



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง เรื่องสมการ แล้วนำโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ (Three Parameter Logistic Model) มาประยุกต์ใช้พัฒนาแบบสอบถาม ใช้ในการวิเคราะห์ การคัดเลือกข้อกระทง การกำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม และได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามในด้านความเที่ยงและความตรง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นลำดับขั้นดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนสังกัดกรมส่งเสริมการศึกษานานาชาติในกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกเป็น 3 กลุ่ม ตามจุดมุ่งหมายของการสุดสอบ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแบบสอบถามเชิงสำรวจ ได้จากการเลือกโรงเรียน 4 โรงเรียนที่อยู่ต่างท้องที่การศึกษา กัน แล้วสุ่มห้องเรียนจาก 4 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้อง ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง 186 คน (ตารางที่ 2) ผู้วิจัยจำเป็นต้องเลือกโรงเรียนเพราะในการสุดทดสอบแบบสอบถามเชิงสำรวจนั้น นักเรียนต้องใช้เวลาในการทำข้อสอบมากเกินไปกว่าคาบเรียนตามที่โรงเรียนทั่วไปกำหนดไว้ ดังนั้นในการติดต่อกับผู้บริหารเพื่อขอทดสอบ จึงต้องเลือกโรงเรียนที่ยินดีให้ความร่วมมือและสามารถดำเนินการสอบได้

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง (Try Out) แบบสอบถามวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 ใช้นักเรียนของโรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรมที่ผู้วิจัยทำงานอยู่ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการทดลองแบบสอบถาม โดยสุ่มนักเรียนจำนวน 36 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 ใช้นักเรียนของ 2 โรงเรียนจาก 4 โรงเรียน ที่เลือกไว้ในกลุ่มที่ 1 โดยลุ่มห้องเรียนที่ไม่ได้รับการลุ่มในกลุ่มที่ 1 โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ได้นักเรียน 91 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแบบลอบวิธีฉลวย ได้จากการลุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ท้องที่การศึกษาเป็นตัวแบ่งชั้น ทำการลุ่มชื่อโรงเรียน 10 โรงเรียน จาก 8 ท้องที่การศึกษา โดยลุ่มจากท้องที่การศึกษาที่ 1 และที่ 8 ท้องที่ละ 2 โรงเรียน ส่วนท้องที่การศึกษาอื่น ๆ ลุ่มมาเพียงท้องที่ละ 1 โรงเรียน ที่เป็นเช่นนี้เพราะในท้องที่การศึกษาที่ 1 และที่ 8 มีจำนวนโรงเรียนและนักเรียนมากกว่าท้องที่อื่น ๆ จากนั้นจึงลุ่มห้องเรียนโรงเรียนละ 4 ห้องเรียน ได้นักเรียน 1600 คน (ตารางที่ 3) เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบแบบลอบวิธีฉลวยของการวิจัยครั้งนี้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างนี้นับว่าเพียงพอที่จะใช้โมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์วิเคราะห์ข้อลอบได้ เพราะลอบคล้องกับคำแนะนำในการใช้ที่ว่าถ้าจะให้ผลการคำนวณถูกต้อง ควรมีกกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากคือประมาณ 1000 คน (Wood and Other 1976 : 5)

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแบบลอบเชิงสำรวจ จำแนกตามท้องที่การศึกษาและโรงเรียน

ท้องที่การศึกษา	ชื่อโรงเรียน	จำนวน	
		ห้องเรียน	นักเรียน
1	วัดราชบพิธ	1	54
2	วัดน้อยนพคุณ	1	43
7	รัตนโกสินทร์สัมพันธ์บางขุนเทียน	1	44
8	บางแคปานขำวิทยา	1	45
รวม		4	186

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแบบสอบถามวิจัย จำแนกตามท้องที่การ -
ศึกษาและโรงเรียน

ท้องที่การศึกษา	ชื่อโรงเรียน	จำนวน	
		ห้องเรียน	นักเรียน
1	วัดสุทิวราราม	4	170
1	สตรีศรีสุริโยทัย	4	165
2	สันติราษฎร์วิทยาลัย	4	178
3	ดอนเมืองทหารอากาศบำรุง	4	158
4	ลาดปลาเค้าพิทยาคม	4	143
5	เศรษฐบุตรป่าเพ็ญ	4	159
6	วชิรธรรมสาริต	4	150
7	สิงห์ราชพิทยาคม	4	163
8	วัดสันทรประดิษฐาราม	4	164
8	วัดน้อยใน	4	150
	รวม	40	1600

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบสอบถามชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 60 ข้อ ใช้เวลาสอบ ประมาณ 90 นาที เนื้อหาของแบบสอบถามเป็นเรื่องสมการตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

ในการดำเนินการสร้างแบบสอบถามวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พยายามสร้างและพัฒนาตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้แบบสอบถามที่ใช้กับการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์มาช่วยในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่ง โมเดลนี้นับว่าเป็นโมเดลที่เหมาะสม

รายละเอียดของการดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมีดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง เรื่องสมการ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของการเรียนเรื่องสมการจากหลักสูตรแบบเรียน คู่มือครู เอกสารที่เกี่ยวข้องของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และเอกสารจากสำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่หกและหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงความรู้พื้นฐานและขอบเขตความลึกต้นของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสมการของแต่ละระดับชั้น แล้วนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดนั้นปรึกษาผู้อำนวยการที่กำส้งสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง แบ่งเนื้อหาเรื่องสมการออกเป็นกลุ่มของความรู้ย่อยหรือกลุ่มของมวลประสบการณ์ที่เรียกว่า สับโดเมน (Sub Domain) ได้ดังนี้

สับโดเมนที่ 1	ความสามารถในการพิจารณาประโยคสมการ
สับโดเมนที่ 2	ความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์
สับโดเมนที่ 3	ความสามารถในการใช้คุณสมบัติของการเท่ากัน
สับโดเมนที่ 4	ความสามารถในการแก้สมการจากประโยคสมการ
สับโดเมนที่ 5	ความสามารถในการตรวจคำตอบ
สับโดเมนที่ 6	ความสามารถในการแก้สมการจากประโยคในรูปบรรยาย

จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาพฤติกรรมย่อยของแต่ละสับโดเมนและได้รวบรวมจุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) ที่มีผู้เขียนไว้แล้วจากคู่มือหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ใหม่สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้ดังนี้

<u>สับโดเมนที่ 1</u>	ความสามารถในการพิจารณาประโยคสมการ
จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ให้ นักเรียนบอกได้ถูกต้องว่าประโยคใดเป็นสมการ
<u>สับโดเมนที่ 2</u>	ความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์
จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2	จากประโยคสมการในรูปบรรยายที่เป็นลักษณะการบวก นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง

- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 จากประโยคสมการในรูปแบบบรรยายที่เป็นลักษณะการลบ นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 จากประโยคสมการในรูปแบบบรรยายที่เป็นลักษณะการคูณ นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5 จากประโยคสมการในรูปแบบบรรยายที่เป็นลักษณะการหาร นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง
- สัปดาห์ที่ 3
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันได้ อย่างถูกต้อง
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 7 นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการลบด้วยจำนวนที่เท่ากันได้ อย่างถูกต้อง
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 8 นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการคูณ ด้วยจำนวนที่เท่ากันได้ อย่างถูกต้อง
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 9 นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการหารด้วยจำนวนที่เท่ากันได้ อย่างถูกต้อง
- สัปดาห์ที่ 4
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 10 นักเรียนสามารถแก้สมการตัวแปรเดียวขั้นตอนเดียวได้อย่างถูกต้อง
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 11 นักเรียนสามารถแก้สมการตัวแปรเดียวสองขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง
- สัปดาห์ที่ 5
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 12 นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบในแต่ละสมการได้อย่างถูกต้อง
- สัปดาห์ที่ 6
- จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 13 เมื่อกำหนดโจทย์สมการเป็นประโยคในรูปแบบบรรยายให้ นักเรียนสามารถแก้สมการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

2. การวางแผนสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยศึกษาความหมาย ลักษณะ ตลอดจนเทคนิคในการสร้างแบบจำลองวิจัย แล้วดำเนินการดังนี้

2.1 ตรวจสอบความครอบคลุมของจุดประสงค์ในแต่ละสัปดาห์ โดยให้ผู้ชำนาญจำนวน 10 ท่าน ตัดสินตามแนววิธีของ โรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน คือ จะยอมรับว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมสัปดาห์หรือไม่จะแผนการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยแล้วมีค่าเกิน 2.5 (สงวน ลักษณะ 2523 : 40 อ้างจาก Rovinelli and Hambleton 1977) (รายชื่อผู้ชำนาญอยู่ในภาคผนวก)

2.2 ตัดสินน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้สร้างตารางวิเคราะห์สัปดาห์ (Table of Specification) ด้วยเหตุผลที่ว่า แบบจำลองวิจัยไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและวิธีวัด แต่แบบจำลองต้องการการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด (Singha 1974 : 202-204) ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงน้ำหนักความสำคัญที่เหมาะสมของแต่ละจุดประสงค์ ผู้วิจัยจึงได้ให้ผู้ชำนาญจำนวน 10 ท่าน ในข้อ 2.1 ช่วยเสนอน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนักเฉลี่ย
1. เพื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ให้ นักเรียนบอกได้ถูกต้องว่าประโยคใดเป็นประโยคสมการ	5.8
2. จากประโยคสมการในรูปบรรยายที่เป็นลักษณะการบวก นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง	3.7
3. จากประโยคสมการในรูปบรรยายที่เป็นลักษณะการลบ นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง	3.6
4. จากประโยคสมการในรูปบรรยายที่เป็นลักษณะการคูณ นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง	3.1

ตารางที่ 4 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนักเฉลี่ย
5. จากประโยคสมการในรูปแบบบรรยายที่เป็นลักษณะการหาร นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง	2.7
6. นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง	3.9
7. นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการลบด้วยจำนวนที่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง	3.6
8. นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง	3.5
9. นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของการหารด้วยจำนวนที่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง	2.8
10. นักเรียนสามารถแก้สมการตัวแปรเดียวขั้นตอนเดียวได้อย่างถูกต้อง	8.8
11. นักเรียนสามารถแก้สมการตัวแปรเดียวสองขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง	9.7
12. นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบในแต่ละสมการได้อย่างถูกต้อง	7.7
13. เมื่อกำหนดโจทย์สมการเป็นประโยคในรูปแบบบรรยายให้ นักเรียนสามารถแก้สมการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง	7.2

3. สร้างแบบสอบเชิงสำรวจ ผู้วิจัยได้รวบรวมความบกพร่องของนักเรียนในเรื่องสมการ ซึ่งได้จากการปรึกษาผู้อำนวยการสอน ทิศารณาจากสมุดแบบฝึกหัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งของโรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรม โรงเรียนสิงห์ราชพิทยาคม และโรงเรียนวัดอินทาราม ประกอบกับประสบการณ์ของผู้วิจัยเองที่เคยสอนเนื้อหาสมการนี้หลายภาคเรียน ผู้วิจัยนำเอาข้อมูลที่เป็นความบกพร่องทั้งหมดสร้างเป็นแบบสอบเชิงสำรวจ

แบบสอบเชิงสำรวจเป็นแบบสอบประเภทเติมคำตอบสั้น ๆ และแสดงวิธีทำ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็น 2 ฉบับ ทั้งสองฉบับมีรูปแบบคำถามเหมือนกัน ในแต่ละฉบับแยกเป็น 8 ข้อใหญ่ และแต่ละข้อใหญ่แยกเป็นข้อย่อยได้ฉบับละ 60 ข้อเท่ากัน ในแต่ละข้อของแบบสอบมุ่งวัดความรู้ของนักเรียนโดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้จากตารางที่ 4 เป็นหลัก

4. ทดสอบแบบสอบเชิงสำรวจ เนื่องจากแบบสอบเชิงสำรวจต้องใช้เวลาในการทำแบบสอบมากเกินไปกว่า 1 คาบเรียน (โรงเรียนโดยทั่วไปกำหนดเวลาไว้คาบเรียนละ 50 นาที) สาเหตุเพราะเป็นแบบสอบที่ต้องเขียนแสดงวิธีทำ นักเรียนต้องใช้สมาธิความอดทน และความตั้งใจสูง จึงมีปัญหาอยู่บ้างในการติดต่อขออนุญาตจากโรงเรียนที่จะให้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงต้องเลือกโรงเรียนที่อนุญาตให้ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย เป็นหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย ผู้วิจัยติดต่อกับผู้อำนวยการ ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ และหัวหน้าหมวดวิชาของโรงเรียนวัดราชนิธิ์ โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ โรงเรียนบางแคปานขำวิทยา และโรงเรียนรัตนโกสินทร์ฯ เพื่อขออนุญาตจัดสอบกับนักเรียนโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน โดยขอเวลาไว้ 2 คาบ (100 นาที) และขอเป็นเวลายืดหยุ่นเข้าเพื่อผลดีทางด้านอารมณ์และความตั้งใจของนักเรียน หลังจากนั้นจึงเข้าพบอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความร่วมมือและนัดหมายวันเวลาสอบ

4.2 เตรียมดำเนินการสอบ ได้แก่ เตรียมแบบสอบ เตรียมผู้ช่วยในการทำวิจัย (ผู้คุมสอบ) เตรียมคำสั่ง เตรียมบันทึกการคุมสอบ และเตรียมขั้นตอนการดำเนินการสอบ

4.3 จัดดำเนินการสอบ ผู้วิจัยและผู้ช่วยแจกแบบสอบ 2 ฉบับให้นักเรียนคนละ 1 ฉบับ โดยส่งฉบับข้อสอบตามที่นั่งของนักเรียน สังเกตลักษณะภายนอกในการทำข้อสอบของนักเรียน บันทึกข้อสงสัยและปัญหาที่นักเรียนซักถาม และจากการสังเกตพบว่านักเรียนกลุ่มแรกประมาณ 1 ใน 5 ของห้องเรียนจะทำแบบสอบได้เสร็จโดยใช้เวลาประมาณ 55 นาที สำหรับนักเรียนส่วนใหญ่จะทำเสร็จในเวลาประมาณ 70-80 นาที จะมีนักเรียนประมาณ 5-8 คนที่ใช้เวลาในการสอบ 100 นาทีเต็ม

5. สร้างแบบสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

5.1 ขั้นรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวความคิดและวิธีการแก้ปัญหาในการทำข้อสอบของนักเรียนเป็นรายข้อ โดยศึกษาจากกระดาษคำตอบทั้งที่เป็นส่วนคำตอบและส่วนที่เป็นกระดาษทดเลข รวบรวมแนวทางที่บกพร่องทั้งหมดนี้นำมาผนวกกับแนวทางที่มีอยู่เดิมจากข้อ 3 แล้วสรุปเป็นประเด็นของความบกพร่องในการเรียนเรื่องสมการได้ดังนี้

ประเด็นความบกพร่องในการเรียนเรื่องสมการ

สับโตเมนที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาประโยคสมการ

1. ไม่รู้จักรูปแบบประโยคสมการ
2. เข้าใจว่าประโยคสมการคือ ประโยคที่มีตัวแปรอยู่ด้วย เช่น เข้าใจว่า $\bigcirc x + \bigcirc - \bigcirc$ เป็นประโยคสมการ
3. สับสนเกี่ยวกับการใช้เครื่องหมาย $<$, $>$, \neq หรือ $=$ ในประโยคสมการ เช่น เข้าใจว่า $\bigcirc x - \bigcirc \neq \bigcirc$ เป็นประโยคสมการ

สับโตเมนที่ 2 ความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์

4. แปลความหมายได้ถูกต้อง แต่เขียนเป็นรูปประโยคสัญลักษณ์ผิด
เช่น $x - \bigcirc = \bigcirc$ นักเรียนเขียนเป็น $\bigcirc - x = \bigcirc$
หรือ $\bigcirc (x + \bigcirc) = \bigcirc$ นักเรียนเขียนเป็น $\bigcirc x + \bigcirc = \bigcirc$
5. แปลความหมายจากประโยคข้อความเป็นประโยคสัญลักษณ์ผิด
เช่น $\frac{x}{\bigcirc} + \bigcirc = \bigcirc$ นักเรียนเข้าใจเป็น $\bigcirc x + \bigcirc = \bigcirc$
6. ไม่เข้าใจรูปแบบของประโยคสัญลักษณ์ นำเอาการตรวจคำตอบมาใช้
เช่น $x + 7 = 11$ นักเรียนเข้าใจเป็น $4 + 7 = 11$

สับโตเมนที่ 3 ความสามารถในการใช้คุณสมบัติของการเท่ากัน

7. ใช้คุณสมบัติของการเท่ากันผิด

เช่น โจทย์ถามว่า $x + 7 = 9 + a$ แล้ว $a + 6 = ?$

นักเรียนตอบว่า $a + 6 = x + 10$

8. นักเรียนดำเนินการหาคำตอบไม่ครบกระบวนการ

เช่น โจทย์ถามว่า $x + 7 = 12$ แล้ว $12 + x = ?$

นักเรียนหาได้ว่า $x = 5$ จึงสรุปตอบเลยว่า 5

9. นักเรียนใช้ตัวเลขที่อยู่ในโจทย์เป็นคำตอบ

เช่น โจทย์ถามว่า $x + 5 = 9$ แล้ว $x + 9 = ?$

นักเรียนตอบว่า $x + 9 = 5$

สัปดาห์ที่ 4 ความสามารถในการแก้สมการจากประโยคสัญลักษณ์

10. นักเรียนใช้คุณสมบัตินิดลำดับขั้นตอน

เช่น $\frac{x}{3} + 5 = 7$

$x + 5 = 21$

11. นักเรียนใช้เทคนิคการย้ายข้างแต่สลับเครื่องหมาย

เช่น $x + 6 = 9$

$x = 15$

12. ผิดพลาดในการคิดคำนวณ

เช่น $x - 27 = 18$

$x = 35$

สัปดาห์ที่ 5 ความสามารถในการตรวจคำตอบ

13. แทนค่าตัวแปรเพื่อตรวจคำตอบผิด

เช่น $2x - 15 = 8$ เมื่อ $x = 3$

นักเรียนแทนค่าเป็น $23 - 15 = 8$ จึงคิดว่าตัวแปรนี้ทำให้สมการเป็นจริง

14. แทนค่าตัวแปรได้ถูกต้องแต่ไม่เข้าใจการคิดคำนวณ

เช่น $\frac{x}{5} - 2 = 3$ เมื่อ $x = 17$

นักเรียนแทนค่าแล้วนำ 2 มาลบ จึงคิดว่าตัวแปรนี้ทำให้สมการเป็นจริง

15. แทนค่าตัวแปรได้ถูกต้องแต่คิดคำนวณผิดพลาด

เช่น $x - 26 = 17$ เมื่อ $x = 33$

นักเรียนคิดเลขผิด จึงคิดว่าตัวแปรนี้ทำให้สมการเป็นจริง

สัปดาห์ที่ 6 ความสามารถในการแก้สมการจากประโยคบรรยาย

16. อ่านโจทย์ไม่รอบคอบ

เช่น โจทย์ถามว่า สมนึกกับเพื่อนอีก 11 คนบริจาคเงินทำบุญคนละ 25 บาท
จะได้เงินทั้งหมดเท่าไร

นักเรียนจะเอา 11 มาคูณ 25 แล้วตอบว่า 275 บาท

17. อ่านโจทย์ไม่เข้าใจสิ่งตัดเพียงบางส่วนมาคิดคำนวณ

เช่น โจทย์ถามว่า สองเท่าของอายุของน้องน้อยกว่าอายุของพี่อยู่ 8 ปี ถ้าพี่มี
อายุ 12 ปี น้องจะมีอายุเท่าไร

นักเรียนนำมาคิดเพียงว่าอายุของน้องน้อยกว่าอายุของพี่ 8 ปี จึงตอบว่าน้อง
จะมีอายุ 4 ปี

18. นักเรียนไม่เข้าใจคำบางคำที่สื่อความหมายในการคิดคำนวณ

เช่น โจทย์ถามว่า แบ่งเงิน 45 บาทให้กับคน 9 คน จะได้คนละเท่าไร

นักเรียนเข้าใจว่าคำว่าแบ่ง หมายถึง การลบจึงตอบเป็น $45 - 9 = 36$ บาท

19. นักเรียนขาดความเข้าใจอย่างมากจึงนำจำนวนที่มีในโจทย์คิดคำนวณเป็นคำตอบ

เช่น โจทย์ถามว่า ข้าว 1 ถุง ราคาแพงกว่าไก่ 1 ตัวอยู่ 5 บาท ถ้าข้าว
ราคาถุงละ 46 บาท ถามว่าข้าว 4 ถุง จะมีราคาแพงกว่าไก่ 1 ตัว

กี่บาท

นักเรียนจะคิดเพียงว่าข้าว 1 ถุง แพงกว่า 5 บาท ดังนั้นข้าว 4 ถุง ก็ควร

จะแพงกว่า = 20 บาท จึงตอบว่า 20

5.2 ขั้นสร้างแบบสอบถามวิจัย เริ่มจากการรวบรวมความบกพร่องในข้อ

5.1 นำมาเขียนเป็นตัวลวงของข้อสอบแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก ซึ่งจำนวน 4 ตัวเลือกนี้

สร้างตามความนิยมของการทดสอบนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ Ebel (1972 : 205)

ได้แนะนำไว้ว่าจำนวน 4 ตัวเลือก เป็นจำนวนที่เหมาะสมกับแบบสอบถามเลือกตอบ ในการสร้างผู้วิจัยได้ยึดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และยึดน้ำหนักในการตรวจสอบความบกพร่องของนักเรียนเป็นสำคัญ สร้างเป็นแบบสอบถามวิจัยมีจำนวน 60 ข้อ โดยที่มีความครอบคลุมในเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และยังคงคำนึงถึงเกณฑ์ของโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ซึ่งกำหนดไว้ว่าควรมีข้อสอบมากพอ เช่น ประมาณ 40 ข้อ เป็นต้น (Wood and Others 1976 : 5)

รูปแบบของข้อกระทงของแบบสอบถามวิจัย

ในการดำเนินการสร้างข้อกระทงของแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตเป็นรูปแบบของข้อกระทงไว้ดังนี้

$$\text{แบบที่ 1} \quad x * c_1 = c_2$$

$$\text{แบบที่ 2} \quad c_1 x \pm c_2 = c_3$$

$$\text{แบบที่ 3} \quad c_1 \pm c_2 x = c_3$$

$$\text{แบบที่ 4} \quad \frac{x}{c_1} \pm c_2 = c_3$$

$$\text{แบบที่ 5} \quad c_1 \pm \frac{x}{c_2} = c_3$$

$$\text{แบบที่ 6} \quad \frac{x \pm c_1}{c_2} = c_3$$

$$\text{แบบที่ 7} \quad c_1 (x \pm c_2) = c_3$$

เมื่อ x คือ ตัวแปร

* คือ การโอเปอเรชัน (operation) $+$, $-$, \times , \div

c_i คือ ค่าคงที่ (Constant) เมื่อ $i = 1, 2, 3$ โดยที่ $c_i > 0$ และ

1) ถ้า c_i เป็นจำนวนเต็มต้องเป็นเลขไม่เกิน 3 หลัก

2) ถ้า c_i เป็นเศษส่วนต้องมีทั้ง เศษและส่วนเป็นเลขไม่เกิน 2 หลัก

3) ถ้า c_i เป็นทศนิยมต้องเป็นเลขไม่เกินทศนิยม 2 ตำแหน่ง



5.3 ขั้นตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และ ความตรงเชิงวินิจฉัย (Diagnostic Validity) ผู้วิจัยได้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข ความตรงทั้งล่องแบบตั้งรายละเอียดต่อไปนี้

ก. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตามแนว ความคิดของ โรวีเนลลี และแอมเบิลตัน โดยใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการตัดสินของผู้ชำนาญเทียบ กับเกณฑ์ 2.5 (लगง สักขณะ 2523 : 40 อ้างถึง Rovinelli and Hambleton 1977) คือจะยอมรับว่าข้อสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาก็คือเมื่อคะแนนการตัดสินมีค่าเฉลี่ยเกิน 2.5 ขึ้นไป การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหานี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ตรวจสอบว่าจุดประสงค์การเรียนรู้วัดได้ครอบคลุม ประโยคสับโตเมนหรือไม่

ตารางที่ 5 แสดงความถี่ของผู้ชำนาญที่ให้ระดับคะแนนความครอบคลุม และค่าเฉลี่ยที่ได้ของ จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละสับโตเมน จากผู้ชำนาญทั้งหมด 10 ท่าน

สับโตเมน	ระดับคะแนน			ค่าเฉลี่ย
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	
1	10	-	-	3.0
2	8	2	-	2.8
3	8	2	-	2.8
4	7	3	-	2.7
5	9	1	-	2.9
6	6	4	-	2.6

จากตาราง พบว่าผู้ชำนาญจำนวน 10 ท่าน ได้ตัดสินจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละ สับโตเมน โดยให้เป็นระดับคะแนนความครอบคลุมประโยคสับโตเมน ได้คะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่ 2.6 ถึง 3.0 ซึ่งในแต่ละสับโตเมนมีคะแนนเฉลี่ยเกินเกณฑ์ คือ 2.5 ทุกสับโตเมน

ดังนั้นจึง เชื่อได้ว่าจุดประสงค์การ เรียนรู้ของแต่ละสัปดาห์มีความครอบคลุมในสัปดาห์นั้น สำหรับในสัปดาห์ที่ 5 ได้มีผู้ชำนาญเสนอแนะว่าควรใช้คำว่า "ตรวจสอบคำตอบ" แทนคำว่า "ตรวจคำตอบ" ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงอีกครั้งจนแน่ใจว่าจุดประสงค์การ เรียนรู้ นั้น ๆ มีความสมบูรณ์มากที่สุด

ตอนที่ 2 ตรวจสอบว่าข้อกระทงต่าง ๆ วัดได้ครอบคลุม

จุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

ตารางที่ 6 แสดงความถี่ของผู้ชำนาญที่ให้ระดับคะแนนความครอบคลุมของข้อกระทงในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ และค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน

จุดประสงค์ที่	ระดับคะแนน			ค่าเฉลี่ย
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	
1	10	-	-	3.0
2	9	1	-	2.9
3	8	1	1*	2.7
4	8	2	-	2.8
5	9	1	-	2.9
6	9	1	-	2.9
7	9	1	-	2.9
8	9	1	-	2.9
9	8	-	2*	2.6
10	10	-	-	3.0
11	10	-	-	3.0
12	8	2	-	2.8
13	9	-	1*	2.8

จากตาราง พบว่าผู้ชำนาญจำนวน 10 ท่าน ได้ตัดสินข้อกระทงต่าง ๆ ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้เป็นระดับคะแนนความครอบคลุมจุดประสงค์ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.6 ถึง 3.0 ซึ่งในแต่ละจุดประสงค์ได้คะแนนเฉลี่ยเกินเกณฑ์คือ 2.5 ทุกสัปดาห์โดยที่ ในจุดประสงค์ที่ 3, 9 และ 13 มีผู้ชำนาญไม่เห็นด้วยกับตัวลวงบางตัวของข้อกระทง 4 ข้อคือ ให้ข้อสังเกตว่ามีค่าแตกต่างจากตัวอื่นมากเกินไป ผู้วิจัยได้นำตัวลวงเหล่านั้นมาพิจารณาและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ชำนาญเป็นบางข้อ สำหรับข้อที่ผู้วิจัยเห็นว่าเหมาะสมแล้วก็ยังคงไว้ ดังนั้นจึงแน่ใจได้ว่าข้อกระทงทุกข้อวัดได้ตรงและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

จากตารางที่ 5 และ 6 จะเห็นได้ว่าแบบสอบถามได้ถูกพัฒนาให้มีความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และสัปดาห์ ซึ่งนับได้ว่าแบบสอบถามฉบับนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา

ข. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงวินิจฉัย (Diagnostic - Validity)

การตรวจสอบความตรงเชิงวินิจฉัย ผู้วิจัยได้ใช้ผู้ชำนาญการ ล้อนตัดสินว่าข้อความที่บอกจุดบกพร่องของผู้ที่ตอบผิดในตัว เลือกแต่ละตัวของแต่ละข้อกระทงที่ ผู้วิจัยเล่นอไว้นั้น จะสอดคล้องกับความบกพร่องที่แท้จริงของผู้ตอบหรือไม่ ด้วยการใช้วิธีการตามแนวความคิดของโรวีเนลลีและแฮมเบิลตัน โดยใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการตัดสินของผู้ชำนาญเทียบกับเกณฑ์ 2.5 (ส่งบ ลักษณะ 2523 : 40 อ้างจาก Rovinelli; and Hambleton 1977) กล่าวคือ จะยอมรับว่าข้อวินิจฉัยของตัวเลือกแต่ละตัววินิจฉัยได้สอดคล้องก็ต่อเมื่อคะแนนการตัดสินมีค่าเฉลี่ยเกิน 2.5 ขึ้นไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนตัดสินข้อความในการวินิจฉัยความบกพร่องจาก

ตัวอย่างแต่ละข้อของแบบล่อวินิจฉัย

ข้อที่ ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่ ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่ ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่ ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย
1 ก	2.6	16 ก	2.9	31 ก	2.8	46 ข	3.0
ข	3.0	ค	2.9	ข	3.0	ค	3.0
ค	2.9	ง	2.8	ค	3.0	ง	3.0
2 ก	3.0	17 ก	2.9	32 ก	3.0	47 ก	3.0
ข	3.0	ข	2.9	ข	3.0	ข	3.0
ง	2.9	ง	3.0	ง	3.0	ค	3.0
3 ข	2.8	18 ก	3.0	33 ก	3.0	48 ข	3.0
ค	2.9	ข	3.0	ข	3.0	ค	3.0
ง	3.0	ง	3.0	ค	3.0	ง	3.0
4 ก	3.0	19 ก	2.9	34 ก	3.0	49 ก	3.0
ค	3.0	ข	3.0	ข	3.0	ข	3.0
ง	2.6	ง	2.8	ง	3.0	ง	3.0
5 ข	3.0	20 ก	2.9	35 ก	3.0	50 ก	3.0
ค	3.0	ค	2.6	ค	3.0	ข	3.0
ง	2.8	ง	3.0	ง	3.0	ง	3.0
6 ก	3.0	21 ก	3.0	36 ก	3.0	51 ก	3.0
ค	2.9	ค	3.0	ข	2.9	ข	3.0
ง	3.0	ง	3.0	ง	3.0	ง	3.0
7 ข	2.8	22 ก	2.9	37 ก	3.0	52 ข	3.0
ค	3.0	ข	3.0	ค	3.0	ค	3.0
ง	2.6	ง	2.9	ง	3.0	ง	3.0
8 ก	2.8	23 ก*	2.5	38 ก	3.0	53 ก	2.9
ข	2.8	ค	3.0	ข	3.0	ข	3.0
ค	3.0	ง	2.7	ค	3.0	ค	3.0
9 ข	3.0	24 ก	2.8	39 ก	3.0	54 ข	3.0
ค	2.8	ค	2.6	ค	3.0	ค	2.9
ง	2.9	ง	3.0	ง	3.0	ง	2.9

ตารางที่ 7 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนตัดสินข้อความในการวินิจฉัยความบกพร่อง จากตัวลงแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัย

ข้อที่/ตัวลง	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่/ตัวลง	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่/ตัวลง	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่/ตัวลง	ค่าเฉลี่ย
10 ก	3.0	25 ก	2.8	40 ก	2.9	55 ก	3.0
ข	2.9	ข	2.9	ค	3.0	ข*	2.5
ค	3.0	ค	2.9	ง	3.0	ค	3.0
11 ก	3.0	26 ก	2.6	41 ก	3.0	56 ข	3.0
ค	3.0	ค	2.8	ข	3.0	ค	2.9
ง	3.0	ง	2.8	ง	2.9	ง	3.0
12 ก	3.0	27 ก	2.7	42 ก	3.0	57 ก	3.0
ข	2.9	ข	3.0	ข	2.7	ค	3.0
ง	3.0	ค	2.9	ค	2.7	ง	2.9
13 ก	2.9	28 ข	2.9	43 ข	2.7	58 ก	3.0
ข	3.0	ค	2.8	ค	3.0	ข	3.0
ค	3.0	ง	3.0	ง	3.0	ค	3.0
14 ก	3.0	29 ก	2.7	44 ก	3.0	59 ข	3.0
ค	3.0	ข	3.0	ข	2.8	ค	3.0
ง	2.9	ง	3.0	ค	2.9	ง	3.0
15 ก	3.0	30 ก	2.9	45 ข	2.8	60 ก	3.0
ข	2.9	ข	2.8	ค	2.9	ข	3.0
ค	3.0	ค	2.8	ง	3.0	ค	3.0

จากตาราง จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากระดับคะแนนตัดสินของผู้ชำนาญมีค่าตั้งแต่ 2.5 ถึง 3.0 ซึ่งค่าเฉลี่ยนี้จะเกินเกณฑ์คือ 2.5 เกือบทุกข้อยกเว้นข้อ 23 ก และข้อ 55 ข ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับเกณฑ์พอดี ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยเปลี่ยนตัวลง เสียใหม่ตามข้อเสนอนี้ของผู้ชำนาญ แล้วให้ผู้ชำนาญตัดสินอีกครั้งได้ค่าเฉลี่ยเกินเกณฑ์ นั่นคือ ผู้ชำนาญเห็นด้วยว่าข้อความที่บอกจุดบกพร่องของผู้ที่ตอบผิดนั้นสอดคล้องกับความบกพร่องที่แท้จริงของผู้ตอบ สิ่งนี้

ได้ว่าแบบสอบมีความตรงเชิงวิถึฉัย

6. ทดลองแบบสอบวิถึฉัย ผู้วิถึฉัยได้ทำการทดลองแบบสอบ 2 ครั้ง ได้แก่

ครั้งที่ 1 นำแบบสอบวิถึฉัยที่ได้จากข้อ 5 ดำเนินการสอบกับนักเรียนโรงเรียนวัดประจู่ในทรงธรรม จำนวน 36 คน หลังจากนั้นจึงนำแบบสอบมาตรวจ ปรับปรุงการใช้ภาษา ปรับปรุงตัว เสอกตัวลวงบางตัวให้เหมาะส่มยิ่งขึ้น

ครั้งที่ 2 นำแบบสอบวิถึฉัยที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 1 ที่ปรับปรุงแล้วและได้แก้ไขบางจุดตามคำแนะนำของผู้ชำนาญแล้ว ดำเนินการสอบกับนักเรียนโรงเรียนวัดราชบพิตร และโรงเรียนบางแคปานขาววิทยา โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ได้้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง 91 คน ผู้วิถึฉัยได้บันทึกเวลาและปัญหาบางประการจากการสอบ แล้วนำแบบสอบมาแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่ยังไม่ลุ่มบูรณ์ให้ลุ่มบูรณ์มากที่สุด เพื่อจะใช้เป็นเครื่องมือในการวิถึฉัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการวิถึฉัยครั้งนี้ ผู้วิถึฉัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่อกับภักษิตริทยาลัยเพื่อขอหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิถึฉัยอีกครั้ง
2. ติดต่อกับโรงเรียนต่าง ๆ ที่มีชื่อตามกลุ่มตัวอย่างที่ลุ่มได้ โดยติดต่อขออนุญาตสัดสอบนักเรียนกับผู้อำนวยการโรงเรียน หรือผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ แล้วติดต่อกับหัวหน้าหมวดวิชาคณิตค้ำลตร์และอาจารย์ลุ่มสอนคณิตค้ำลตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งของห้องเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดหมายวันเวลาสอบ โดยที่ผู้วิถึฉัยพยายามขอให้เป็นการสอบวันเวลาเดียวกันหรือเป็นเวลาที่ต่อเนื่องกันทั้ง 4 ห้องเรียน เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อสอบรั่ว .
ไปถึงห้องเรียนที่สอบทีหลัง
3. สัดเตรียมแบบสอบเป็นชุด ชุดหนึ่งประกอบด้วยฉบับข้อสอบกระดาษค้ำตอบ กระดาษเปล้าใช้ทดเลข รวมทั้งค้ำแนะนำในการตอบแบบสอบแนบไว้เป็นแผ่นหน้าของฉบับข้อสอบ ฉบับบรรจุชุดของแบบสอบใส่ช่องตามจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียน
4. ติดต่อผู้ช่วยในการวิถึฉัย ช่วยในการดำเนินการสอบโดยที่ผู้วิถึฉัยได้เขียนขั้นตอนในการดำเนินการสอบพร้อมค้ำชี้แจงให้กับผู้ช่วยในการวิถึฉัย

5. หลังจากการดำเนินการล่อแล้ว นักกระตาคำตอบที่ได้มาตรวจสอบความเรียบร้อย ศักดิ์กระตาคำตอบฉบับที่ไม่สมบูรณ์ออก เช่น ชื่อไม่ชัดเจนและไม่ใส่เลขที่หรือเลขประจำตัว แล้วนำเอากระตาคำตอบทั้งหมดคัดเรียงลำดับใหม่อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เพราะจะต้องนำคะแนนที่ได้ไปสับคู่กับเกรดของภาคเรียนแรก และสับคู่กับเกรดของภาคเรียนที่สองอีกด้วย

6. ติดต่อบรรณกรตของนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนต่าง ๆ ทั้งเกรดของภาคเรียนที่ 1 และเกรดของภาคเรียนที่ 2

7. นำเอาคำตอบของนักเรียนพร้อมกับเกรดทั้งสองภาคเรียน ลงรหัสในแผ่นลงรหัส (Coding Form) เพื่อสเตรียมข้อมูลลงเทปและนำไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ส่วนหนึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ของสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปได้แก่ โปรแกรม SPSS-X โปรแกรมโลจิสต์ 5 (LOGIST 5) นอกจากนี้ยังใช้คอมพิวเตอร์ภาษา FORTRAN ช่วยในการคิดคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ อีกด้วย สำหรับอีกส่วนหนึ่งคือ ทางด้านการตรวจสอบความตรงบางประการของแบบล่อ ผู้วิจัยตรวจสอบโดยใช้ผู้ชำนาญช่วยตัดสิน

ขั้นตอนต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

ตอนที่ 1 การใช้โมเดลโลจิสต์ติค 3 พารามิเตอร์วิเคราะห์แบบล่อ

1. ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSSX วิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของแบบล่อวินิจฉัย เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะ (Trait) เดียว (Unidimensionality) ของแบบล่อ การวิเคราะห์นี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ (Principal Component) แล้วหมุนแกนด้วยวิธีแวนซ์แมกซ์ สำหรับการตรวจสอบพิจารณาจากค่า Eigen Value ถ้าหากค่าของ Eigen Value ของแฟคเตอร์ที่ 1 ของแบบล่อที่มีค่าสูงกว่าค่า Eigen Value ของแฟคเตอร์ที่ 2 อย่างมาก และค่า Eigen value ของแฟคเตอร์ที่ 2 มีค่าสูงกว่า Eigen Value ของแฟคเตอร์ถัดไป ๆ เพียงเล็กน้อย จึงจะกล่าวได้ว่าแบบล่อฉบับนี้วัดเพียงคุณลักษณะเดียว (Lord 1980 : 21)

เหตุผลของการที่ต้องตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว เพราะว่าตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎี IRT นั้นกล่าวไว้ว่า แบบสอบที่จะใช้วิเคราะห์ด้วยโมเดลต่าง ๆ ในทฤษฎี IRT จะต้องมียุทธศาสตร์การวัดเพียงคุณลักษณะเดียวเสียก่อน นอกจากนั้น Hutten (1981-4799-A) ยังได้ทดสอบความเหมาะสม (fit) ของแบบสอบกับโมเดล พบว่าความเหมาะสมกับโมเดลมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องทำการสอบคุณสมบัติการวัดเพียงคุณลักษณะเดียว เพื่อให้แน่ใจว่าแบบสอบฉบับนี้เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น และเพื่อให้แน่ใจว่าแบบสอบฉบับนี้น่าจะเหมาะสมกับโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

2. ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมโลจิสต์ 5 วิเคราะห์แบบสอบ-วินิจฉัย เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์คือ ค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) ค่าการเดา (c) รวมถึงค่าความสามารถของผู้เข้าสอบแต่ละคน (θ) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SEM) โปรแกรมโลจิสต์ 5 นี้เป็นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์รายข้อกระทงตามโมเดลโลจิสต์ 3 พารามิเตอร์ เขียนเป็นรูปแบบของความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ (Wingersky, Barton, and Lord 1982 : 3)

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{Da_i(\theta - b_i)}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}}$$

- เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ โอกาสที่ผู้สอบคนหนึ่งซึ่งมีระดับความสามารถ θ จะตอบคำถามข้อที่ i ได้ถูกต้อง
- c_i คือ โอกาสการเดาข้อที่ i ได้ถูกต้อง
- b_i คือ ค่าระดับความยากของข้อสอบข้อที่ i
- a_i คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i
- D คือ Scaling Factor มีค่า 1.7
- θ คือ ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ
- e คือ ค่าคงที่มีค่า 2.7182818

3. การคัดเลือกช่องทางที่เหมาะสมกับแบบลอบวินิจฉัย

ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบลอบด้วยโปรแกรมโลสส์ 5 คือ ค่าพารามิเตอร์ของช่องทางอื่นได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าการเดาช่วยในการพิจารณาคัดเลือก แต่เท่าที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้าถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ยังไม่พบว่าผู้ใดกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกช่องทางของแบบลอบวินิจฉัยไว้เลย ที่มีอยู่บ้างก็เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกช่องทางของแบบลอบ โดยทั่วไป ซึ่ง Ree และ Warm (Ree 1979 : 372, Warm 1978 : 52-53) ได้เสนอว่าช่องทางที่จะคัดเลือกไว้ควรมีค่า $a > .5$ ค่า b อยู่ในช่วง -2.5 ถึง 2.5 และค่า $c < 0.3$ และ Urry (1977 :196) ได้กล่าวไว้ด้วยว่า ช่องทางที่จะสอดเข้าไว้ใน Ability bank ควรจะมีค่า $a > .5$, ค่า b อยู่ในช่วง -2 ถึง 2 และค่า $c < 0.3$

ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลคลาสสิกอล ได้มีผู้เสนอเกณฑ์ในการคัดเลือกช่องทางของแบบลอบวินิจฉัยไว้คือ Bloom (1971 : 92) ซึ่งกล่าวถึงแบบลอบวินิจฉัยว่า ข้อลอบจะต้องค่อนข้างง่ายคือค่า P ตั้งแต่ $.65$ ขึ้นไป นอกจากนี้ Adams and Torgerson (1964 : 472) ยังกล่าวถึงค่าอำนาจจำแนกของแบบลอบวินิจฉัย ว่าต้องการเพียงมีค่าเป็นบวก คือ มีค่า x ตั้งแต่ $.00$ ขึ้นไป ทั้งนี้เพราะแบบลอบวินิจฉัยไม่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เปรียบเทียบกับนักเรียนในกลุ่ม ค่าอำนาจจำแนกจึงใช้เพียงเพื่อพิจารณาคุณภาพของช่องทางเท่านั้น

สำหรับแบบลอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ผนวกเอาเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบลอบวินิจฉัยด้วยโมเดลคลาสสิกอล กับเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบลอบทั่ว ๆ ไป ด้วยโมเดลโลสส์ดิก 3 พารามิเตอร์ โดยนำเกณฑ์ทั้งสองมาวิเคราะห์ตามคุณลักษณะและเป้าหมายของแบบลอบวินิจฉัย ได้เกณฑ์ในการคัดเลือกช่องทางคือ $a > 0$, $b < 2$ และ $c < 0.3$ สำหรับช่องทางที่มีค่า $c \geq 0.3$ ผู้วิจัยก็ยังคงคัดเลือกช่องทางเหล่านี้ไว้ แต่ในการนำไปใช้วินิจฉัยผู้วิจัยได้เสนอให้ผู้ที่ใช้แบบลอบพิจารณาร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น จากการสังเกตในเวลาสอบ จากการตรวจแบบฝึกหัด เหล่านี้เป็นต้น สาเหตุที่ผู้วิจัยยังคงช่องทางที่มีค่า $c \geq 0.3$ ไว้ก็เพราะว่า ค่าการเดาที่ได้จากการวิเคราะห์นี้เป็นเพียงคุณสมบัติประการหนึ่งของช่องทางที่จะบอกให้รู้ว่าควรจะใช้ช่องทางนั้น ๆ กับสถานการณ์เช่นไร หรือควรใช้ประกอบกับข้อมูลใด

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย

1. การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบ

สอบวินิจฉัย ผู้วิจัยเล่นรูปแบบในการหาค่าความเที่ยงไว้ 2 รูปแบบดังนี้

1.1 ค่าความเที่ยงในรูปแบบอิงเกณฑ์ เนื่องจาก

แบบสอบวินิจฉัยสดได้ว่าเป็นแบบสอบอิงเกณฑ์ การนำเอาวิธีการหาค่าความเที่ยงในรูปแบบอิงกลุ่มเพื่อบ่งชี้คุณภาพของแบบสอบย่อมไม่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้ใช้สูตรการหาแบบ Binomial ของ Lovett (1978 : 240 - 243) โดยใช้คอมพิวเตอร์ภาษา FORTRAN ช่วยคำนวณหาค่าความเที่ยงจากสูตร

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

เมื่อ r_{cc}	คือ	ค่าความเที่ยงของแบบสอบ
K	คือ	จำนวนข้อกระทงในแบบสอบ
x_i	คือ	คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน
$\sum x_i$	คือ	ผลรวมของคะแนนรวมของนักเรียนทั้งหมด
$\sum x_i^2$	คือ	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
c	คือ	คะแนนเกณฑ์

1.2 ค่าความเที่ยงในรูปแบบ IRT ตามทฤษฎี

IRT จะมีความแน่นอนของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ แสดงได้ในเทอมของ Information Function ซึ่งจะศึกษาได้จาก Test Information Function แทนการหาค่าความเที่ยง (Hambleton 1977 : 64) ผู้วิจัยได้ใช้คอมพิวเตอร์ภาษา FORTRAN คำนวณหาค่า Item Information Function ของแต่ละรายข้อกระทง และหาค่า Test Information Function ของแบบสอบทั้งฉบับที่ระดับความสามารถ θ ต่างกัน .5 นำค่าของ Test Information Function เขียนลงบนกราฟได้เป็น Test Information Curve เพื่อจะนำมาใช้ในการพิจารณาแบบสอบวินิจฉัย และเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่จะนำแบบสอบฉบับนี้ไปใช้ต่อไป

2. การตรวจสอบความตรง (Validity) ของแบบ

สอบวินิจฉัย นอกจากความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงวินิจฉัย ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบและแก้ไขไว้แล้วในขั้นของการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยยังได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบในด้านความตรงอื่น ๆ อีก 3 ประเภทดังนี้

2.1 ความตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) ผู้วิจัยได้หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบสอบวินิจฉัยกับเกรดวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนแรกของนักเรียนแต่ละคน โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSSX ช่วยคำนวณจากสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlations) (Guilford 1965 : 140)

2.2 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) ผู้วิจัยใช้วิธีในการตรวจสอบเหมือนกับข้อ 2.1 แต่ต่างกันในข้อ 2.1 ใช้ความสัมพันธ์ของคะแนนกับเกรดในภาคเรียนแรก แต่ในข้อ 2.2 นี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนกับเกรดในภาคเรียนที่สองของนักเรียน ซึ่งจะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นค่าความตรงเชิงพยากรณ์

2.3 ความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) การพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างนั้น ผู้วิจัยได้ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSSX ทำการวิเคราะห์ตัวประกอบเพื่อตัดข้อกระทงของแบบสอบเข้า เป็นแฟกเตอร์ที่มีค่า Eigen Value ตั้งแต่ 1.00 ขึ้นไป แล้วตรวจสอบความสอดคล้องกันของรายข้อกระทงที่ถูกตัดเข้าไว้ในแฟกเตอร์เดียวกัน กับรายข้อกระทงที่สอบวัดในสัปดาห์เดียวกัน ซึ่งถ้ามีความสอดคล้องใกล้เคียงกันก็พอจะเชื่อได้ว่า แบบสอบฉบับนี้มีความตรงเชิงทฤษฎี

3. จัดทำคู่มือแบบสอบวินิจฉัย เพื่อให้แบบสอบเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำไปใช้ ผู้วิจัยจึงได้ทำเป็นคู่มือของแบบสอบวินิจฉัยช่วยชี้แจงแนะนำขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินการสอบ และที่สำคัญที่จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ออย่างยั้งคือ

3.1 เกณฑ์ในการบ่งชี้ความบกพร่องของผู้สอบ
ผู้วิจัยได้ใช้ผู้ชำนาญเป็นอาจารย์ผู้สอนจำนวน 10 ท่าน เป็นผู้ตัดสินคะแนนเกณฑ์ความบกพร่องของนักเรียนในแต่ละสัปดาห์ โดยประยุกต์ใช้ตามแนวความคิดของ Angoff (1971 : 656) ซึ่งใช้วิธีการตัดสินความสามารถขั้นต่ำ (Judging Minimal Competence) วิธีนี้ใช้ผู้ชำนาญ

ศึกษาแบบลอบแต่ละข้อกระทง แล้วเล่นอเกมสุดท้ายที่ผู้ลอบควรทำได้ แต่เนื่องจากแบบลอบ
 วิฉสยมีหน้าที่ในการค้นหาความบกพร่องในสวนักเรียน ไม่ใช่ความผิดพลาดโดยบังเอิญ ดังนั้น
 ผู้ที่มีบทบาทสำคัญเป็นผู้ใกล้ชิดได้สัมผัสกับนักเรียนตลอดเวลา ก็คืออาจารย์ผู้สอน ด้วยเหตุนี้
 ผู้ชำนาญที่เหมาะสมที่สุดในการตัดสิน จึงควรเป็นอาจารย์ผู้สอนซึ่งความคิดนี้สอดคล้องกับ
 ล่งบ สักณะ (2523 : 19-21) ซึ่งได้รวบรวมและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการกำหนด
 คะแนนจุดตัดไว้ตอนหนึ่งว่า การกำหนดจุดตัดโดยความเห็นของคณะบุคคลโดยให้ผู้รู้ร่วมตัดสิน
 ซึ่งอาจเป็นครูที่มีประสบการณ์หลายคนร่วมกัน หรือนักพัฒนาหลักสูตร หรือผู้ชำนาญเนื้อหา
 วิชาใช้วิจรณ์กำหนดจุดตัด พบว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการตัดสินการลอบผ่านหรือไม่ผ่าน
 โดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

นอกจากนั้นในการวิฉสยจุดบกพร่องของผู้ลอบ
 นั้น ควรจะได้ค้นหาความบกพร่องตั้งแต่ขั้นพื้นฐาน และควรได้แยกหาความบกพร่องในแต่ละ
 เนื้อเรื่องหรือแต่ละมวลประสัการณั เพื่อจะได้รับแก้ไขความบกพร่องนั้น ๆ ได้ทันท่วงที
 ก่อนที่จะเรียนเนื้อเรื่องอื่นต่อไป ดังนั้นผู้วิฉสยจึงได้ดำเนินการหา เกมที่ในการตัดสินความ
 บกพร่องของผู้ลอบ เป็นรายสัโตน

3.2 แนวทางในการวิฉสย

จากเกมในการตัดสินความบกพร่องจากข้อ
 3.1 ผู้ลอบจะทราบว่ามีผู้ลอบคนใดบ้างที่มีความบกพร่อง และในการที่จะทราบว่าแต่ละคน
 บกพร่องอย่างไรนั้น ผู้วิฉสยได้เล่นอเป็นตารางที่บ่งชี้ถึงจุดบกพร่องเป็นรายข้อกระทง และ
 เป็นรายสัवलงแต่ละสัवल ซึ่งตารางบ่งชี้นี้ผู้วิฉสยได้ตรวจสอบความตรงไว้ในขั้นดำเนินการ
 สร้างเครื่องมือ จึงเชื่อได้ว่าตารางนี้จะสามารถบ่งชี้ถึงความบกพร่องของผู้ลอบได้อย่างมี
 ประสิทธิภาพ

3.3 การรายงานผล

จากการตัดสินในข้อ 3.2 ทำให้ผู้ลอบ
 ทราบว่าผู้ลอบที่บกพร่องนั้นบกพร่องอะไรบ้าง ผู้วิฉสยได้เล่นอเป็นแบบฟอร์มรายงานผล ซึ่ง
 ผู้ลอบสามารถบันทึกข้อมูลจากการลอบลงบนแบบฟอร์มนี้แล้วแจ้งผลให้ผู้ลอบทราบหลังจากการ
 ลอบแต่ละครั้ง เสร็จลง