวัด 3 วิธี คือ วิธีวัดด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเติมคำ และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้ นักเรียนทุกคนตอบข้อกระทงทุกข้อ จากทุกวิธีวัด ในลักษณะ crossed design ของรูปแบบ $p \times m$ design โดยดำเนินการดังนี้

2.1 การกำหนดความสัมพันธ์ของฟ้าเซตที่ศึกษา

องค์ประกอบที่ใช้ศึกษาความตรงลู่เข้าของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ นักเรียน (p) และ วิธีวัด (m)

ดังนั้น องค์ประกอบของคะแนนจากการศึกษา จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

(Brennan, 1983 : 9)

$$X_{pm} = \mu + \mu_p - \mu + \mu_m - \mu + X_{pm} - \mu_p - \mu_m + \mu$$

หรือ $X_{pm} = \mu + \mu_p^{\sim} + \mu_m^{\sim} + \mu_{pm}^{\sim} \dots \dots \dots (22)$

โดยที่	X_{pm}	แทน	คะแนนสังเกตของนักเรียน p ที่ตอบวิธีวัด m
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยรวม
	μ_p^{\sim}	แทน	ผลของนักเรียน มีค่า $\mu_p - \mu$
	μ_m^{\sim}	แทน	ผลของวิธีวัด มีค่า $\mu_m - \mu$
	μ_{pm}^{\sim}	แทน	ผลของส่วนที่เหลือซึ่งประกอบด้วยผลร่วมระหว่างนักเรียนกับวิธีวัด ผลที่มาจากความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบที่ไม่ได้อยู่ในแบบที่ศึกษา และความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม มีค่า $X_{pm} - \mu_p - \mu_m + \mu$ หรือ ϵ_{pm}

จาก (22) เมื่อปรับสมการให้อยู่ในรูปของคะแนน X_{pm} ที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยรวม (μ) จะได้

$$X_{pm} - \mu = (\mu_p - \mu) + (\mu_m - \mu) + \epsilon_{pm} \dots \dots \dots (23)$$

จาก (23) แสดงว่า คะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่เบี่ยงเบนไปจาก μ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

ผลจากนักเรียน (person effect : $\mu_p - \mu$)

ผลจากวิธีวัด (method effect : $\mu_m - \mu$) และ

ส่วนที่เหลือ (residual effect : ϵ_{pm})

2.2 องค์ประกอบของความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากคะแนนสังเกต
มีค่าดังสมการ

$$\sigma^2_x = \sigma^2_p + \sigma^2_m + \sigma^2_{pm,e} \dots \dots \dots (24)$$

เมื่อ σ^2_x เป็นความแปรปรวนของคะแนนสังเกต
(observed score variance)

σ^2_m เป็นความแปรปรวนของวิธีวัด
(method variance)

$\sigma^2_{pm,e}$ เป็นความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ
(residual variance)

2.3 คำนวณผลบวกกำลังสอง (sum of squares: SS)

โดยใช้สูตรจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อหาค่าผลบวกกำลังสอง

ต่อไปนี้

$$SS(p) \quad SS(m) \quad \text{และ} \quad SS(pm,e)$$

$$\text{เมื่อ } SS(p) = n_p \sum \bar{X}_p^2 - n_p n \bar{X}^2 \dots\dots\dots (25)$$

$$SS(m) = n_p \sum \bar{X}_m^2 - n_p n \bar{X}^2 \dots\dots\dots (26)$$

$$SS(pm,e) = \sum \sum X_{pm}^2 - n_p \sum \bar{X}_p^2 - n_p \sum \bar{X}_m^2 + n_p n \bar{X}^2 \dots\dots\dots (27)$$

2.4 คำนวณค่าเฉลี่ยกำลังสอง (mean squares: MS)

จากสูตร

$$MS = SS / df$$

เมื่อ

MS คือ กำลังสองเฉลี่ย

SS คือ ผลรวมกำลังสอง และ

df คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระที่สอดคล้องกับองค์ประกอบ

นั่นคือ

$$MS(p) = SS(p)/df(p) \dots\dots\dots (28)$$

$$MS(m) = SS(m)/df(m) \dots\dots\dots (29)$$

$$MS(pm,e) = SS(pm,e)/df(pm,e) \dots\dots\dots (30)$$

2.5 ค่าความองค์ประกอบของความแปรปรวน (Variance Component)

โดยการประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวน จากค่าคาดหวังของค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Expected Mean Squares: EMS) สำหรับแต่ละแหล่งความแปรปรวน (Brennan, 1983 : 11-12)

โดยที่ $EMS(p) = \sigma^2_{(pm,e)} + n_m \sigma^2(p) \dots\dots\dots (31)$

$$EMS(m) = \sigma^2_{(pm,e)} + n_p \sigma^2(m) \dots\dots\dots (32)$$

$$EMS(pm,e) = \sigma^2_{(pm,e)} \dots\dots\dots (33)$$

ดังนั้น

$$\sigma^2(p) = [MS(p) - MS(pm,e)]/n_m \dots\dots\dots (34)$$

$$\sigma^2(m) = [MS(m) - MS(pm,e)]/n_p \dots\dots\dots (35)$$

$$\sigma^2_{(pm,e)} = MS(pm,e) \dots\dots\dots (36)$$

เมื่อ σ^2_p เป็น ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนจากนักเรียน

σ^2_m เป็น ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนจากวิธีวัด

$\sigma^2_{pm,e}$ เป็น ค่าประมาณความแปรปรวนจากส่วนที่เหลือ

n_p เป็น จำนวนนักเรียน

n_m เป็น จำนวนวิธีวัด

2.6 ประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นการสุ่มอ้างอิง

2.6.1 จำนวนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

(relative error variance)

โดยดำเนินการ แทนค่าในสมการ ดังนี้

$$\sigma^2(\delta) = \sigma^2(pM) \dots\dots\dots (37)$$

$$= \sigma^2(pme) / n_m \dots\dots\dots (38)$$

2.6.2 จำนวนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

(absolute error variance)

โดยดำเนินการ แทนค่าในสมการต่อไปนี้

$$\sigma^2(\Delta) = \sigma^2(M) + \sigma^2(\delta) \dots\dots\dots (39)$$

$$= \sigma^2(m) / n_m + \sigma^2(pme) / n_m \dots\dots\dots (40)$$

เมื่อ

n_m แทน จำนวนวิธีวัดที่ระดับต่าง ๆ กันของการนำไปใช้

$\sigma^2(\Delta)$ แทน ผลรวมของค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนทั้งหมด ยกเว้น p

$\sigma^2(\delta)$ แทน ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนของผลจาก ส่วนที่เหลือ

2.7 คำนวณค่าความตรงลู่เข้า โดยการคำนวณสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุป (generalizability coefficient) ซึ่งจะมีค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุป 2 ประเภท ตามลักษณะคะแนนความแปรปรวนของคลาดเคลื่อน ดังนี้

2.7.1 ในกรณีของ relative error variance

ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมพัทธ์ มีสูตรดังนี้

$$\Omega = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\Delta)} \dots\dots\dots (41)$$

เมื่อ Ω เป็น ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมพัทธ์ ในลักษณะของความตรงลู่เข้า

2.7.2 ในกรณีของ absolute error variance

ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ มีสูตรดังนี้

$$P = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\Delta)} \dots\dots\dots (42)$$

เมื่อ P เป็น ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปสำหรับการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ ในลักษณะของความตรงลู่เข้า

2.8 เปรียบเทียบความตรงลู่เข้าจำแนกตามวิธีวัดที่ศึกษา

โดยการแปลงค่าความตรงลู่เข้าให้เป็นค่าสหสัมพันธ์ ด้วยการถอดรากที่สองของค่าความตรงลู่เข้าให้เป็นค่าสหสัมพันธ์ แล้วทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสหสัมพันธ์ด้วยการใช้สถิติทดสอบ t (t-test) ที่เสนอโดย Hotelling (Hotelling, cited by Lindeman and others, 1980: 52) จากสูตร

$$t = (r_{xz} - r_{yz}) \sqrt{\frac{(n-3)(1+r_{xy})}{2(1-r_{xy}^2 - r_{xz}^2 - r_{yz}^2 + 2r_{xy}r_{xz}r_{yz})}} \dots\dots (43)$$

(df = n-3)

เมื่อ	r_{xy}	เป็น	รากที่สองของความตรงลู่เข้าระหว่างวิธีวัด x กับวิธีวัด y
	r_{xz}	เป็น	รากที่สองของความตรงลู่เข้าระหว่างวิธีวัด x กับวิธีวัด z
	r_{yz}	เป็น	รากที่สองของความตรงลู่เข้าระหว่างวิธีวัด y กับวิธีวัด z
	n	เป็น	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. การตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการสอบนักเรียนและการประเมินโดยครู ที่มาจากการสุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล โดยเป็นกลุ่มอิสระอีกกลุ่มหนึ่งที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกัน เพื่อศึกษาความตรงข้ามกลุ่มระหว่างความตรงลู่เข้าที่ได้จากทั้งกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างความตรงลู่เข้า ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มข้างต้น

โดยแปลงค่าความตรงลู่เข้าให้เป็นค่าสหสัมพันธ์ ด้วยการถอดรากที่สองของความตรงลู่เข้า แล้วทดสอบความแตกต่างระหว่างความตรงลู่เข้าทั้ง 2 ค่า ด้วยสูตร

$$Z = \frac{Z_{r_1} - Z_{r_2}}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}} \dots\dots\dots (44)$$

(Ferguson, 1971: 171)

เมื่อ	Z_{r_1}	เป็น	Fisher's Z ของ r_1
	Z_{r_2}	เป็น	Fisher's Z ของ r_2
	r_1	เป็น	รากที่สองของความตรงลู่เข้าที่มาจากกลุ่มตัวอย่าง
	r_2	เป็น	รากที่สองของความตรงลู่เข้าที่มาจากกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล
	n_1	เป็น	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	n_2	เป็น	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล