บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ในรูปของความสอดคล้องในการตัดสินใจจำแนกผู้รอบรู้โดยใช้วิธีกำหนดจุดตัดที่ต่างกัน 4 วิธี คือ วิธีนับถอยหลังจาก 100% (Counting backward from 100 %) วิธีของนีเดลส์กี (Nedelsky) วิธีของเบอร์ก (Berk) และวิธีของเบส์ (Bayesian) สำหรับวิธีการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีของฮวน (Huynh) ทั้งนี้ก็เพื่อต้องการทราบว่า จุดตัดที่ได้จากวิธีการกำหนดจุดตัดที่ต่างกันจะส่งผลกระทบต่อค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ในรูปของความสอดคล้องในการตัดสินใจจำแนกผู้รอบรู้ต่างกันเพียงไร ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างประชากร

กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2527 จำนวน 90 คน จากโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองปราจีนบุรี จำนวน 3 โรงเรียน ดังนี้

กลุ่มโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน
ดงขี้เหล็ก	ชุมชนบ้านขอนขว้าง	30
เนินดินแดง	ชุมชนวัดเนินดินแดง	30
เนินหอม	บ้านเนินหอม	30

นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรจาก 3 โรงเรียนนี้จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษซ้อนไม่ต่างกัน สำหรับการได้มาของกลุ่มตัวอย่างประชากรชุดนี้ ก็คือ ผู้วิจัยได้ใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi Stage random sampling) ดังนี้

1.1 สุ่มโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี ที่เปิดสอนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนละ 1 โรง โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ซึ่งจะได้ 8 โรงเรียน

1.2 นำแบบสอบอิงเกณฑ์ เรื่องเศษซ้อนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 8 โรงเรียน โดยทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นก็สุ่มนักเรียนให้เหลือโรงเรียนละ 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

1.3 นำคะแนนจากการสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนละ 30 คน ที่สุ่มได้ทั้ง 8 โรงเรียน มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 8 โรงเรียน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	7	189.72	27.10	5.68*
ภายในกลุ่ม	232	1,105.58	4.77	
รวม	239	1,295.30		

*P < .05

จากตารางที่ 1 แสดงว่า ค่า F ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จาก 8 โรงเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษซ้อน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบภายหลังเป็นรายคู่เพื่อต้องการทราบว่า นักเรียนจากโรงเรียนใดบ้างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษซ้อน แตกต่างกันโดยเลือกวิธีการทดสอบของเชฟเฟ (Scheffe) ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษซ้อน

โรงเรียน	$\bar{X}$	1	2	3	4	5	6	7	8
1. วัดทุ่งตะลุมพุก	4.60	-	.13	.97	1.03	1.33	1.60	1.70	3.00*
2. บ้านแหลมไผ่	4.73		-	.84	.90	1.20	1.47	1.57	2.87*
3. บ้านเนินหอม	5.57			-	.06	.36	.63	.73	2.03
4. วัดท้าวอู่ทอง	5.63				-	.30	.57	.67	1.97
5. ชุมชนบ้านขอนขว้าง	5.93					-	.27	.37	1.67
6. วัดลำดวน	6.20						-	.10	1.40
7. ชุมชนวัดเนินดินแดง	6.30							-	1.30
8. อนุบาลปราจีนบุรี	7.60								-

*P < .05

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวัดทุ่งตะลุมพุกและโรงเรียนบ้านแหลมไผ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษซ้อนแตกต่างจากนักเรียนโรงเรียนอนุบาลปราจีนบุรีอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 หากตัดโรงเรียนวัดทุ่งตะลุมพุกกับโรงเรียนบ้านแหลมไผ่หรือโรงเรียนอนุบาลปราจีนบุรีเพียงโรงเรียนเดียวทิ้งไป นักเรียนจากโรงเรียนที่เหลือจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษซ้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงเลือกตัดโรงเรียนอนุบาลปราจีนบุรีทิ้งไปเพียงโรงเรียนเดียว ทั้งนี้เพื่อให้จำนวนโรงเรียนในกลุ่มประชากรเหลือจำนวนมาก ๆ จากนั้นผู้วิจัยก็ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) จากโรงเรียนที่เหลือจากการตัดทิ้ง มาจำนวน 3 โรงเรียน โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เหตุผลที่ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มละ 30 คนนั้น ก็เนื่องจากเป็นขนาดทั่ว ๆ ไปของห้องเรียนในระดับประถมศึกษา ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องการนำผลการวิจัยไปใช้ปฏิบัติจริงในโรงเรียนประถมศึกษาและจากการศึกษาผลงานวิจัยของนักวัดผลต่างประเทศเกี่ยวกับเรื่องจุดตัดและความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ พบว่า นิยมใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 25-30 คน และเหตุผลที่ให้กลุ่มตัวอย่างมี

ขนาดเท่ากันทั้ง 3 กลุ่ม ถึงแม้ว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะไม่มีผลกระทบต่อค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ก็ตาม (Huynh 1976: 258-261) ทั้งนี้ก็เนื่องจากต้องการให้เป็นไปตามข้อจำกัดของการใช้ตารางสำเร็จรูปของแวง (Wang) ในการกำหนดจุดตัดตามวิธีของเบส์ (Bayesian)

2. ครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2527 จำนวน 15 ท่าน ซึ่งแยกเป็นรายกลุ่มโรงเรียนได้ ดังนี้คือ กลุ่มโรงเรียนดงขี้เหล็ก 6 ท่าน กลุ่มโรงเรียนเนินดินแดง 5 ท่าน และกลุ่มโรงเรียนเนินหอม 4 ท่าน สำหรับการได้มาของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นครั้งนี้ ก็คือ ขั้นแรก ให้ครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองปราจีนบุรี ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 37 ท่าน ตอบแบบสอบถาม ครั้นเมื่อทราบกลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียนที่แน่นอนแล้ว ครูคณิตศาสตร์ในกลุ่มโรงเรียนที่กลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียนสังกัดอยู่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรที่เป็นครูคณิตศาสตร์ สำหรับครูคณิตศาสตร์จากกลุ่มโรงเรียนที่เหลือจะตัดทิ้งไป สำเหตุที่ต้องดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรที่เป็นครูในลักษณะนี้ก็เนื่องจากวิธีการกำหนดจุดตัดของนีเดลสกี (Nedelsky) นั้น ต้องให้ครูเป็นผู้พิจารณาแบบสอบก่อนที่จะให้นักเรียนตอบหรือทราบผลการสอบของนักเรียน ซึ่งในขณะที่เก็บข้อมูลจากครูนั้นก็ยังไม่ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียนอยู่ในกลุ่มโรงเรียนใด ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากครูคณิตศาสตร์ทั้งหมดทุกคนในขั้นแรกและตัดข้อมูลจากครูบางส่วนทิ้งไปเมื่อทราบกลุ่มตัวอย่างประชากรที่แท้จริง

<u>ตัวแปร</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ มีตัวแปรอยู่ 3 ประเภท ได้แก่

1. ตัวแปรต้น ได้แก่วิธีการกำหนดจุดตัดของแบบสอบอิงเกณฑ์ 4 วิธีคือ

   1.1 วิธีนับถอยหลังจาก 100% (Counting backward from 100%)

   1.2 วิธีของนีเดลสกี (Nedelsky)

   1.3 วิธีของเบอร์ก (Berk)

   1.4 วิธีของเบส์ (Bayesian)

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ในรูปของความสอดคล้องในการตัดสินใจจำแนกผู้รอบรู้

3. ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ความแปรปรวนของคะแนนและความยาวของแบบสอบ ลักษณะของตัวแปรควบคุมนี้ ผู้วิจัยได้ควบคุมให้ความแปรปรวนของคะแนนมีค่าไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ห้องเรียนและใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบสอบอิงเกณฑ์ยาว 10 ข้อกระทง ฉบับเดียวกันในการเก็บข้อมูลจากนักเรียน เหตุผลที่ต้องมีการกำหนดตัวแปรควบคุมในการวิจัยครั้งนี้ ก็เนื่องจากว่า ความแปรปรวนของคะแนนและความยาวของแบบสอบจะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ในรูปของความสอดคล้องในการตัดสินใจจำแนกผู้รอบรู้ที่แทนด้วยดัชนีแคปป้า (Kappa K) (Huynh, 1976: 260-261) แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการที่จะศึกษาแต่เพียงผลกระทบที่เกิดจากวิธีการกำหนดจุดตัดแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ควบคุมตัวแปรที่สามารถส่งผลกระทบต่อความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ 2 ตัวแปรดังกล่าว

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย</u>

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ก็คือ

1. แบบสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษซ้อน จำนวน 1 ชุด ยาว 10 ข้อกระทง แต่ละข้อกระทงมี 5 ตัวเลือก แบบสอบนี้จะใช้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพียงจุดประสงค์เดียวเท่านั้น ทั้งนี้ก็เพราะว่า ผู้วิจัยต้องการความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) ของแบบสอบและการสอบนี้เป็นการสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน จำนวนข้อกระทงของแบบสอบที่จะทำให้ผลการตัดสินความรอบรู้พอเชื่อถือได้ควรมีประมาณ 5-10 ข้อกระทง และในการวัดแต่ละครั้ง หากใช้ข้อกระทงของแบบสอบจำนวนมาก ๆ แล้ว ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการจำแนกผิดจะน้อยกว่าการใช้ข้อกระทงจำนวนน้อย ๆ (Millman 1973: 212-213) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดจำนวนข้อกระทงจำนวน 10 ข้อในการวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1 จุดประสงค์ดังกล่าว

2. แบบสอบถาม แบบสอบถามนี้จะใช้เก็บข้อมูลจากครูคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

2.1 การพิจารณาความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2 การพิจารณาผลเสียที่เกิดจากการจำแนกผู้สอบผิดประเภท

2.3 การพิจารณาข้อกระทงตามวิธีการกำหนดจุดตัดของนีเดลสกี (Nedelsky)

2.4 การพิจารณาค่าคงที่ (k) ตามวิธีกำหนดจุดตัดของนีเดลสกี (Nedelsky)

การสร้างเครื่องมือ

ก. แบบสอบอิงเกณฑ์

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งมีผู้เสนอแนะไว้หลายท่านด้วยกัน คือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบ

จุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องเศษซ้อนในครั้งนี้ก็เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์โดยใช้วิธีการกำหนดจุดตัดที่ต่างกัน

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบอิงเกณฑ์

ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบ

3. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

3.1 ศึกษาเนื้อหา หลักการ จุดประสงค์เรื่อง เศษซ้อน จากหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521

3.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่องเศษซ้อน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้จากคู่มือครู สมุดประจำชั้น หนังสือเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกระทรวงศึกษาธิการ

4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผู้วิจัยได้นำจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในสมุดประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มา 1 จุดประสงค์ซึ่งเกี่ยวกับเรื่องเศษซ้อน ซึ่งจุดประสงค์ดังกล่าวกำหนดไว้ว่า

"เมื่อกำหนดเศษซ้อนอย่างง่าย ๆ ให้ นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง"

สำหรับเกณฑ์ในการประเมินของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ผู้วิจัยมิได้กำหนดไว้ในจุดประสงค์ดังกล่าว เนื่องจากต้องการหาเกณฑ์หรือจุดตัดในขั้นตอนของการวิจัย

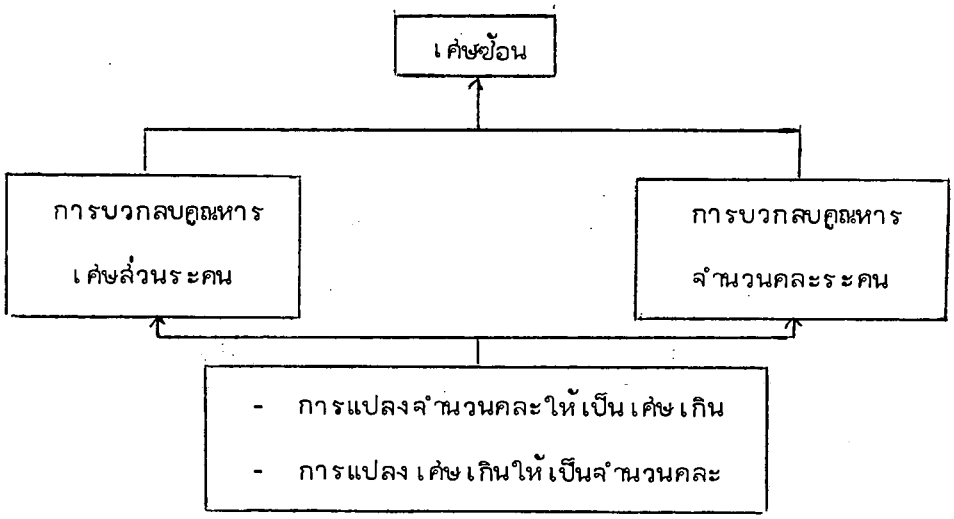
5. สร้างประชากรเนื้อหาจากขอบเขตของเนื้อหาที่จะวัด

เศษซ้อนเป็นลักษณะของการหารเศษส่วนจำนวน 2 ชุด แต่ละชุดอาจจะมีหลายจำนวนซึ่งกระทำกัน (operation) ทางคณิตศาสตร์ ลักษณะของเศษซ้อนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะเป็นเศษซ้อนอย่างง่าย ๆ เช่น

5.1 $\frac{\frac{1}{2}}{3}$ เป็นเศษซ้อน สามารถเขียนแทนได้โดย $\frac{1}{2} \div 3$

5.2 $\frac{\frac{4}{7}}{\frac{2}{5} + \frac{1}{3}}$ เป็นเศษซ้อน สามารถเขียนแทนได้โดย $\frac{4}{7} \div (\frac{2}{5} + \frac{1}{3})$

วิธีการหาผลลัพธ์ สามารถหาได้โดยการเขียนเศษซ้อนให้อยู่ในรูปของการหารแล้วหาผลลัพธ์ออกมาในลักษณะของการคำนวณเศษส่วน ดังนั้น ประชากรเนื้อหาที่จะเป็นขอบเขตของเนื้อหาที่จะวัดก็เป็นเรื่องของการบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนระคนกันนั่นเอง ซึ่งสามารถเขียนลำดับขั้นของการเรียนรู้ได้ ดังนี้



6. เขียนข้อกระทง

ผู้วิจัยได้เขียนข้อกระทงของแบบสองอิงเกณฑ์ จำนวน 128 ข้อกระทงแต่ละข้อกระทงมี 5 ตัวเลือก ซึ่งจัดได้ว่าเป็นประชากรหรือโดเมนของข้อกระทงเรื่องเศษซ้อน ตัวเลยในแต่ละข้อกระทงได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random Sampling) ซึ่งลักษณะของข้อกระทงจะเป็น ดังนี้

ก. $\frac{A}{B}$

ข. $\frac{A}{B \ \Delta \ C}$

ค. $\frac{B \ \Delta \ C}{A}$

เมื่อ A, B, Cแทน จำนวนเต็มหรือเศษส่วนหรือจำนวนคละ

Δ แทน เครื่องหมายบวกหรือลบหรือคูณหรือหาร

7. ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา ซึ่งได้แก่ คึกษานิเทศก์และครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ดัชนีความเหมาะสมระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นดัชนีที่แสดงความตรงตามเนื้อหา ซึ่งโรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) ได้แนะนำไว้ ซึ่งมีวิธีการโดยสรุป ดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2527: 68-72)

7.1 นำข้อกระทงที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นพร้อมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาแต่ละท่านพิจารณาว่า ข้อกระทงแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมากน้อยเพียงไร โดยใช้มาตราส่วนการประมาณค่า ดังนี้

4 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3 หมายถึง เหมาะสมมาก

2 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1 หมายถึง เหมาะสมน้อย

0 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุดหรือไม่เหมาะสมเลย

7.2 บันทึกผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นรายข้อกระทง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (อุทุมพร ทองอุไทย 2523: 18-19)

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

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

เมื่อ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

7.3 ให้ความหมายของค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

ค่าเฉลี่ยช่วง 3.5-4.0 ความเหมาะสมระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์จะมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยช่วง 2.5-3.4 ความเหมาะสมระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์จะมาก

ค่าเฉลี่ยช่วง 1.5-2.4 ความเหมาะสมระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์จะปานกลาง

ค่าเฉลี่ยช่วง 0.5-1.4 ความเหมาะสมระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์จะน้อย

ค่าเฉลี่ยช่วง 0.0-0.4 ความเหมาะสมระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์จะน้อยที่สุด

7.4 คัดเลือกข้อกระทงที่มีคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยในช่วง 2.5-4.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ซึ่งปรากฏว่าข้อกระทงของแบบสอบในโดเมนข้อกระทงอยู่ในเกณฑ์การคัดเลือกที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ทั้งสิ้น

8. สุ่มข้อกระทงในโดเมนข้อกระทงมาจำนวน 20 ข้อกระทงแล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนจากโรงเรียนวัดบ้านส่ร้าง โรงเรียนวัดอินทารามและโรงเรียนชุมชนวัดบางแตน ซึ่งโรงเรียนทั้ง 3 โรงเรียนนี้อยู่ในเขตสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอบ้านส่ร้าง จังหวัดปราจีนบุรี นักเรียนที่นำมาทดสอบเป็นนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 จำนวน 150 คน โดยทดสอบก่อนและหลังเรียน เรื่องเศษซ้อน

9. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อคัดเลือกข้อกระทงและปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

9.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากคะแนนการสอบของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งก่อนและหลังเรียนเรื่อง เศษส่วน

9.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนของผู้สอบ ($\bar{X}$) ก่อนและหลังเรียน จากสูตร (กิลฟอร์ด 2527: 215)

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\Sigma x^2 d}{N(N-1)}}}$$

เมื่อ

x_i แทน คะแนนหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

x_i' แทน คะแนนก่อนเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

d_i แทน ผลต่างระหว่าง x_i กับ x_i'

M_d แทน ค่าเฉลี่ยของ d_i มีค่าเท่ากับ $\Sigma di/N$

x_d แทน ผลต่างของ d_i กับ Md

9.3 หาค่าดัชนีเอส (S Index) จากสูตร (Kryspin and Feldhusen 1974 อ้างถึงใน โกวิท ประวาลพฤกษ์และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ 2523: 204)

$$S = \frac{R_{pos} - R_{pre}}{T}$$

เมื่อ

R_{pos} แทน จำนวนผู้ตอบถูกหลังเรียน

R_{pre} แทน จำนวนผู้ตอบถูกก่อนเรียน

T แทน จำนวนผู้ตอบ 2 ครั้ง

9.4 หาค่าความยากของข้อกระทง จากสูตร (เยาวดี วิบูลย์ศรี 2526: 172)

$$P = R/T$$

เมื่อ

P แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูก

T แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

10. คัดเลือกข้อกระทงไว้เพียง 10 ข้อ โดยยึดเกณฑ์การพิจารณา คือข้อกระทงต้องมีค่าความยากมากกว่า .20 และดัชนีเอส (S Index) สูง ๆ เมื่อได้ข้อกระทงที่ตรงตามเกณฑ์และตามจำนวนที่ต้องการแล้ว ผู้วิจัยก็นำไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียน ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองปราจีนบุรี สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองปราจีนบุรี จำนวน 60 คนทั้งก่อนและหลังเรียน เรื่อง เศษส่วน เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

10.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความเที่ยงของแบบสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) สูตรที่ 21 (KR-21) นั่นคือ

$$\bar{X} = \Sigma x/N$$

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

$$\gamma_{tt}^{(KR-21)} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\mu(n-\mu)}{n\sigma^2}\right]$$

เมื่อ

μ, $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของผู้สอบ

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

γ_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบสอบ

n แทน จำนวนข้อกระทงของแบบสอบ

σ^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

10.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของผู้สอบ ($\bar{X}$) ก่อนและหลังเรียน จากสูตร (กิลฟอร์ด 2527: 215)

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\Sigma x^2_d}{N(N-1)}}}$$

เมื่อ

x_i แทน คะแนนหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

x'_i แทน คะแนนก่อนเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

d_i แทน ผลต่างระหว่าง x_i กับ x'_i

M_d แทน ค่าเฉลี่ยของ d_i มีค่าเท่ากับ $\Sigma d_i/N$

x_d แทน ผลต่างของ d_i กับ M_d

10.3 ประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรของลิฟวิงตัน (Livington) ดังนี้ (เยาวดี วิบูลย์ศรี 2526: 38)

$$\gamma_{cc} = \frac{\gamma_{tt} s^2_x + (\bar{X} - c)^2}{s^2_x + (\bar{X} - c)^2}$$

เมื่อ

γ_{cc} แทน ค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์

γ_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบสอบที่ประมาณแบบอิงกลุ่ม สูตร KR-20

s^2_x แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

c แทน คะแนนจุดตัดของแบบสอบ

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้จุดตัดของแบบสอบในขั้นตอนการหาคุณภาพของแบบสอบ เท่ากับ 6 เนื่องจากข้อค้นพบของกาญจนา วัธนสุนทร (กาญจนา วัธนสุนทร 2521: 106-111) พบว่า จุดตัดที่เหมาะสมของแบบสอบอิงเกณฑ์ยาว 10 ข้อกระทง คือ 6 ซึ่งจะทำให้ค่าความเที่ยงและความตรงของแบบสอบมีค่าสูงสุด

10.4 ประมาณค่าความตรงในการตัดสินของแบบสอบโดยใช้สูตรของคาร์เวอร์ (carver 1970) ดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคนา สายยศ ม.ป.ป.: 10 อ้างถึงใน วุฒิคุณ เสาวรัตน์ 2526: 91)

$$\gamma_{ck} = (a+c)/N$$

เมื่อ

γ_{ck} แทน ความตรงในการตัดสินของแบบสอบ

a แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านหลังเรียน

b แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านก่อนเรียน

c แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านก่อนเรียน

d แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านหลังเรียน

N แทน (a+b+c+d)

ข. แบบสอบถาม

1. ผู้วิจัยได้ร่างแบบสอบถามซึ่งจะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระดับผลเสียที่เกิดจากการจำแนกผู้สอบผิดประเภท การพิจารณาข้อกระทงและค่าคงที่ (k) ตามวิธีการกำหนดจุดตัดของนีเดลสกี (Nedelsky) ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะได้จากครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. นำแบบสอบถามที่ร่างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข จากนั้นก็นำแบบสอบถามดังกล่าวไปให้ครูคณิตศาสตร์ทดลองตอบเพื่อตรวจดูความบกพร่องของภาษาที่ใช้

3. จัดพิมพ์เป็นฉบับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยขอหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากภาควิชาวิจัยการศึกษาไปยังหัวหน้าการประถมศึกษาอำเภอเมืองปราจีนบุรี

2. สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองปราจีนบุรีออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปยังโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดที่เปิดสอนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37 โรงเรียน

3. นำแบบสอบถามที่จะเก็บข้อมูลจากครูคณิตศาสตร์ไปให้ครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37 ท่านจาก 37 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองปราจีนบุรีตอบ สาเหตุที่ต้องใช้ครูคณิตศาสตร์ทุกโรงเรียนที่เปิดสอนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตอบแบบสอบถาม ก็เพราะว่าวิธีการกำหนดจุดตัดตามวิธีของนีเดลสกี (Nedelsky) นั้น ครูจะต้องพิจารณาข้อกระทงและค่าคงที่ (k) ก่อนที่นักเรียนจะตอบแบบสอบและเมื่อทราบกลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียนที่แน่นอนแล้ว ผู้วิจัยก็จะเลือกครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่อยู่ในกลุ่มโรงเรียนที่กลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียนอยู่ สำหรับข้อมูลจากครูคณิตศาสตร์ท่านอื่นก็จะถูกตัดทิ้งไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูล (คะแนน) จากการสอบของนักเรียนทั้ง 8 โรงเรียนมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สูตร (อุทุมพร ทองอุไทย 2523: 125)

$$F_{(V_1, V_2)} = \frac{MS_{BG}}{MS_{WG}}$$

เมื่อ

V_1 แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระระหว่างกลุ่ม

V_2 แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระภายในกลุ่ม

MS_{BG} แทน ค่า Mean Square ระหว่างกลุ่ม

MS_{WG} แทน ค่า Mean Square ภายในกลุ่ม

เมื่อพบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยก็จะทำการทดสอบภายหลังเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีเอส์ของเชฟเฟ (Scheffe's S methed) (อุทุมพร ทองอุไทย 2523: 158) ดังนี้

$$S = \sqrt{(k-1)F_{\alpha\ ;\ v_1,v_2}} \sqrt{MS_e \left[\sum_{j=1}^{k} \frac{(c_1)^2}{n_j}\right]}$$

เมื่อ

$F_{\alpha\ ;\ v_1,v_2}$ แทน ค่า F จากตารางที่ยั้นแห่งความเป็นอิสระ เท่ากับ v_1,v_2

k แทน จำนวนระดับการทดลอง

c_1 แทน สัมประสิทธิ์การเปรียบเทียบ

n_j แทน จำนวนคะแนนในระดับการทดลอง

MS_e แทน ค่า Mean Square ภายในกลุ่ม

เมื่อได้กลุ่มห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษซ้อนไม่แตกต่างกันแล้ว ก็ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) มาจำนวน 3 ห้องเรียนโดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

2. นำผลการพิจารณาความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่ละท่านในกลุ่มโรงเรียนที่ห้องเรียนได้รับการสุ่มมาเป็นกลุ่มตัวอย่างสังกัดอยู่มาคำนวณหาค่าจุดตัดตามวิธีกำหนดจุดตัดวิธีนับถอยหลังจาก 100% โดยค่าจุดตัดดังกล่าวจะเป็นค่าจุดตัดที่ใช้เฉพาะภายในกลุ่มโรงเรียนของตนเท่านั้น

3. นำผลการตัดสินย้อกระทงและการกำหนดค่าคงที่ (k) มาคำนวณจุดตัดตามวิธีของนีเดลสกี (Nedelsky) โดยใช้สูตร (Nedelsky 1954: 5)

คะแนนจุดตัดระดับผ่านต่ำสุด $= \bar{M}_{FD} + k\sigma_{FD}$

เมื่อ

$\bar{M}_{FD}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่ม F-D

k แทน ค่าคงที่

σ_{FD} แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน M_{FD}

ซึ่งการคำนวณจุดจัดตามวิธีนี้จะคำนวณแยกเป็นรายกลุ่มโรงเรียน

4. นำคะแนนซึ่งได้จากการสอบของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียนมาประมาณค่าจุดตัดตามวิธีการของเบอร์ก (Berk) ซึ่งมีวิธีการดังนี้ (Berk 1976: 4-9)

วิธีนี้จะใช้เกณฑ์ภายนอก คือก่อนสอนและหลังสอน ซึ่งจะทำให้นักเรียนถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนก่อนสอนจะเป็นพวกไม่รอบรู้ (Nomaster: N) นักเรียนหลังสอนเป็นพวกรอบรู้ (Master: M) และเมื่อเลือกคะแนนใดคะแนนหนึ่งขึ้นมาเป็นจุดตัดก็จะทำให้นักเรียนถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มอีก นั่นคือ เป็นพวกรอบรู้โดยการทำนาย (Predicted Master: PM) และพวกไม่รอบรู้โดยการทำนาย (Predicted Nonmaster: PN) ซึ่งเมื่อนำเกณฑ์ภายนอกมารวมกับเกณฑ์ทำนาย จะทำให้นักเรียนถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังตาราง

		เกณฑ์ภายนอก	
		ได้รับการสอน	ไม่ได้รับการสอน
เกณฑ์ทำนาย	รอบรู้โดยการทำนาย PM = TM + FM	พวกรอบรู้จริง True Master:TM	พวกรอบรู้ไม่จริง False Master:FM
	ไม่รอบรู้โดยการทำนาย PN = FN + TN	พวกไม่รอบรู้ไม่จริง False Nonmaster	พวกไม่รอบรู้จริง True Nonmaster:TN

คะแนนที่เลือกขึ้นมาใช้เป็นจุดตัด จะมีคะแนนอยู่ค่าหนึ่งที่นำมาใช้เป็นจุดตัดของแบบสอบได้อย่างเหมาะสม ซึ่งคะแนนดังกล่าวจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจอย่างถูกต้อง $[P(TM) + P(TN)]$ มีค่าสูงสุดและจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิด $[P(FM) + P(FN)]$ มีค่าต่ำสุด

สำหรับค่าความน่าจะเป็นสำหรับกลุ่มผู้สอบแต่ละประเภท สามารถหาได้ดังนี้

$$P(TM) = \frac{TM}{M+N}$$

$$P(FM) = \frac{FM}{M+N}$$

$$P(TN) = \frac{TN}{M+N}$$

$$P(FN) = \frac{FN}{M+N}$$

5. นำผลลากการพิจารณาค่าความสูญเสียในการจำแนกผู้สอบผิดประเภทมาประมาณค่าจุดตัดตามวิธีของเบส์ (Bayesian) ซึ่งมีวิธีการโดยสรุป ดังนี้ (Swaminathan, Hambleton and Algena 1975: 88-92)

5.1 แปลงคะแนนที่ได้จากการสอบของนักเรียน โดยแปลงแบบอาร์คไซน์ (arc sine) เพื่อให้การแจกแจงเป็นปกติ ซึ่งจะช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น โดยใช้สูตร

$$g_i = \text{Sin}^{-1}\left[(x_i+\tfrac{3}{8})/(n+\tfrac{3}{4})\right]^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อกระทงของแบบสอบ

5.2 หาค่าเฉลี่ย (μ_i) และความแปรปรวน (σ_i^2) ของคะแนนโดเมนของผู้สอบ ที่แปลงแบบอาร์คไซน์แล้ว (γ_i)

นั่นคือ $\gamma_1 = \text{Sin}^{-1}\sqrt{\xi_1}$

$$\mu_i = \bar{g} + \rho^* (g_i - \bar{g})$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1+(m-1)\rho^*}{(4n+2)m} + (g_i-\bar{g})^2 \sigma^{*2}$$

เมื่อ

$\P_i$ แทน คะแนนโดเมนของผู้สอบคนที่ i

μ_i แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนโดเมนที่แปลงแล้ว (γ_i)

σ_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนโดเมนที่แปลงแล้ว (γ_i)

g_i แทน คะแนนที่สอบได้ของผู้สอบคนที่ i

m แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

t แทน จำนวนข้อกระทงที่เชื่อว่าเมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนแล้วจะทำให้ได้รับข่าวสาร (information) เกี่ยวกับคะแนนโดเมน (¶) มากที่สุด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดให้ t = 5

$\bar{\phi}$ แทน ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงแบบไคสแควร์ผกผัน (Inverse Chi Square) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\lambda/(\nu-2)$ แต่สามารถประมาณได้จากความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติของคะแนนโดเมน ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(4t + 2)^{-1}$

λ แทน พารามิเตอร์ของคะแนน (Scale parameter) ของการแจกแจงแบบไคสแควร์ผกผัน (Inverse Chi Square) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\bar{\phi}(\nu-2)$ โดยที่ $\nu = 8$

ν แทน ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom) ของการแจกแจงแบบไคสแควร์ผกผัน (Inverse Chi Square) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8

n แทน จำนวนข้อกระทงของแบบสอบ

ρ^*, σ^{*2} หาได้จากการเปิดตารางของแวง (wang) เมื่อทราบค่า ν , λ และ S_g^2

$$\bar{g} = m^{-1} \sum_{i=1}^{m} g_i$$

$$S_g^2 = m^{-1} \sum_{i=1}^{m} (g_i-\bar{g})^2$$

5.3 หาค่าความน่าจะเป็นของการสอบผ่านและไม่ผ่านของผู้สอบแต่ละคน ดังนี้

ก. กำหนดคะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของคะแนนโดเมน (π_o) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้จุดตัดซึ่งได้จากวิธีการกำหนดจุดตัดของเบอร์ก (Berk)

ข. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปกติ (Z_{oi}) ของคะแนนโดเมนของผู้สอบที่แปลงแล้ว (γ_i) แต่ละค่าโดยใช้สูตร

$$Z_{oi} = \frac{(\gamma_o - \mu_i)}{\sigma_i}$$

$$\gamma_o = \text{Sin}^{-1}\sqrt{\pi_o}$$

ค. หาค่าความน่าจะเป็นของการสอบผ่านและไม่ผ่านของคะแนนผู้สอบ ซึ่งสามารถหาได้จากตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ ดังนี้

ความน่าจะเป็นที่สอบผ่าน = Prob $[Z \geq Z_{oi}]$

ความน่าจะเป็นที่สอบไม่ผ่าน = Prob $[Z < Z_{oi}]$

5.4 พิจารณาค่าความสูญเสียที่คาดหวังที่เกิดจากการตัดสินใจให้ผู้เข้าสอบแต่ละคนสอบผ่านหรือไม่ผ่าน เพื่อเลือกใช้การตัดสินใจที่ให้ค่าความสูญเสียที่คาดหวังน้อยที่สุด ดังนี้

ความสูญเสียที่คาดหวังของการตัดสินให้ผ่าน = ℓ_{12} Prob $[Z < Z_{oi}]$

ความสูญเสียที่คาดหวังของการตัดสินให้ไม่ผ่าน = ℓ_{21} Prob $[Z \geq Z_{oi}]$

เมื่อ ℓ_{12} ความสูญเสียที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนในการยอมรับผิด (false positive)

ℓ_{21} ความสูญเสียที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนในการปฏิเสธผิด (false negative)

5.5 เปรียบเทียบผลที่ได้

ถ้า ℓ_{12} Prob$[Z < Z_{oi}]$ มีค่าน้อยกว่าจะตัดสินให้สอบผ่าน

ℓ_{21} Prob$[Z \geq Z_{oi}]$ มีค่าน้อยกว่าจะตัดสินให้สอบไม่ผ่าน

5.6 กำหนดคะแนนที่เป็นระดับต่ำสุดของการตัดสินให้ล่อบผ่านเป็นคะแนนจุดตัด การประมาณค่าจุดตัดตามวิธีของเบส์ (Bayesian) นี้ จะทำแยกเป็นรายกลุ่มโรงเรียน

6. นำค่าจุดตัดซึ่งได้จากวิธีการกำหนดจุดตัดวิธีต่าง ๆ มาแทนค่าลงในสูตรเพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบล่อบอิงเกณฑ์ในรูปของความล่อดคล้องในการตัดสินใจจำแนกผู้รอบรู้โดยใช้วิธีการของฮวน (Huynh) ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้ (Huynh 1976: 253-264)

6.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผู้ล่อบ

6.2 ประมาณค่า $\mu_{x'}$, $\sigma_{x'}$, ρ จากสูตร

$$\mu_{x'} = \text{Sin}^{-1} \sqrt{\frac{\mu}{n}}$$

$$\sigma_{x'} = \sqrt{\left[(\alpha_{21}+1)/(\alpha+n)\right]}$$

$$\rho = \alpha_{21}\sqrt{\left[(n-1)/(n+\alpha_{21})\right]}$$

เมื่อ

$$\alpha_{21} = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\mu(n-\mu)}{n\sigma^2}\right]$$

$$\alpha = (-1+\frac{1}{\alpha_{21}})\mu$$

α_{21} แทน ค่าความเที่ยงแบบอิงกลุ่ม สูตร KR-21

n แทน จำนวนข้อกระทง

μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน ใช้ $\bar{X}$ แทน

σ^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน ใช้ $(S.D)^2$ แทน

α แทน ค่าพารามิเตอร์แอลฟา (Alpha parameter)

ρ แทน ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนที่แปลงมาเป็น x' , y'

$\mu_{x'}$, $\sigma_{x'}$ แทน ค่าที่แปลงเพื่อให้การแจกแจงเป็นปกติ

6.3 ประมาณค่า Z จากสูตร

$$Z = (c' - \mu_{x'})/\sigma_{x'}$$

เมื่อ

$$c' = \text{Sin}^{-1}\sqrt{(c - .5)/n}$$

c แทน จุดตัด

6.4 เปิดตารางค่าความน่าจะเป็น ดูค่าความน่าจะเป็นที่น้อยกว่า Z และใช้เป็นค่า P_o

6.5 เปิดตารางของกุปต้า (Gupta) ดูค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรปกติมาตรฐานสองค่าที่มีค่าสหสัมพันธ์กันเท่ากับ ρ น้อยกว่า Z และใช้เป็นค่า P_{oo}

6.6 ประมาณค่าความเที่ยงของแบบสองอิงเกณฑ์ในรูปของความสอดคล้องในการตัดสินใจจำแนกผู้รอบรู้ จากสูตร

$$K = (P_{oo} - P_o^2)/(P_o - P_o^2)$$

7. เปรียบเทียบค่าความเที่ยงของแบบสอบดังกล่าวที่ประมาณโดยใช้จุดตัดที่ได้จากวิธีกำหนดจุดตัดวิธีต่าง ๆ โดยใช้การทดสอบรวมด้วยค่าไคสแควร์ (chisquare) ด้วยสูตร (Wert 1954: 298)

$$\chi^2 = \Sigma\left[Z^2(N-3)\right] - \frac{\left[\Sigma Z(N-3)\right]^2}{\Sigma(N-3)} \quad , \quad df = n-1$$

เมื่อ

χ^2 แทน ค่าไคสแควร์

Z แทน ค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ซึ่งแปลงให้อยู่ในรูปของคะแนนฟิชเชอร์ซี (Fisher Z)

N แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

df แทน ขั้นแห่งความเป็นอิสระ

n แทน จำนวนค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ที่นำมาทดสอบความแตกต่าง

8. เมื่อพบว่าค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ที่นำมาทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก็นำค่าความเที่ยงดังกล่าวมาทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้สูตร (กิลฟอร์ด 2526: 223)

$$\bar{Z} = \frac{Z_1 - Z_2}{\sigma_{d_Z}}$$

$$\sigma_{d_Z} = \left(\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_2 - 3}\right)^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ

Z_1, Z_2 แทน ลัมประสิทธิ์ฟิชเชอร์ซี (Fisher Z) ที่แปลงมาจากค่าความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์

N_1, N_2 แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มตัวอย่าง

σ_{d_Z} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ฟิชเชอร์ซี (Fisher Z) ที่เป็นอิสระกัน 2 ตัว